

**VERKENNING NAAR
VISTELEMETRIE IN
RIJKSWATEREN**



• VERKENNING NAAR VISTELEMETRIE IN RIJKSWATEREN

Kenmerk: 20230792
Status rapport: Definitief
Versie: 2
Datum: 4 maart 2024

Auteur: Rob Kroes & Benjamin Peters
Kwaliteitscontrole: Tim Vriese

Opdrachtgever: RWS WNL
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

Contactpersoon: Marjoke Muller

Dit rapport is digitaal gegenereerd en derhalve niet voorzien van een handtekening. De inhoud van de rapportage is aantoonbaar gecontroleerd en vrijgegeven.

©ATKB voor natuur en leefomgeving. Gebruik en overname van gegevens alleen toegestaan met volledige bronvermelding.
Foto's: ATKB

ATKB ASSEN
STATIONSSTRAAT 29C
9401 KW ASSEN

ATKB MIDDELHARNIS
PRINS BERNHARDLAAN 147
3241 TA MIDDELHARNIS

ATKB WAARDENBURG
KOEWEISTRAAT 7
4181 CD WAARDENBURG

ATKB ZOETERMEER
LOUIS BRAILLELAAN 100
2719 EK ZOETERMEER

ATKB WAGENINGEN
AGRO BUSINESS PARK 9
6708 PV WAGENINGEN

KVK 27 1771 40
BTW NL 8076 36 757B01
IBAN NL53 RABO 0160177529

SAMENVATTING

In de hele wereld worden maatregelen genomen om migratie van trekvisen zoals Atlantische zalm en Europese aal te ondersteunen. Voor het bepalen van het succes van deze maatregelen is het noodzakelijk om visen te kunnen volgen met een telemetrie systeem. Voor het volgen van trekvisen in Rijkswateren wordt in Nederland sinds 1996 in opdracht van Rijkswaterstaat (RWS) gebruik gemaakt van het speciaal ontwikkelde NEDAP Trail System®. Het NEDAP Trail System® zal door veroudering en gebrek aan materiaal, ontwikkeling en kennis over twee jaar niet meer gebruikt kunnen worden. Daarnaast zijn er nieuwe technische ontwikkelingen waardoor visen ook met andere telemetrie technieken gevolgd kunnen worden.

Het doel van deze studie was om te bepalen of en zo ja op welke manier RWS een vervangend telemetrie systeem kan inrichten. Hiervoor is eerst in kaart gebracht hoe het huidige meetnetwerk is ontstaan, wat dit heeft opgeleverd en in welke staat het meetnetwerk zich bevindt. Vervolgens is vastgelegd welke geldende nationale en internationale verdragen, wet- en regelgeving van toepassing zijn op visen en vismigratie en welke monitoringsverplichtingen en -behoeften hiervoor gelden en worden toegepast. Daarna is op basis van wetenschappelijke literatuur, een workshop en interviews met experts vastgesteld of de huidige monitoringsprogramma's voldoen in de kennisbehoefte en -verplichting. Tot slot is een verkenning gemaakt van beschikbare monitoringssystemen om vismigratie te kunnen volgen.

Uit de resultaten van deze studie bleek dat Nederland en daarmee RWS sterke verantwoordelijkheden en verplichtingen heeft voor het beschermen, behouden en monitoren van trekvisen. Deze verantwoordelijkheden en verplichtingen komen voort uit een groot aantal verschillende nationale en internationale verdragen, afspraken, wetten en richtlijnen. Vanwege het sterke beschermingsregime neemt RWS maatregelen voor trekvisen en evalueert deze. Uit wetenschappelijke literatuur blijkt dat onderzoek met telemetrie de meest geschikte techniek is voor de evaluatie van maatregelen. Vanwege het naderende verdwijnen van het NEDAP Trail System®, is een nieuw telemetrienetwerk nodig waarmee visen in Rijkswateren gevolgd kunnen worden. Hiervoor is akoestische telemetrie de aangewezen techniek.

Voor een goede uitvoering van monitoring van trekvisen is het noodzakelijk om een permanent meetnetwerk op basis van akoestische telemetrie in te richten. Daarbij maakt een dergelijk meetnetwerk in Rijkswateren dataverzameling effectiever, robuuster, goedkoper en diervriendelijker dan de huidige projectmatige aanpak van onderzoek naar vismigratie. Ook kan een dergelijk meetnetwerk verbindend werken tussen bestaande regionale, nationale en internationale akoestische projectmatige en permanente meetnetwerken. Onder vertegenwoordigers van alle bevroegde partijen (RWS, LNV, waterschappen, provincies, Deltares, WMR, WUR, INBO, VLIZ, Sportvisserij Nederland, NIOO-KNAW, Hogeschool van Hall Larenstein) is hiervoor groot draagvlak aanwezig. Dit omdat de trekroutes van visen niet stoppen bij een lands- of beheergrens en door verbinding van netwerken het functioneren van de hele trekroute kan worden geëvalueerd.

Het advies aan RWS is om een permanent akoestisch meetnetwerk op belangrijke locaties in de Rijkswateren aan te leggen en te beheren. Afhankelijk van het ambitieniveau zouden hiervoor 40 tot 80 meetstations aangelegd moeten worden. Financiering vanuit het (landelijke) monitoringsbudget kan ondersteund worden met subsidies. Voor databeheer kan gebruik gemaakt worden van bestaande datanetwerken. Aanleg, beheer en onderhoud kan in eigen beheer of uitbesteed worden aan marktpartijen waarbij in acht genomen moet worden dat de bestaande goede samenwerking tussen RWS,

NGO's, onderzoeksinstituten en ecologische adviesbureaus zeer waardevol is voor gezamenlijke gegevensverzameling en draagvlak voor onderzoek aan vismigratie.

Aanvullend wordt geadviseerd om gaten in het huidige NEDAP Trail System® zo snel mogelijk te dichten met de aanleg van een aantal akoestische meetstation op cruciale intrek- en doortreklocaties voor trekvissen en niet te wachten op besluitvorming over een permanent meetnet. Daarnaast moet RWS intern afwegen welk ambitieniveau zij heeft ten aanzien van het monitoren van trekvissen in Rijkswateren. Afhankelijk van deze afweging kan bepaald worden hoeveel meetstations passen in een permanent akoestisch meetnetwerk. Tot slot is nader onderzoek nodig voor het vaststellen van implementatiekosten, financieringsmogelijkheden en milieubelasting van een permanent akoestisch meetnetwerk. Nader onderzoek is ook nodig voor het verduidelijken van de beschermde status van Noordzeehouting en Atlantische steur.

INHOUD

1	Inleiding.....	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Werkwijze.....	3
2.1	Algemeen	3
2.2	Stap 1: Beschrijving huidige situatie en achtergrond vistelemetrie meetnetwerk	3
2.3	Stap 2: Verkenning informatiebehoefte	3
2.4	Stap 3: Verkenning methodiek	4
2.5	Stap 4: Inrichting meetnetwerk	4
2.6	Stap 5: synthese en advies	4
3	NEDAP Trail System®	5
3.1	Aanleiding voor monitoring van vismigratie	5
3.2	Opbrengsten NEDAP Trail System®	7
3.3	Huidige status NEDAP Trail System®	9
4	Beleidsafspraken, verdragen en wet- en regelgeving voor vissen	10
4.1	Een korte geschiedenis	10
4.2	Internationale wet- en regelgeving	10
4.3	Nationale wet- en regelgeving	15
4.4	Samenvatting van wet- en regelgeving voor trekvis	17
5	Informatiebehoefte en monitoringstrategie	19
5.1	Informatiebehoefte	19
5.2	Bestaande monitoringsprogramma's	20
5.3	Migratie onderzoek met telemetrie	21
5.4	Beperkingen projectmatige onderzoeken	25
5.5	Verbindend meetnetwerk	26
5.6	Visie informatie verzamelstrategie	27
6	Verkenning methodiek.....	28
6.1	Monitoringstechnieken	28
6.2	Geschiktheid voor een landelijk meetnetwerk vismigratie in Rijkswateren	30
6.3	NEDAP Trail System® versus akoestische telemetrie	31
6.4	Preferente techniek	32
7	Inrichting akoestisch meetnetwerk.....	33
7.1	Algemeen	33
7.2	Technisch	33
7.3	Organisatorisch	35
7.4	Financieel	36
8	Discussie.....	39

8.1	INformatiebehoefte en monitoringsverplichtingen	39
8.2	Rol van RWS	40
8.3	Akoestische telemetrie	40
9	Conclusie en advies.....	42
9.1	Conclusie	42
9.2	Advies	42
10	Literatuur.....	44

BIJLAGEN

- Bijlage 1.** Uitwerking interviews met experts
- Bijlage 2.** Workshop programma & opdrachten
- Bijlage 3.** Workshop presentaties
- Bijlage 4.** Workshop verslag

I INLEIDING

I.1 AANLEIDING

In de jaren negentig van de vorige eeuw ontstond bij Rijkswaterstaat (RWS) de wens om inzicht te krijgen in de migratie van zalm en zeeforel in Nederland. Hiervoor werd het NEDAP Trail System® ontwikkeld. Dit telemetrie systeem bestaat uit een keten van detectiestations in de Nederlandse Rijkswateren. Door vissen te voorzien van een zender (transponder) werd het mogelijk hun migratie in beeld te brengen, evenals factoren die hierop van invloed zijn. Het NEDAP Trail System® is sinds 1996 operationeel, waarbij het systeem in Nederlandse en Duitse Rijkswateren veelvuldig is toegepast voor vismigratie onderzoek.

De komende jaren zal het systeem echter uitgefaseerd worden, waarna ook transponders niet langer beschikbaar zijn. Vistelemetrie heeft bij RWS geen onderdeel uitgemaakt van de Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL), hierdoor is er (nog) geen structurele financiering geregeld. Het beheer- en onderhoud is onder het Landelijke Taken budget voor het domein Informatievoorziening (IV) van het hoofdwatersysteem (HWS) geregeld met een beperkt budget. Het beheer en onderhoud was geen taak van de Centrale Informatievoorziening (CIV). De aanschaf van zowel detectielussen als transponders kwam voor rekening van een project of RWS-regio en vervanging is niet ingeregeld. De coördinatie van het meetnet was belegd bij één medewerker die was ondergebracht bij het Kierproject met daarbij een taak voor het beheer van het hele vistelemetrie meetnet in de Rijkswateren.

RWS staat nu voor de keuze of en hoe in de toekomst de migratie van (trek)vissen gemonitord kan gaan worden. RWS heeft ATKB gevraagd een studie te verrichten waarin de (on)mogelijkheden van vistelemetrie in de Rijkswateren verkend worden.

I.2 DOEL

Het doel van deze studie is om te verkennen wat de mogelijkheden en onmogelijkheden zijn van vistelemetrie in de Rijkswateren. De verkenning richt zich op de noodzaak van een meetnetwerk voor het volgen van vismigratie (informatiebehoefte op landelijk en projectniveau) in de Rijkswateren, de meest geschikte methodiek en de wijze waarop deze in de Rijkswateren toegepast en beheerd kan worden. Dit is ook bekeken in relatie tot wat er in Nederland en omliggende landen door andere waterbeheerders en projecten al gebruikt of gepland wordt. Omdat de trekroutes van vissen niet stoppen bij een lands- of beheergrens en door verbinding van netwerken het functioneren van de hele trekroute kan worden geëvalueerd, is een doorkijk gemaakt naar de kansen voor aansluiting op nationaal en internationaal bestaande meetnetwerken. De resultaten zijn gebruikt voor de keuze of en hoe RWS in de toekomst de migratie van (trek)vissen kan monitoren.

I.3 LEESWIJZER

Na deze inleiding staat de werkwijze van het onderzoek in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 is de oorsprong, waarde en staat van het huidige NEDAP Trail System® beschreven. In hoofdstuk 4 staat een overzicht van beleidsafspraken, verdragen, wetten en regels die op dit moment in Nederland van toepassing zijn op vismigratie. In hoofdstuk 5 is beschreven welke kennisbehoefte aanwezig is om vismigratie te monitoren,

in hoeverre de huidige monitoring en projectmatig onderzoek hierin voldoet en welke kennisbehoefte niet is afgedekt. In hoofdstuk 6 is beschreven welke methodiek beschikbaar is om vismigratie te monitoren en welke methodiek het best toepasbaar is in een meetnetwerk in Rijkswateren. In hoofdstuk 7 zijn scenario's beschreven voor de technische, organisatorische en financiële implementatie van een landelijk meetnetwerk met akoestische telemetrie. Hoofdstuk 8 bevat discussie en reflectie op de verkregen resultaten uit de verkenning. In hoofdstuk 9 zijn deze verkregen inzichten verwerkt tot een advies over de te kiezen strategie voor inrichting van een landelijk meetnetwerk in Rijkswateren.

2 WERKWIJZE

2.1 ALGEMEEN

Om te bepalen of een permanent meetnet voor vismigratie in Rijkswateren noodzakelijk dan wel gewenst is, is met interviews, literatuuronderzoek en een workshop in kaart gebracht welke informatiebehoefte- en noodzaak aanwezig is om vismigratie stelselmatig te volgen en hoe een meetnetwerk hiervoor ingericht kan worden. Het onderzoek is verdeeld in vijf stappen, waarbij:

1. de huidige situatie en achtergrond van het huidig vistelemetry meetnet is beschreven;
2. eerst ingegaan wordt op de informatiebehoefte voor vismigratie in de Rijkswateren;
3. vervolgens op de best toepasbare methodiek;
4. tenslotte op de wijze waarop het meetnet in de praktijk vormgegeven kan worden;
5. resulterend in een advies aan Rijkswaterstaat.

2.2 STAP 1: BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE EN ACHTERGROND VISTELEMETRIE MEETNETWERK

Als achtergrond voor deze opdracht is het huidige vistelemetrymeetnet NEDAP Trail System® op hoofdlijnen beschreven. Op basis van literatuuronderzoek is beschreven hoe het bestaande vistelemetry netwerk is ontstaan, waarom en hoe het netwerk is ontwikkeld, hoe de techniek werkt, welke vissoorten zijn onderzocht, wat het heeft opgeleverd aan kennis over vismigratie, hoe hierover is gerapporteerd en welke invloed dit heeft gehad op beleid en maatregelen voor migrerende vissen.

2.3 STAP 2: VERKENNING INFORMATIEBEHOEFTE

Om de noodzaak voor een meetnetwerk voor monitoring van vismigratie te bepalen, is op basis van literatuuronderzoek, interviews en een workshop met betrokkenen een overzicht gemaakt van internationale wet- en regelgeving en beleidsafspraken voor bescherming van trekvis. Vervolgens is in kaart gebracht op welke wijze de huidige structurele en projectmatige monitoringsprogramma's zijn ingericht en in hoeverre ze geschikt zijn om te voldoen aan regionale en nationale monitoringsverplichtingen. Vastgesteld is welke monitoringstechnieken worden ingezet en in hoeverre deze geschikt zijn voor beantwoording van huidige en toekomstige kennisvragen. Tot slot is in de "visie informatie verzamelstrategie" beschreven in hoeverre een landelijk meetnetwerk noodzakelijk is voor structurele en projectmatige monitoring van vismigratie.

De interviews zijn afgenomen met zes vismigratie experts uit Nederland en België. Tijdens de workshops waren vertegenwoordigers aanwezig van verschillende RWS afdelingen, nationale kennisdragers, regionale waterbeheerders en internationale partners (zie bijlage 1 t/m 4 voor de uitwerking van de interviews en workshop).

2.4 STAP 3: VERKENNING METHODIEK

Met interviews en literatuuronderzoek is een overzicht gemaakt van beschikbare monitoringstechnieken voor vismigratie onderzoek. Op basis van de ‘visie informatie verzamelstrategie’ is vervolgens bepaald welke van de beschikbare monitoringstechnieken het meest geschikt is om benodigde informatie over vismigratie te verkrijgen. Hiervoor is beschikbare literatuur gebruikt en *expert judgement* door drie vismigratie onderzoekers van ATKB toegepast. De uitkomst hiervan is gebruikt om een voorkeurstechiek te selecteren die het meest geschikt is voor toepassing in een landelijk meetnetwerk voor vismigratie en daarbij aansluit op regionale en internationale meetnetwerken.

2.5 STAP 4: INRICHTING MEETNETWERK

Voor de voorkeurstechiek is vastgesteld hoe een meetnetwerk in Rijkswateren ingericht kan worden om benodigde kennis over vismigratie te verkrijgen. Hiervoor is op basis van literatuuronderzoek, interviews en de uitkomsten van de workshop met betrokkenen verkend hoe een dergelijk meetnetwerk technisch, organisatorisch en financieel geïmplementeerd kan worden. Voor de technische inrichting is een beschrijving gegeven van twee inrichtingsniveaus welke bepaald worden door de gewenste meetresolutie van het meetnetwerk. Daarnaast is beschreven op welke wijze de data ontsloten en beheert dient te worden. Voor de organisatiestructuur zijn drie opties gegeven om aanleg, beheer en onderhoud te regelen. Getracht is een inschatting te maken van de kosten voor aanleg, onderhoud en beheer van een dergelijk nieuw netwerk, afgezet tegen de kosten die gemaakt worden voor vismigratie onderzoek met projectmatige onderzoeken en het huidige meetnetwerk. Daarbij is ook verkend op welke wijze de financiering bijeengebracht kan worden.

2.6 STAP 5: SYNTHESE EN ADVIES

De resultaten uit stap 1 tot en met 4 zijn in een synthese samengevat. Hierin wordt met literatuur en verkregen inzichten uit de verkenning gereflecteerd om verkregen resultaten. Deze reflectie is gebruikt om een advies te geven aan RWS over de te nemen stappen in de besluitvorming over eventuele aanleg van een meetnetwerk voor vismigratie in Rijkswateren.

3 NEDAP TRAIL SYSTEM®

3.1 AANLEIDING VOOR MONITORING VAN VISMIGRATIE

Vissen migreren tijdens hun leven in meer of mindere mate voor het vinden van voedsel, geschikt voortplantingshabitat of schuilplaatsen voor predatie of andere ongunstige omstandigheden (Lucas & Baras, 2001). Alle vissoorten vertonen dus migratiegedrag. Zodra vissen over grotere afstanden verplaatsen, wordt gesproken over trekvissen. Trekvissen worden onderverdeeld in diadrome en potamodrome soorten. De indeling in deze migratie categorieën is afhankelijk van waar een vis leeft en waar deze zich voortplant. Diadrome vissen migreren voor hun voortplanting tussen zoet en zout water, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen anadrome (opgroeien in zout, voortplanten in zoet, bijvoorbeeld Atlantische zalm), katadrome (opgroeien in zoet, voortplanten in zout, bijvoorbeeld Europese aal) en amfidrome (opgroeien en voortplanten in zowel zoet als zout water, bijvoorbeeld dunlipharder) soorten. Potamodrome vissen migreren voor hun voortplanting over relatief grote afstanden binnen zoetwatersystemen, zoals kopvoorn, barbeel en winde. Binnen soorten kunnen echter grote verschillen in migratiegedrag optreden, waardoor de categorisering niet altijd volledig opgaat (McDowall, 2001; Edeline, 2007; Kroes *et al.*, 2023).

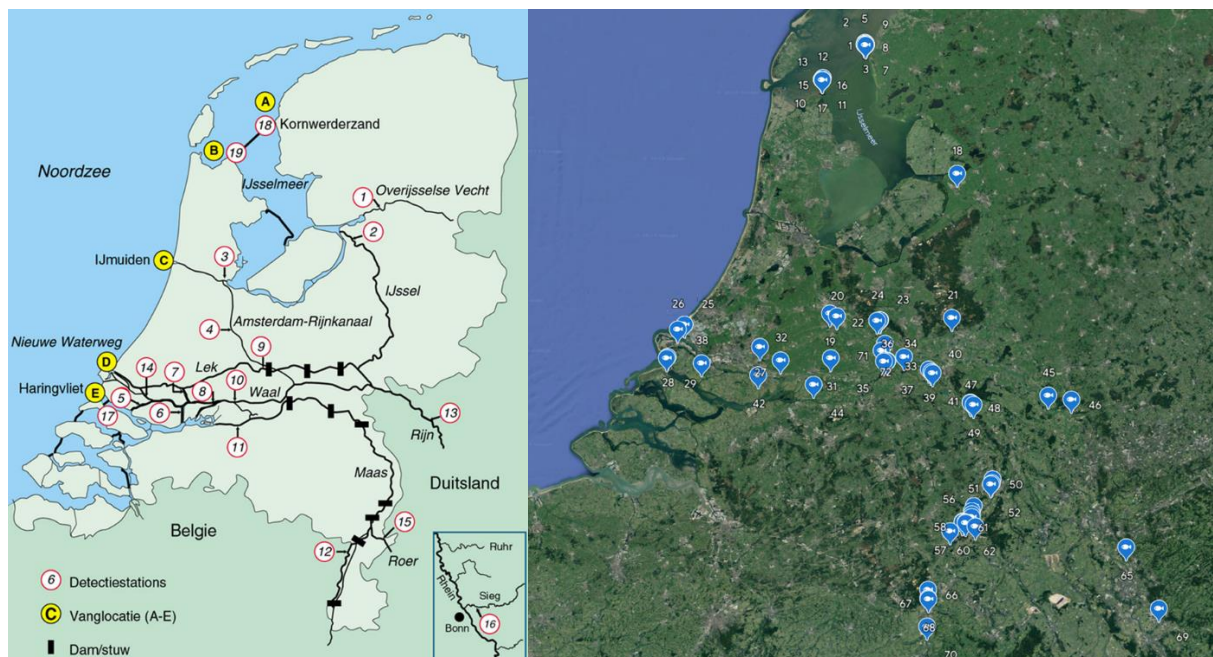
Trekvissen zoals Atlantische zalm (*Salmo salar*), Europese aal (*Anguilla anguilla*) Europese steur (*Acipenser sturio*), elft (*Alosa alosa*) en houting (*Coregonus lavaretus/oxyrinchus*) migreren van oudsher tussen Noordzee, grote rivieren en aangesloten zoetwatergebieden. Grootschalige rivierregulaties, gebrek aan connectiviteit en overbevissing hebben in de Rijn geleid tot sterke afname van veel van deze soorten (Lenders, 2017). Al in de 18^e eeuw werden op kleine schaal eenvoudige vispassages aangelegd rond dammen en stuwen om migratie van trekvissen te ondersteunen. Na een dieptepunt in waterkwaliteit eind jaren '70 van de vorige eeuw, is herstel van trekvispopulaties en de ecosystemen waarin ze voorkomen in een stroomversnelling geraakt (Admiraal *et al.*, 1993). Vispassagesystemen werden verder ontwikkeld en verbeterd en voor verschillende trekvissoorten werden herintroductieprogramma's opgezet (Sieber *et al.*, 2002; Borcharding *et al.*, 2010; Monnerjahn, 2011; Schneider, 2001; Roscoe & Hinch, 2010). Ook is gestart met het herstellen van paaiplaatsen en het natuurlijke stroomregime in de grote rivieren (Roni *et al.*, 2019; Stoffers *et al.*, 2022). Daarnaast zijn verschillende trekvissen opgenomen in nationale en internationale natuurwetgeving en heeft Nederland verschillende verdragen en afspraken met omliggende landen voor herstel en behoud van trekvissen. Onlangs is Nederland ook gestart met grote vismigratieprojecten, zoals de uitvoering van het Kierbesluit Haringvliet en de aanleg van de Vismigratierivier. Om de effecten van beleid en maatregelen te meten en te voldoen aan nationale en internationale wet- en regelgeving, voeren regionale en nationale waterbeheerders (waterschappen, provincies, RWS) en de Rijksoverheid (LNV) verschillende monitoringsprogramma's en onderzoeksprojecten uit.

Hoewel verschillende vismigratieknelpunten zijn aangepakt en miljoenen vissen zijn uitgezet was het begin 1990 onduidelijk of ze wel hun paaigronden konden bereiken, welke routes zij namen en welke obstakels zij daarbij tegenkwamen. In het kader van het project "Ecologisch Herstel Rivieren" gaf de Commissie Visintrek van RWS in 1996 daarom opdracht voor een onderzoek naar de migratie van zeeforel (*Salmo trutta*) door Nederland (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). Destijds waren voornamelijk radiotelemetrie en akoestische telemetrie beschikbaar die (nog) niet goed werkten in respectievelijk brak of zout water en gebieden met intensieve scheepvaart. Voor het onderzoek werd daarom een speciaal telemetrie systeem ontwikkeld: het NEDAP Trail System®.

Het NEDAP Trail System® is vanwege de toepassing in Rijkswateren speciaal ontwikkeld als variant op PIT telemetrie. Het NEDAP Trail System® gebruikt transponders met batterij, waardoor een verzonken antenne gebruikt kan worden met een veel groter detectiebereik. Hiermee konden meetstations aangelegd worden met een overspanning van honderden meters waardoor ook grote wateren als de Waal en de Nieuwe Waterweg afgedekt konden worden.

Het NEDAP Trail System® werkt met zogenaamde inductieve koppeling van twee antennes: één antenne ligt over de lengte van een waterlichaam op de bodem en is verbonden aan een detectiestation met stroomvoorziening. De andere antenne zit met een batterij in een transponder die bij vissen wordt ingebracht. Als een vis met transponder over een detectieantenne zwemt, wordt de antenne in de transponder geactiveerd en zendt deze een unieke code uit naar de detectieantenne. Daarmee kan voor individuele vissen de locatie en tijdstip van detectie worden vastgelegd en kan hun zwemroute door de Nederlandse wateren gevolgd worden. Al in 1996 konden detectiegegevens en controlesignalen op afstand worden uitgelezen via een inbelverbinding.

De eerste 12 detectiestations werden in 1996 langs potentiële trekroutes in Nederland aangelegd. Voor het zeeforelonderzoek werd het aantal stations in de opvolgende vier jaar uitgebreid naar 19, waaronder detectiestations in Duitsland (figuur 1). Vanwege het succes waarmee niet alleen zeeforel maar ook andere soorten gevolgd konden worden, is het aantal meetstations later verder uitgebreid. Op het hoogtepunt waren ongeveer 80 meetstations gelijktijdig actief in kanalen, estuaria en grote rivieren tot ver in Duitsland.



Figuur 1. Locaties in Nederland en Duitsland met NEDAP Trail System® detectiestation. Links zijn de locaties van 16 meetstations rond 2000 weergegeven. Rechts zijn de locaties van 70 meetstations rond 2021 weergegeven. Bron: RWS/ATKB.

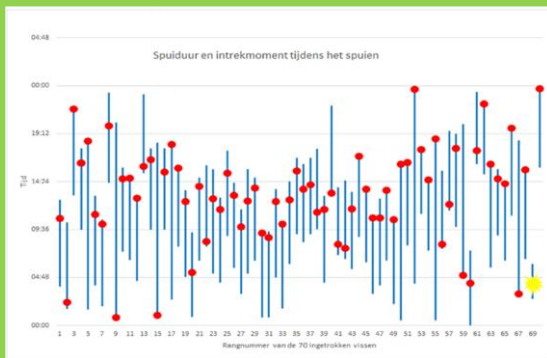
Onderzoek aan zeeforel en andere salmoniden vindt ook tegenwoordig nog steeds plaats. Sinds 2020 staat het systeem ook ten dienste van onderzoek aan effecten van het Kierbesluit Haringvliet. Naast migrerende en estuariene vissoorten worden voor dit onderzoek ook uitgespoelde zoetwatervissoorten gevolgd.

Daarnaast wordt het meetnetwerk ingezet voor onderzoek aan schieraal en smolts op zowel Rijn als Maas en diverse projectmatige onderzoeken.

3.2 OPBRENGSTEN NEDAP TRAIL SYSTEM®

Intrek bij de Haringvlietsluizen

Sterke zwemmers kunnen tijdens spuien de Haringvlietsluizen passeren. Onderstaande figuur geeft het intrekmoment van salmoniden in relatie tot de spuicyclus, gebaseerd op metingen met het NEDAP Trail System® voordat regelmatig gekierd werd.



Intrek van salmoniden tijdens het spuien vindt voornamelijk plaats aan het begin maar voornamelijk aan het einde van de spuiperiode (rode cirkels). Ook is één Kierperiode weergegeven (gele ster) waarbij een zeeforel introk tijdens het kieren.

Onderzoek met het NEDAP Trail System® is en wordt door RWS en andere waterbeheerders gebruikt om bestaand beleid en bestaande beheersmaatregelen voor vissen te evalueren en nieuw beleid met bijbehorende maatregelen te ontwikkelen voor de connectiviteit van de Rijkswateren met regionale en internationale watersystemen. Zo is in een kabinetsbesluit over de Kier vastgelegd dat de effectiviteit van kieren getoetst moet worden met vistemetrie.

Het NEDAP Trail System® heeft een schat aan kennis opgeleverd over vismigratie in Nederland. Tijdens de eerste onderzoeken aan zeeforellen werden drie primaire intreklocaties vastgesteld: de Nieuwe Waterweg, de sluizen in de Afsluitdijk en de Haringvlietsluizen (Breukelaar *et al.*, 1998; Bij de Vaate *et al.*, 2003). De twee laatstgenoemde locaties bleken een barrière voor veel trekvis wat een belangrijke aanzet heeft gegeven tot de aanleg van de Vismigratierivier en de

uitvoering van het Kierbesluit Haringvliet. Ook bleek stuw en sluizencomplex Hagestein een knelpunt voor verdere doortrek. Op basis van deze waarnemingen zijn verschillende vispassages aangelegd op de Nederrijn-Lek.

De afgelopen twee decennia zijn naast zeeforel ook tientallen andere vissoorten met het NEDAP Trail System® gevolgd. In de Maas bleken vispassages bij waterkrachtcentrales moeilijk of niet passeerbaar voor salmoniden, schieraal en soorten als barbeel, kopvoorn, winde en sneep (Vriese *et al.*, 2021; Vriese, 2021). Genoemd onderzoek leidde tot 'Beleidsregel watervergunningverlening waterkrachtcentrales in Rijkswateren 2021' waarin voor zalmsmolts en schieraal is vastgelegd dat waterkrachtcentrales alleen een vergunning kunnen krijgen als ze in de gestuwde trajecten van de grote rivieren cumulatief niet meer dan 10% vissterfte veroorzaken.

Onderzoek met het NEDAP Trail System® aan zalmen liet zien dat de connectiviteit in de Maas ondanks aanwezige vispassages onvoldoende is (Vriese & Boerkamp, 2014, Vriese *et al.*, 2021). Onderzoek aan uittrekkende vissen liet zien dat de Haringvliet geen barrière vormt voor schieraal, maar wel voor smolts.

Connectiviteit van de Maas

De Maas heeft een hoge dichtheid aan NEDAP Trail System® meetstations. Daardoor kon het succes van stroomopwaartse (zalm en zeeforel) en stroomafwaartse (zalmsmolts en schieraal) migratie goed berekend worden.

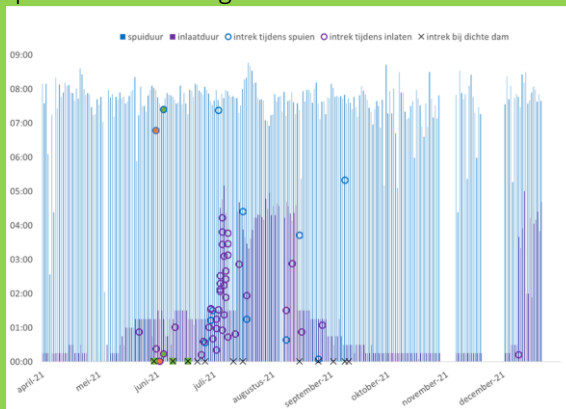
stuw	volwassen salmoniden	smolts	schieraal
	p stroomopwaarts	p stroomafwaarts	
Lith	0,7	0,83	0,76
Grave	0,62	0,99	1
Sambeek	0,5	0,99	0,99
Belfeld	0,88	0,97	0,98
Roermond	0,9	0,92	0,99
Linne	0,83	0,83	0,77
Borgharen	1	0,92	0,98

In de tabel staat de passeerkans per stuw in de Maas weergegeven met een p-waarde. De kans dat al deze stuwen gepasseerd worden is 14% (stroomopwaartse migratie) of 55% (stroomafwaartse migratie). Naast passagesucces is ook veel kennis opgedaan over zoekgedrag en routeselecties van vissen bij stuwcomplexen.

Smolts bleken door de Haringvlietdam een gemiddelde vertraging ruim 5 dagen te hebben tijdens hun vermoedelijke uittrek. Daarbij bleek spuien met meerdere open sluisdeuren met kleine opening beter te zijn voor uittrek van smolts dan spuien met een sluisdeur met grote opening (Vriese & Hop, 2018; Van de Ven & Peters, 2021).

Evaluatie Kierbesluit

Voor de evaluatie van het Kierbesluit is telemetrie als instrument onmisbaar. Uit telemetrie onderzoek blijkt dat uitgespoelde zoetwatervissen heel goed in staat zijn om vanuit de Voordelta opnieuw het Haringvliet te bereiken.



Spuiduur (blauw) en inlaatduur (paars) zijn weergegeven voor de periode waarin intrek is waargenomen bij de Haringvlietdam. Alle intrekmomenten van zoetwatervissen en estuariene vissen zijn weergegeven met open cirkels. Zalmen zijn weergegeven in oranje. Zeeprikken zijn weergegeven in groen. De hoogte van de cirkel laat zien op welk moment van een spui- of inlaatperiode de vis is ingetrokken.

Naast onderzoek aan trekvisserij is bij de Haringvlietdam ook telemetrie onderzoek met het NEDAP Trail System® gedaan naar zoetwatervissen die tijdens spuien in grote hoeveelheden uitspoelen. Daaruit bleek dat het Kierbesluit een positief effect heeft op de terugkeer van uitgespoelde zoetwatervissen (Kroes & Vriese, 2023).

3.3 HUIDIGE STATUS NEDAP TRAIL SYSTEM®

De technologie van het NEDAP Trail System® is sinds de ontwikkeling in 1995-1996 niet in belangrijke mate vernieuwd. Sommige meetstations zijn daarmee al 27 jaar oud. Inmiddels zijn door storingen en achterstallig onderhoud veel meetstations buiten werking of verwijderd. In 2022 vertoonden 29 van de 61 overgebleven stations in meer of mindere mate storing, ook op belangrijke vismigratieknelpunten en intrekpunten voor vissen die tussen zee en zoetwater migreren (Kroes & Vriese, 2023). Onlangs zijn ook meetstation Kampen en Xanten uitgevallen (Vriese, pers. comm., 2023). Uit een inventarisatie van de meetstations in april 2022 door ATKB bleek dat op korte termijn ruim €100K nodig was voor reparaties en onderhoud op verschillende meetstations. Vanwege het steeds vaker uitvallen van meetstations is de verwachting dat deze onderhoudskosten steeds hoger zullen worden. Gemiddeld vallen op dit moment 3 meetstations per jaar uit. Herstel kost gemiddeld €15K per station, vervanging kost €35-40K per station. Daarnaast is voor coördinatie en onderhoud ongeveer 1.0 fte per jaar inzet noodzakelijk. De structurele onderhoudskosten worden daarmee geschat op €120K per jaar (Breukelaar, pers. comm., 2023). Tussen signalering van uitval en uiteindelijk herstel zit een tijd van enkele weken tot enkele maanden waarin een uitgevallen meetstation geen detecties kan waarnemen. Hierdoor kunnen timing en route van intrekende en uittrekende vissen niet of niet goed meer bepaald worden (Kroes & Vriese, 2023; Peters, 2023).

Voor het oplossen van de technologische problemen is naast geld ook kennis en materiaal nodig. Vanuit RWS heeft het beheer van het NEDAP Trail System® altijd bij één persoon gelegen. Deze persoon is sinds voorjaar 2022 niet meer in dienst van RWS en alleen indirect inzetbaar voor ondersteuning.

De hardware van het NEDAP Trail System® is complex, sterk verouderd en kostbaar. Nedap, de fabrikant van het NEDAP Trail System®, heeft besloten om de productietak van vistransponders en gerelateerde ICT diensten af te stoten. Doorontwikkeling, productie, beheer en onderhoud vereist forse investeringen. Daarom zijn er geen nieuwe marktpartijen geïnteresseerd in de technologie.

Op 31 december 2026 stopt Nedap met de hosting en ondersteuning van de centrale server en database van het NEDAP Trail System®. Daardoor zal het netwerk niet meer werkzaam zijn en kunnen gezenderde vissen niet meer gedetecteerd worden. In oktober 2024 wordt de laatste levering transponders gedaan voor voortzetting van de reeds geplande meetcampagnes. Nieuwe vismigratie onderzoeken zijn niet meer mogelijk met het NEDAP Trail System®.

4 BELEIDSAFSPRAKEN, VERDRAGEN EN WET- EN REGELGEVING VOOR VISSSEN

4.1 EEN KORTE GESCHIEDENIS

Sinds de industriële revolutie is de antropogene impact op de inrichting van watersystemen in een stroomversnelling geraakt. Vanaf 1850 veranderden meanderende vrijstromende rivieren in gekanaliseerde scheepvaartroutes (Broseliske *et al.*, 1991; Nienhuis, 2008). Ook steeg de impact van binnenvisserij, migratiebarrières, nutriënten, vervuiling en organische belasting op Nederlandse watersystemen sterk, met grote gevolgen voor veel vissoorten (Van Drimmelen, 1987; De Groot, 1992; Nienhuis, 2008).

Al in 1886 werden in het Rijnzalmtraktaat internationale afspraken gemaakt om de achteruitgang van de zalmstand tegen te gaan. Hierop werd de Rijnzalmcommissie opgericht die in 1950 overging in de algemenere Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn tegen verontreiniging (ICBR). Ecologische waterkwaliteit en een lange termijn visie op ecologisch herstel stonden toen echter niet in de beleidsplannen.

Eind jaren '70 bereikte de waterkwaliteit in Nederland een dieptepunt (Klink, 1989; Malle, 1996; Van Lohuizen, 2006). De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren bracht een eerste ommekeer met onder andere verplichte afvalwaterzuivering (Van Lohuizen, 2006). De ramp in bij het chemieconcern Sandoz in Bazel met massale vissterfte tot gevolg, zorgde voor een definitieve kentering. In 1987 werd het Rijnactieprogramma opgesteld, waarin de zalm symbool werd gesteld voor het ecologisch herstel van de Rijn met de leus "de zalm terug in de Rijn" (Zijlmans, 2020). Het zorgde voor toenemende aandacht voor vissen, vismigratie en herstelmaatregelen.

Verschillende in Nederland voorkomende vissoorten bestrijken met hun migratie een zeer groot verspreidingsgebied in zowel zoete, zoute als estuariene gebieden in Europa of zelfs daarbuiten. Daardoor is de bescherming van in Nederland voorkomende vissen tegenwoordig verankert in een scala aan nationale en internationale beleidsafspraken, verdragen en wet- en regelgeving. In dit hoofdstuk is uiteengezet welke wetten, regels, verdragen en afspraken gelden voor in Nederland voorkomende vissen. Indien mogelijk is vastgelegd welke monitoringsverplichtingen hieruit voortkomen.

4.2 INTERNATIONALE WET- EN REGELGEVING

IUCN

Op wereldwijde schaal zijn veel trekvisseren als bedreigde diersoort opgenomen in de *International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species* (IUCN Red List). De IUCN Red List is een belangrijke bron voor het stellen van prioriteiten in natuurbeleid waarbij de IUCN advies geeft aan de Verenigde Naties (VN) en nationale overheden. De lijst bevat uitgebreide informatie over de status van soorten, bedreigingen, ecologische eisen en leefgebieden van soorten en over beschermingsmaatregelen die genomen kunnen worden om uitsterving te voorkomen. Naast de internationale Red List worden er ook regionale en nationale Rode Lijsten opgesteld. Deze geven informatie over de status van soorten per regio of land. De lijsten hebben geen juridisch bindend karakter. Ook vloeien er geen directe verantwoordelijkheden of verplichtingen voor monitoring of rapportage voort uit de Rode Lijst status van een vissoort.

UNCLOS

Juridische bescherming van trekvisseren wereldwijd is vastgelegd in het VN-Zeerechtverdrag (*United Nations Convention in the Law of the Sea*, UNCLOS) dat door de meeste landen, waaronder Nederland is geratificeerd. In het verdrag staat beschreven dat landen verantwoordelijk zijn voor het behoud van visbestanden. In artikel 66 en 67 wordt specifiek ingegaan op de gezamenlijk verantwoordelijkheid van landen voor het behoud van respectievelijk anadrome en katadrome soorten die tijdens hun migratie landsgrenzen overschrijden.

Landen die UNCLOS hebben geratificeerd, moeten volgens artikel 61 regelmatig wetenschappelijke informatie, vangst- en visserijgegevens en andere data verstrekken die relevant is voor het behoud van visbestanden via 'internationaal competente organisaties'. Het verdrag wordt gebruikt als een internationaal gewoonterecht waarbij er discussie is in hoeverre het verdrag juridisch bindend is. In de praktijk blijken veel landen daarom geen verantwoordelijkheid te nemen om het verdrag uit te voeren en is wettelijke verankering van het verdrag in nationale wetgeving nodig (Wang *et al.*, 2023). Volgens Oude Elferink & Spijkers (2018) kan een land wel aansprakelijk gesteld worden voor schade aan het zeemilieu. Binnen de Europese Commissie zijn onderhandelingen gaande over een bindend instrument om internationale bescherming van mariene biodiversiteit juridisch beter te verankeren (EU besluit 2016/455).

Bonn- en Bern-conventie

Voor de bescherming van migrerende diersoorten werd op initiatief van de Verenigde Naties in 1979 de Bonn-conventie gesloten (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals). De enige vissoort die is opgenomen in het verdrag is de Europese steur. Rapportage vindt driejaarlijks plaats aan het secretariaat van de Bonn-conventie, waarbij lidstaten verantwoording moeten afleggen over de monitoring van het effect van genomen maatregelen. In de Nederlandse rapportage van 2020-2023 is een opsomming gegeven van vismigratie ondersteunende maatregelen en hun succes. Monitoringsresultaten voor de enige doelsoort steur ontbreken echter in de rapportage (zie kader).

In 1979 werd door de toenmalige raad van Europa ook de Bern-conventie gesloten (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats). Het doel van dit verdrag is het behoud van (met name bedreigde) wilde dier- en plantensoorten. Het verdrag is verwerkt in de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn en in de Omgevingswet. De volgende trekkende vissoorten zijn genoemd in appendix III van de Bern-conventie: beekprik, elft, fint, grote marene, houting, rivierprik, sneed, steur, zalm en zeeprik. Steur wordt ook genoemd in appendix II waarin strikt te beschermen soorten staan. Rapportage aan de Bern-Commissie moet tweejaarlijks plaatsvinden. Lidstaten zijn verplicht om wetenschappelijke beoordelingen te verstrekken aan de Bern-commissie. Vanwege implementatie in de Habitatrichtlijn worden Habitatrichtlijn rapportages gebruikt om te voldoen aan de tweejaarlijkse rapportage die de Bern-conventie vraagt. In de praktijk blijken lidstaten, waaronder Nederland, niet of niet altijd te voldoen aan deze rapportage inspanning, zoals blijkt uit een overzicht van de Bern-commissie (<https://rm.coe.int/biennial-report-eu-list-2021->

Bonn National Report:

"Please describe the monitoring and efficacy of measures taken in regard to these relevant action plans, initiatives, task forces, and programmes of work and their integration into delivery against other relevant international agreements."

>>> "To date, the monitoring results of these species action plans are lacking."

[2022/1680ad34ef](#)). Bovendien heeft Nederland in de rapportage van 2020-2021 gebrekkige data over enkel houting, steur en beekprik is verstrekt (<https://cdr.eionet.europa.eu/nl/eu/habides/envyh8y9q/>).

Habitatrichtlijn

De Bern-conventie is verwerkt in de Europese Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG) en in de Nederlandse Omgevingswet (voorheen Wet natuurbescherming). In de Habitatrichtlijn zijn trekkende vissoorten opgenomen in verschillende bijlagen: barbeel (V), beekprik (II), elft (II & V), fint (II & V), grote marene (V), houting (II & IV), rivierprik (II & V), steur (II & IV), zalm (II & V) en zeeprik (II). Houting en steur genieten vanwege hun opname in bijlage IV een strikte beschermde status.

Voor alle soorten uit de Habitatrichtlijn geldt dat lidstaten bijzondere aandacht moeten schenken aan de prioritaire typen natuurlijke habitats en de prioritaire soorten en dat zij ‘toezien’ op de instandhouding hiervan. Lidstaten rapporteren hier zesjaarlijks over aan de EU. In Nederland wordt deze rapportage uitgevoerd door het Ministerie van LNV. Omdat in de Habitatrichtlijn niet goed is omschreven op welke wijze het (wetenschappelijk) onderzoek en ‘toezien’ uitgevoerd moet worden, hebben lidstaten hier hun eigen invulling gegeven, veelal door het opzetten van nationale monitoringsprogramma’s (Ellwanger et al., 2018). Daarbij blijkt dat voor veel soorten instandhoudingsdoelstellingen niet gehaald worden en dat onderliggende oorzaken onduidelijk zijn. Specifiek voor de Habitatrichtlijn pleiten verschillende onderzoekers daarom voor intensievere monitoring waarbij ook het effect van maatregelen beter onderzocht worden met moderne technieken (Engelhart et al., 2023).

De Habitatrichtlijn is niet duidelijk over monitoring van vismigratie. Mogelijk komt een wettelijke taak voor monitoring met telemetrie voort uit Artikel 12, lid 4. Daarin staat beschreven dat lidstaten zich verplichten tot het opstellen van een monitoringsprogramma voor soorten die beschreven staan in bijlage IV. Hierin staan twee vissoorten die van toepassing zijn voor de Nederlandse Rijkswateren: de houting (*C. oxyrinchus*) en de Europese steur (*A. sturio*). Over de bescherming en monitoring van de steur heeft de rechtbank in Bordeaux een uitspraak gedaan in een zaak die was aangespannen door l’association Défense des milieux Aquatiques, een Franse natuurbeschermingsorganisatie. Défense des milieux Aquatiques eiste maatregelen tegen visserij in de monding van de Gironde die een gevaar was voor de aanwezige steurpopulatie. De rechtbank ging mee in de eis en legde de gebiedsbeheerder op om de visserij te reguleren en te garanderen dat hiermee voldaan wordt aan instandhoudingsdoelstellingen voor niet alleen de steur maar ook zalm, elft, fint en zeeprik (Tribunal administratif de Bordeaux, 2022). Voor het bepalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor de steur is daarop een telemetriesysteem ingezet om migratie van steur te kunnen volgen (Brevé, pers. comm., 2023).

Voor Nederland geldt dat Europese steur vanwege de uitgestorven status in het verleden niet gemonitord is. Hoewel houting dezelfde uitgestorven status heeft, is deze soort sinds de jaren '90 na herintroductie sterk in opkomst in Nederlandse Rijkswateren. Ook wordt houting meegenomen in Natura 2000 beoordelingen. Recent onderzoek laat bovendien zien dat de uitgestorven status van de houting onterecht is (Kroes et al., 2023). Onduidelijk is of deze situatie vergelijkbaar is met de situatie in Frankrijk en of hieruit een monitoringsbehoefte met telemetrie voortvloeit. Vanuit Nederland

Natura 2000

Naast specifieke soortbescherming wordt de Habitatrichtlijn ook gebruikt om Natura 2000 gebieden aan te wijzen. In deze Natura 2000-gebieden worden bepaalde dieren, planten en hun natuurlijke leefomgeving beschermd om de biodiversiteit te behouden. Daarnaast geeft de Habitatrichtlijn aan welke instandhoudingsdoelen voor de beschermde gebieden gelden. Voor elk Natura 2000-gebied moet een beheerplan met de instandhoudingsdoelstellingen worden opgesteld. RWS is voortouwnemer en

natuurbeheerder voor 24 Natura 2000-gebieden. De uitvoering van de huidige beheerplannen voor de Natura 2000-gebieden in de Rijn-Maasmonding (Haringvliet, Hollandsch Diep, Oude Maas) is gericht op instandhouding. Om te voldoen aan rapportageverplichtingen over de status van Natura2000 gebieden, wordt voornamelijk gebruik gemaakt van bestaande data en monitoring.

KRW

Voor ecologisch herstel van Rijkswateren is de Kaderrichtlijn Water (KRW) (Richtlijn 2000/60/EG) op dit moment het belangrijkste beleidsstuk. De KRW is opgesteld om aquatische ecosystemen te behoeden voor verdere achteruitgang, te beschermen en te verbeteren. In de KRW worden waar mogelijk natuurlijke referenties gebruikt als uitgangspunt voor een goede chemische en ecologische status van alle wateren in 2027. De KRW is niet vrijblijvend. Het halen van de doelen in 2027 vormt een verplichting waaraan de EU economische sancties heeft verbonden. Daarom vraagt de KRW om rapportages van de toestand van oppervlaktewater, grondwater en beschermde gebieden. Hiervoor zijn monitoringsprogramma's opgesteld. Aan de hand daarvan wordt ook bepaald welke maatregelen er genomen moeten worden.

Verschillende auteurs waarschuwen voor het niet halen van KRW-doelen in 2027. Een van de overkoepelende redenen hiervoor is een gebrek aan stroomgebiedbenadering bij lidstaten, een basisprincipe van de KRW (Arle *et al.*, 2016; Voulvoulis *et al.*, 2017). Omdat implementatie van de KRW landelijk plaatsvindt, wordt het belang voor trekvisserij verder beschreven in 4.3.

OSPAR

Voor bescherming van het maritieme milieu in de noordoostelijke Atlantische Oceaan en Noordzee hebben Europese landen die hieraan grenzen de Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR) aangenomen en geratificeerd. In Annex IV van het OSPAR-verdrag is vastgelegd dat partners de kwaliteit van het marine milieu en de impact van menselijke impact erop moeten monitoren waarbij ook inzicht verkregen moet worden in het functioneren ervan. De OSPAR commissie heeft vier monitoring programma's voor vissen opgezet die voornamelijk worden uitgevoerd door de International Council for the Exploration of the Sea (ICES). Voor de monitoring worden bestandsschattingen gemaakt. Uit de laatste rapportage in 2023 bleek dat doelstellingen voor herstel van populaties in de Noordzee niet gehaald worden voor elft, fint, aal, rivierprik en zee-prik. Voor houting, steur en zeeforel was geen of onvoldoende data beschikbaar.

KRM

In 2008 werd de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) gepubliceerd. De KRM verplicht EU-lidstaten tot het vaststellen van een mariene strategie voor eigen zeegebied. Het Nederland heeft op de Noordzee drie gebieden aangewezen: Friese Front, Centrale Oestergronden en Borkumse Stenen. In de toekomst wordt ook de zuidelijke Doggersbank als KRM gebied aangewezen. In de Nederlandse uitwerking is voor trekvisserij opgenomen dat de omvang en toestand van de habitat van de soort geschikt zijn voor de verschillende fasen van de levenscyclus van de soort. Voor een goede milieutoestand is vermindering van barrières opgenomen als indicator. Voor monitoring van trekvisserij wordt gebruik gemaakt van bestaande monitoringsprogramma's voor de KRW. Er gelden geen specifieke monitoringseisen. Rapportage aan de EU wordt uitgevoerd door het samenwerkingsverband Informatiehuis Marien (IHM), waar RWS in deelneemt.

Riviercommissies en Benelux-beschikking vrije vismigratie

Voor afstemming van duurzaam en integraal waterbeheer en het afstemmen van verplichtingen die voortvloeien uit EU-verdragen, -richtlijnen en -verordeningen en de Benelux-beschikking voor vrije vismigratie in de watersystemen van de Benelux (beschikking M(2009)1), zijn riviercommissies opgericht. Voor Nederland zijn de Rijn (ICBR), Maas (Internationale Maascommissie, IMC), Schelde (Internationale

Scheldec commissie, ISC) en Eems (Internationale Stroomgebiedsdistrict Eems, SGD) van belang. RWS levert data en informatie als input voor de rapportages die de riviercommissies opstellen.

De ICBR, IMC en ISC hebben een Masterplan voor trekvis. In deze plannen staat beschreven dat de situatie in de rivieren nog onvoldoende is voor behoud of herstel van trekvissoorten als zalm, paling, elft en steur. In de plannen zijn herstelmaatregelen beschreven, waaronder de aanleg en verbetering van vispassages. In de plannen voor de Rijn en de Maas is ook de herziene Benelux-beschikking voor vrije vismigratie verwerkt, waarin staat dat migratiemogelijkheden in deze rivieren niet mag verslechteren en migratieknelpunten moeten worden opgelost. De plicht tot monitoring van maatregelen zoals aanleg en verbetering van vispassages wordt alleen in het Masterplan trekvis Rijn 2018 genoemd (zie kader). De Masterplannen voor trekvis in Maas en Schelde noemen alleen dat ecologische kennisuitwisseling gestimuleerd moet worden, bijvoorbeeld in expertwerkgroepen. Van de SGD kon geen plan voor trekvis gevonden worden.

EU Aalverordering

Binnen de EU heeft de Europese aal een aparte beschermingsstatus. Om de soort voor uitsterven te behoeden is de EU Aalverordering (EC 1100/2007) aangenomen. De verordening schrijft voor op welke wijze lidstaten hun Aalbeheerplannen dienen op te stellen ten behoeve van de bescherming van de Europese aal. Elk Aalbeheerplan heeft het doel de antropogene sterfte van aal te verminderen, zodat met grote waarschijnlijkheid ten minste 40 % van de biomassa van de schieraal naar zee kan uittrekken. Hierbij gaat om 40% ten opzichte van de beste schatting van de uittrek die zou hebben bestaan indien het bestand niet door antropogene invloeden was beïnvloed.

Naast bestandschattingen schrijft de EU Aalverordering ook diepgaandere monitoring voor waar telemetrie technieken voor worden ingezet. De verantwoordelijkheid ligt hiervoor bij LNV, hoewel LNV ook gebruik maakt van voorzieningen van RWS voor de evaluatie, zoals het NEDAP Trail System®.

Nieuwe natuurherstelwet (green deal)

Meer dan 80% van de EU's natuurgebieden is in slechte staat. De Europese Commissie heeft op 22 juni 2022 een verordening inzake natuurherstel voorgesteld om bij te dragen aan het lange termijn herstel van beschadigde natuur in de land- en zeegebieden van de EU en om de EU-doelstellingen voor klimaat en biodiversiteit te verwezenlijken. Volgens de Commissie zou de nieuwe wet aanzienlijke economische voordelen opleveren, aangezien elke geïnvesteerde euro ten minste €8 aan uitkeringen zou opleveren. Het Europees Parlement benadrukt dat het herstel van het ecosysteem van cruciaal belang is voor de bestrijding van klimaatverandering en het verlies aan biodiversiteit, en dat dit herstel de risico's voor voedselonzekerheid vermindert. Het Europees Parlement benadrukt dat de nieuwe wet moet helpen om de internationale verbintenissen van de EU na te komen, met name het mondiale biodiversiteitskader van de VN Kunming-Montreal.

ICBR Masterplan trekvis:
"Om de maatregelen in het kader van het Masterplan trekvis Rijn duurzaam succesvol te laten zijn, volstaat het niet alleen nieuwe vispassages voor stroomopwaartse en stroomafwaartse migratie aan te leggen, maar moet ook de **functionaliteit van bestaande vismigratievoorzieningen worden gecontroleerd** om eventueel noodzakelijke optimalisaties te kunnen uitvoeren."

Eén van de doelen van de nieuwe EU-natuurherstelwet is 25.000 km vrij stromende rivieren tegen 2030 te verwirkelijken in de EU door middel van het wegnemen van barrières. Lidstaten zijn met de wet verplicht om tweejaarlijks te rapporteren met nationale herstelplannen. In een recente publicatie laten Stoffers *et al.* (2024) echter zien dat de nieuwe wet veel interpretatieruimte biedt voor de precieze invulling hiervan.

4.3 NATIONALE WET- EN REGELGEVING

Wet Natuurbescherming / Omgevingswet

Bovengenoemde richtlijnen, verdragen, afspraken en verordening zijn voor een groot deel uitgewerkt en geïmplementeerd in nationaal beleid en nationale wetgeving. Wettelijke bescherming van trekvissen is vastgelegd in de Wet Natuurbescherming. Sinds 1 januari 2024 is de Wet Natuurbescherming opgegaan in de Omgevingswet. De Omgevingswet biedt nu de richtlijnen voor regels en maatregelen die trekvissen beschermen.

De bescherming van soorten uit bijlage IV en V en de aanwijzing van beschermde gebieden voor soorten uit bijlage II van de Habitatrichtlijn zijn verwerkt in de Omgevingswet. Daardoor geldt voor steur en houting een strikte vorm van bescherming. Ook voor elft, fint, rivierprik en zalm gelden regels ten aanzien van bescherming. In de omgevingswet zijn voornamelijk verbodsbepalingen opgenomen voor het doden, vangen of verstoren van dieren. Op gebiedsniveau geldt dat voortplantingsplaatsen of rustplaatsen niet beschadigd of vernield mogen worden. Daarnaast is in de wet vastgelegd dat voor al deze soorten speciale beschermingszones moeten worden aangewezen. Dit is tot op heden echter nog niet voor elke soort gedaan (<https://www.sportvisserijnederland.nl/vispas/visserijwet-en-regels/binnenwater/bescherming-vissoorten.html>). Opvallend is dat in de Omgevingswet vooral gedetailleerd is omschreven wat niet mag, maar is minder goed vastgelegd wat wél gedaan moet worden om bijvoorbeeld trekvissen te beschermen of te behouden. Monitoring van trekvissen is in de Omgevingswet alleen vastgelegd voor soorten die zijn opgenomen in de Habitatrichtlijn. Hierbij is LNV verantwoordelijk voor het verzamelen van de benodigde gegevens die voortvloeien uit rapportageverplichtingen van de Habitatrichtlijn.

Nederlands beleid Kader Richtlijn water (KRW)

De Europese KRW schrijft voor dat Nederland de ecologische kwaliteit van aquatische ecosystemen uiterlijk in 2027 sterk verbeterd moet hebben. Op nationaal niveau is voor een groot aantal watertypen uitgewerkt aan welke doelen deze in 2027 moeten voldoen in zogenaamde KRW-maatlatten.

Vissen worden gebruikt als indicator voor hydromorfologie en connectiviteit in rivieren. In verschillende KRW-maatlatten zijn daarom trekvissoorten opgenomen als indicator voor de ecologische kwaliteit van betreffende wateren. Zo zijn in de Nederlandse KRW maatlat voor langzaam stromende rivieren (R7/R8) 11 diadrome trekvissoorten opgenomen: steur, elft, fint, aal, houting, driedoornige stekelbaars, rivierprik, zeeprik, bot, zalm en spiering. Voor de beoordeling van de ecologische staat van rivieren is het aantal diadrome soorten bij monitoring met boomkorvisserij maatgevend in de deelmaatlat: zeer goed: 9 of meer soorten; goed: 8-9; matig: 5-7; ontoereikend: 3-4; slecht: <3. Daarnaast is de mate van connectiviteit een criterium voor de beoordeling van riviersystemen. De aanwezigheid en herstel van trekvissen is daarbij sterk verbonden aan de mate van connectiviteit (Pess *et al.*, 2014).

Voor KRW-monitoring wordt onderscheid gemaakt tussen toestand & trendmonitoring (T&T), operationele monitoring (OM) en monitoring voor nader onderzoek (MVO). Voor T&T wordt minimaal zesjaarlijks periodiek bestandsmonitoring uitgevoerd. Als een water volgens T&T niet voldoet, kan operationele monitoring worden ingezet om het effect van een combinatie aan maatregelen te beoordelen. Als de reden voor het niet halen van KRW-doelstellingen onbekend is en het bereiken van doelstellingen niet gehaald dreigt te worden, dan stelt de KRW aanvullende monitoring verplicht. In de praktijk wordt aanvullende monitoring zelden uitgevoerd, soms wordt besloten om aanvullend bestandsonderzoek te doen. Hiermee wordt echter nog steeds geen antwoord op onderliggende ecologische vragen gegeven.

Landelijke Rode Lijst

Net als de IUCN Red List geeft de landelijke Rode Lijst een overzicht van soorten die zijn verdwenen of dreigen te verdwijnen. De meest recente Rode Lijst is vastgesteld door het Ministerie van LNV. LNV bevordert onderzoek en werkzaamheden nodig voor bescherming en beheer. Net als de internationale IUCN Red List heeft de landelijke Rode Lijst geen juridische status en gelden er geen monitoringsverplichtingen. Voor het samenstellen van de lijst wordt gebruik gemaakt van bestaande kennis. Op de rode lijst staan de volgende trekvissoorten: beekprik, barbeel, fint, kopvoorn, sneep, steur en winde. Aal, zalm, elft, houting, rivierprik, zeeforel en zee-prik staan niet op de landelijke Rode Lijst omdat ze zich buiten Nederland zouden voortplanten. Voor in ieder geval rivierprik en houting is dit mogelijk onterecht.

Nederlands Aalbeheerplan

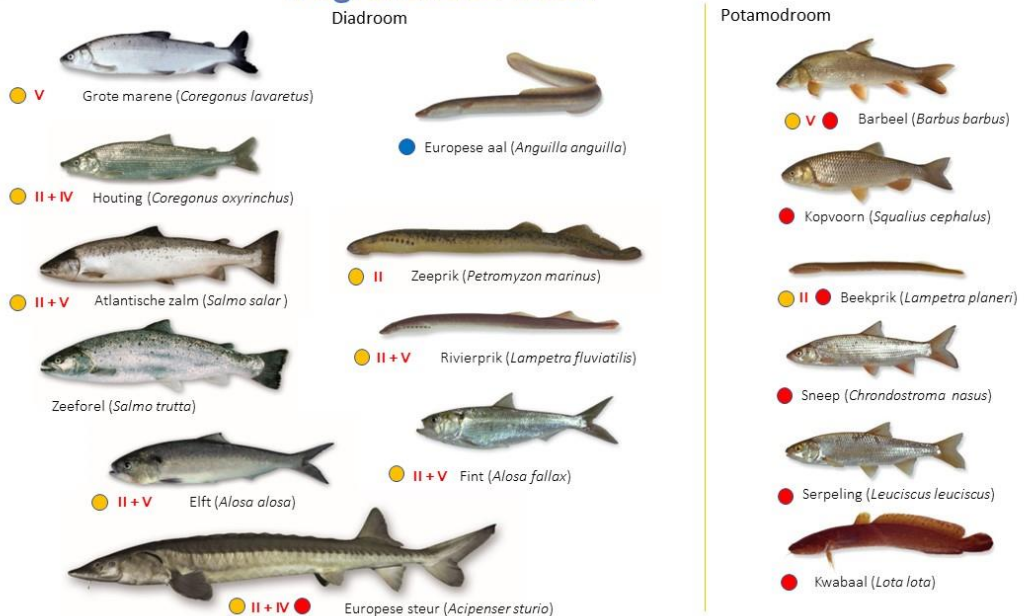
De Europese Aalverordening is landelijk uitgewerkt in het Nederlands Aalbeheerplan. Omdat de Eems, Rijn, Maas en Schelde in Nederland een gezamenlijke rivierdelta hebben, wordt Nederland voor de bescherming van aal als één stroomgebied benaderd. Daarom heeft LNV één Aalbeheerplan opgesteld voor heel Nederland.

In het Aalbeheerplan is de Europese doelstelling van minimaal 40% uittrek van schieraal opgenomen. Ook is het Aalbeheerplan opgenomen in ministeriële besluiten. Hierin staan maatregelen beschreven voor vangstbeperkingen, habitatverbeteringen en vermindering van sterfte door waterkrachtcentrales en andere vismigratie barrières. De doelstelling van het Aalbeheerplan is om op de lange termijn een uittrek van 5.200 ton schieraal per jaar te realiseren. Monitoring voor het Nederlands Aalbeheersplan vindt vanwege de duidelijke migratiedoelstellingen niet alleen plaats met bestandsmonitoring maar ook met telemetrie. Hoewel de verantwoordelijkheid bij LNV ligt, vindt het onderzoek (ook) plaats in Rijkswateren met telemetrievoorzieningen van RWS.

Beschermingsstatus

- Habitatrictlijnen
- Rode Lijst
- Aalverordering

Migrerende vissen



Figuur 2. Overzicht voor een selectie migrerende vissoorten in Nederland met de bijbehorende beschermingsstatus van habitatrictlijn, Rode Lijst en Aalverordering (foto's: Sportvisserij Nederland).

4.4 SAMENVATTING VAN WET- EN REGELGEVING VOOR TREKVISSEN

In de nationale en internationale wet- en regelgeving is voor trekvisserij in het algemeen en verschillende trekvissoorten in het bijzonder een stevig beschermingsregime vastgelegd. Nederland heeft vanwege committering aan een groot aantal verdragen en samenwerkingsverbanden de taak om maatregelen te nemen voor behoud en herstel van trekvisserij. Daarnaast heeft Nederland de taak om deze maatregelen te evalueren.

In de meeste internationale afspraken is alleen algemeen beschreven welke informatie in rapportages verwerkt moet worden. Landen geven daarom veelal hun eigen invulling aan de methodiek om benodigde informatie te verzamelen. Nederland rapporteert aan de EU en de VN. In de meeste gevallen is LNV verantwoordelijk voor rapportage (zie tabel 1), al levert RWS voor een aantal van deze rapportages wel benodigde informatie aan. In de praktijk wordt informatie voor rapportages voornamelijk verkregen uit bestands- en soortensamenstelling monitoring. Monitoring van de mate van connectiviteit van watersystemen voor trekvisserij en het ecologisch functioneren vindt in mindere mate plaats. Gezien de staat van veel trekvissoorten is wel meer inzicht nodig in deze onderliggende oorzaken.

Tabel 1. Overzicht van wet- en regelgevende instrumenten die van toepassing zijn op trekvissen die in Nederland voorkomen. Per instrument zijn de status en informatiebehoefte weergegeven. Ook is aangegeven wie binnen Nederland verantwoordelijk is voor rapportage.

	status	informatie behoefte	rapportage verantwoordelijkheid
IUCN Red List	Mondiale IUCN lijst, niet bindend	geen	LNV
UNCLOS	VN-zeerechtverdrag, onduidelijke juridische status	Regelmatig verstrekken van data die relevant is voor behoud van visbestanden	?
Bonn-conventie	Internationaal verdrag voor bescherming van migrerende soorten	Driejaarlijkse rapportage aan de VN over de monitoring van effecten van maatregelen (alleen Europese steur)	LNV
Bern-conventie	Verdrag van de Raad van Europa voor behoud van wilde dier- en plantsoorten, geïmplementeerd in de Habitatrictlijn	Zie Habitatrictlijn	LNV
Habitatrictlijn	EU-richtlijn waarin behoud van verschillende trekvissoorten is vastgelegd (vnl. uit Bern-conventie), verwerkt in Omgevingswet	Tweejaarlijks verstrekken van wetenschappelijke beoordelingen van trekvissoorten	LNV
Natura 2000	Europees netwerk van natuurgebieden, gebaseerd op de Vogel- en Habitatrictlijn, verwerkt in Omgevingswet	Zie Habitatrictlijn	LNV (deels in beheer bij RWS)
KRW	Europese richtlijn voor herstel van aquatische ecosystemen, verplichting om in 2027 een goede ecologische status te bereiken, verwerkt in Omgevingswet	Zesjaarlijkse bestandmonitoring, aanvullende monitoring is verplicht als doelstellingen niet worden gehaald	RWS
OSPAR	Internationaal verdrag voor bescherming van het mariene milieu in de NO Atlantische Oceaan	Monitoren van de kwaliteit van mariene milieu en menselijke impact met bestandsschattingen	LNV/ICES
KRM	Europese richtlijn voor bescherming van Europese Zeeën en oceanen	Periodiek rapporteren over doelen, maatregelen en monitoring van aangewezen zeegebieden.	IHM (o.a. RWS)
EU Aalverordening	EU-verordening voor de bescherming van de Europese aal, verwerkt in Omgevingswet	Maken van bestandschattingen en meten van migratie en uittreksucces met telemetrie	LNV
Riviercommissies	Multilateraal samenwerkingsverband voor afstemming van integraal waterbeheer voor de Benelux, Frankrijk en Duitsland	Zie Benelux-beschikking vrije vismigratie	RWS
Benelux beschikking vrije vismigratie	Verdrag voor het herstellen van vrije vismigratie in ecologisch belangrijke waterlopen in de Benelux	Regelmatig uitwisselen van wetenschappelijke informatie en gegevens, driejaarlijkse rapportage aan comité van ministers over afstemming, planning en genomen maatregelen	RWS
Omgevingswet	Overkoepelende nationale natuurwet waarin Europese wet- en regelgeving is verwerkt	Monitoring trekvissen die zijn opgenomen in de Habitatrictlijn, zie ook KRW, EU Aalverordening	LNV/RWS
Landelijke Rode Lijst	Nationale uitwerking van de IUCN Red List	-	-
Nederlands Aalbeheerplan	Nationale uitwerking van de EU Aalverordening met maatregelen voor vangstbeperkingen, habitatverbeteringen en onderzoek	Zie EU Aalverordening	LNV

5 INFORMATIEBEHOEFTE EN MONITORINGSTRATEGIE

5.1 INFORMATIEBEHOEFTE

Uit hoofdstuk 4 is gebleken dat de Nederlandse overheid een groot aantal taken heeft ten aanzien van instandhouding, herstel en monitoring van trekvissen. RWS voert deze taken uit in Rijkswateren en verstrekt voor rapportage benodigde informatie aan het kabinet. Op haar beurt legt het kabinet namens Nederland verantwoording af aan Europese en mondiale instanties.

Voor in Nederland voorkomende trekvissen betekent dit dat kennis en informatie verzameld moet worden over de samenstelling en omvang van betreffende visbestanden. Naast monitoring van visbestanden blijkt uit committering aan Europese en mondiale afspraken dat Nederland ook verplichtingen heeft om onderzoek te doen naar connectiviteit van watersystemen en de ecologie van trekvissen. Daarbij gaat het slecht met vrijwel alle trekvissen in Nederland, wat de noodzaak tot nader onderzoek verder versterkt.

Voorals het niet goed gaat met een trekvissoort, is kennis en informatie over onderliggende ecologische factoren nodig. Zo lijden rivierecosystemen bijvoorbeeld aan de gevolgen van klimaatverandering (Palmer *et al.*, 2009; Omerod & Durance, 2012; Pletterbauer *et al.*, 2018) en kan de opkomst van andere soorten zoals meerval en bultrugzalm negatieve effecten hebben op trekvissen (Claus *et al.*, 2021; van Rijssel *et al.*, 2022; Lennox *et al.*, 2023). In Rijkswateren vormt de aanleg van barrières zoals stuwen en waterkrachtcentrales een belemmering voor vrije vismigratie. Deze ecologische veranderingen kunnen leiden tot veranderingen in de diversiteit aan vissoorten en connectiviteit van rivieren met nevenstromen, meren, estuarium en zee (Daufresne & Boët, 2007; Lin *et al.*, 2017).

Monitoring van trekvissen is ook nodig om regionale, nationale en internationale maatregelen voor trekvissen te evalueren. In de afgelopen jaren zijn namelijk honderden miljoenen euro's besteed aan vismigratievoorzieningen, zoals het Kierbesluit. Ook zijn er honderden vispassages aangelegd of verbeterd door het hele land. Een voorbeeld hiervan is het project Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden (EVZ-NZK) waarbij RWS samen met lokale waterbeheerders tientallen vispassages heeft aangelegd tussen schutsluizen en gemalen om zo te kunnen voldoen aan visdoelstellingen van de KRW. Met telemetrie is voor dit project in kaart gebracht hoe standvissen uit het Noordzeekanaal gebruik maken van de nieuwe verbindingen met aanleggende boezems en polders (Griffioen *et al.*, 2023). Een ander voorbeeld is Vispassage Doesburg, een vertical slot vispassage die sinds 2019 de Gelderse IJssel verbindt met de Oude IJssel. Vispassage Doesburg is de grootste vispassage van Nederland en overbrugt een hoogteverschil van 5 meter. Met monitoring is hier onderzocht of de vispassage werkt en worden vissen met gevolgd telemetrie. Zo zijn hier 15 rivierprikken voorzien van een akoestische zender die over de hele route gevolgd kunnen worden (<https://onzeijssel.nl/verhalen/268/rivierprik-op-de->).

Naast aangepast sluisbeheer en de aanleg van vispassages zijn ook verschillende nevengeulen aangelegd of hersteld, zowel voor het behalen van KRW-doelstellingen als doelen vanuit de projecten 'Ruimte voor de Rivier' en 'Maaswerken'. Voor verdere verbetering van de connectiviteit worden op dit moment nog meer maatregelen uitgevoerd en gepland. Binnen enkele jaren zal de Vismigratierivier in de Afsluitdijk bij Kornwerderzand bijvoorbeeld klaar zijn. Ook gaat RWS verschillende projecten vanuit de Programmatische Aanpak Grote Wateren uitvoeren waarin connectiviteit één van de doelstellingen is. Daarnaast bevatten rivieren en beken veel migratiebelemmeringen, zoals waterkrachtcentrales waarvan vergunningverlening afhankelijk is van effecten op migrerende vissen.

Voor trekvissen is het voor al deze situaties van belang om naast hun populatiegroottes ook inzicht te hebben in hun migratiepatronen omdat deze vertellen hoe, waar en wanneer ze gebruik maken van de verschillende habitats en routes. In Nederland worden trekvissen gemonitord in verschillende monitorings- en onderzoeksprogramma's, hiermee worden nu de wettelijke verplichtingen bedient (KRW en N2000). De vraag is in hoeverre deze monitoringsprogramma's voorzien in de informatiebehoefte die nodig is voor het behouden en beschermen van trekvissen en in hoeverre meer inzicht nodig is in het functioneren van trekroutes en voor optimalisatie van knelpunten. In dit hoofdstuk is beschreven hoe monitoring van trekvisbestanden plaatsvindt en wat de staat van deze bestanden is. Ook is beschreven in hoeverre monitoring van vismigratie plaatsvindt. Daarbij is vastgesteld of de huidige monitoringsinspanningen voldoen aan de informatiebehoefte voor het beheer en behoud van trekvissen.

5.2 BESTAANDE MONITORINGSPROGRAMMA'S

MWTL en WOT

Onderzoek naar de samenstelling en omvang van visbestanden en soortensamenstelling vindt in Nederland uitvoerig plaats met het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) en programma's voor Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) WOT-Natuur en Milieu en WOT-Visserij Onderzoek. RWS is verantwoordelijk voor monitoringsprogramma's binnen MWTL. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is verantwoordelijk voor monitoring binnen WOT. Monitoring aan trekvissen wordt zowel binnen MWTL als WOT uitgevoerd door Wageningen University & Research en daaraan verbonden onderzoeksinstituten en ondersteunende NGO's.

LNV financiert monitoring in en rond IJsselmeer en Markermeer, glasaalmonitoring en monitoring van visserijaanlandingen. RWS financiert monitoring in overige zoete Rijkswateren en overgangswateren (Keeken, 2023). Keeken (2023) geeft een overzicht van 17 vismonitoringsprogramma's die vanuit MWTL of WOT worden uitgevoerd. Monitoring vindt actief en passief plaats. Actieve monitoring wordt uitgevoerd met boomkor, kuilen, elektroschepnet, zegen en kruisnet. Passieve monitoring wordt uitgevoerd met staand wand, zalmsteken, fuiken, ankerkuil, glasaaldetector en vangstregistraties van beroepsvisserij.

De structurele vismonitoringsprogramma's zijn primair bedoeld om bestandschatting en een soortensamenstelling te maken voor toetsing van KRW en KRM doelstellingen en Natura 2000 instandhoudingsdoelen. Secundair worden de gegevens gebruikt voor internationale rapportage en verantwoording. Monitoring of onderzoek aan migratiegedrag en ruimtelijk gebruik van vissen met telemetrie vindt niet plaats binnen structurele landelijke monitoringsprogramma's. Een uitzondering op dergelijk bestandonderzoek vormt het driejaarlijks telemetrie onderzoek aan uittrekkende schieraal voor de Europese Aalverordening en het Nederlandse Aalbeheerplan dat door LNV werd uitgevoerd met het NEDAP Trail System® wat is aangelegd door RWS. Ook wordt aanvullend voor monitoring voor de glasaalindex glasaal gemerkt en terug gevangen. Hiermee wordt voldaan aan het Nederlandse Aalbeheerplan (Griffioen, pers. comm., 2023). Naast telemetrie onderzoek aan aal, is in het Kierbesluit ook opgenomen om het Kierbesluit te evalueren met telemetrie, waar ook het NEDAP Trail System® voor gebruikt wordt.

Toestand van trekvisbestanden

De trekvisbestanden in Nederland staan er slecht voor. Voor de Habitatrichtlijn hebben Adams *et al.* (2020) de Staat van Instandhouding (SvI) vastgelegd voor zeeprik, rivierprik, fint, zalm en houting. Deze soorten bleken een matige of slechte SvI te hebben. Voor de situatie na 2007 konden vanwege gebrekkige gegevens geen trendanalyses uitgevoerd worden voor trekvissoorten. Alleen voor zalm waren voldoende

gegevens aanwezig. Na een korte toename tot 2010 in de Waal, is ook deze soort verder afgenomen (Van Rijssel *et al.*, 2023).

Uit de passieve fuikmonitoring van MWTL blijkt dat diadrome soorten afnemen. In deelmaatlaten voor de KRW scoren trekvissen ook slecht, hoewel dit door een gebrekkige monitoringsmethode veroorzaakt kan worden (Van Rijssel *et al.*, 2023). Een expert-judgement uit 2018 laat eenzelfde beeld zien voor zalm, noordzeehouting en rivierprik (Bijlsma *et al.*, 2018).

Beperkingen van MWTL en WOT

De structurele monitoringsprogramma's MWTL en WOT zijn voornamelijk gericht op het verkrijgen van kennis over de samenstelling en omvang van vispopulaties met beperkte inspanning voor onderzoek naar vismigratie. Met de monitoring kan goed inzicht verkregen worden in de staat van vissoorten die jaarrond gelijkmatig verspreid zijn over de Nederlandse Rijkswateren of tijdens de monitoring goed vangbaar zijn. Voor monitoring van trekvissen zijn de monitoringprogramma's minder goed geschikt. Jaarronde monitoring vindt namelijk slechts op een beperkt aantal locaties plaats, waardoor veel trekvissen gemist worden in de monitoring.

Uit een evaluatie van Jaarsma & Mandemakers (2022) blijkt dat de MWTL-vismonitoring in Rijkswateren in de basis voldoende data levert voor KRW-toetsing, maar dat de methodiek voor verschillende watertypen en vissoorten niet altijd geschikt is. Ook voor het toetsen van Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen blijkt de vangstmethodiek onvoldoende geschikt. Veel trekvissoorten worden door hun beperkte, tijdelijke en lokale voorkomen in Nederlandse wateren gemist tijdens monitoringsrondes. In 15 soortgebiedscombinaties worden alleen nul-waarnemingen gedaan. Bijvoorbeeld in de zee- en kustwateren worden habitatrichtlijnsoorten fint, rivierprik en elft daarom niet geëvalueerd met MWTL, maar met incidenteel onderzoek, gerichte fuikmonitoring of beoordelingen op basis van expert-judgement. Verschillende auteurs bevelen daarom een aanpassing van de MWTL-methodiek aan waarbij monitoring op meer plaatsen en op meer momenten soort- en habitatgericht wordt uitgevoerd (Griffioen *et al.*, 2019; Jaarsma & Mandemakers, 2022; Van Rijssel *et al.*, 2023).

Naast de vangstmethodiek is ook de inspanning van structurele monitoringsprogramma's in sommige gevallen ontoereikend om te kunnen voorzien in de informatiebehoefte voor het behouden en herstellen van trekvissen. In verschillende rijkswateren vindt monitoring slechts eens in de 3 jaar plaats of op een te beperkt aantal locaties. Voor goede modelmatige bestandsbeoordelingen adviseren Bos *et al.* (2020) daarom om de inspanning voor sommige soorten en locaties op te voeren.

Een belangrijke beperking van de huidige monitoringsprogramma's is het gebrek aan inzicht in de ecologische oorzaken die verantwoordelijk zijn voor de staat van een soort. Aanpassing van de methodiek in de verschillende bestandmonitoringsprogramma's kan zorgen voor verbetering van bestandopnames, maar geven ook dan geen ecologisch inzicht. Voor veel vissoorten is daarom nog onduidelijk waarom wel of juist geen herstel optreedt en welk effect genomen maatregelen hebben (Broekmeyer & Pleijte, 2016).

5.3 MIGRATIE ONDERZOEK MET TELEMETRIE

Telemetrie

Traditioneel wordt voor het monitoren van vissen verschillende visserijmethodes ingezet, zoals het vissen met kruisnetten, fuiken, boomkorren of zegens. Voor monitoring van glasaal worden tegenwoordig ook glasaalcollectors ingezet (Bergsma *et al.*, 2020). Met dergelijke bestandsonderzoeken kan waardevolle informatie verzameld worden over het aantal soorten en aantal individuen dat in een watersysteem

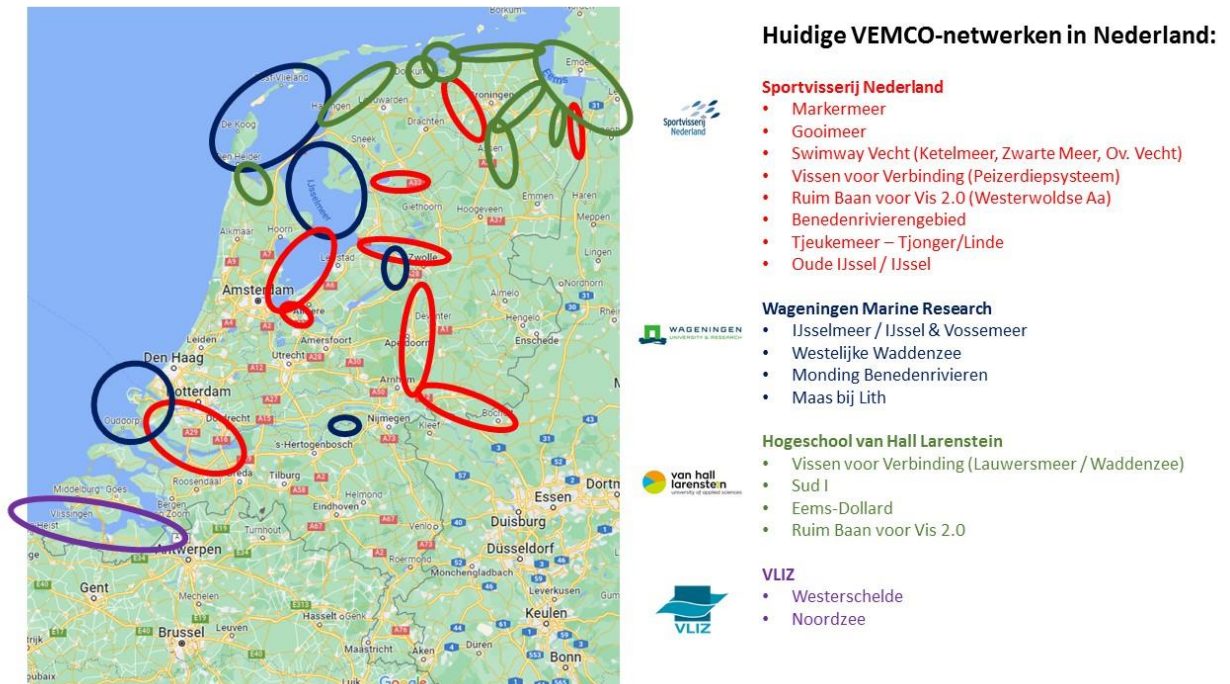
voorkomt. Indirect kunnen ook migratiepatronen bestudeerd worden, maar dergelijk onderzoek levert alleen momentopnames op. Voor het begrijpen, beschermen en beheren van vissen is meer gedetailleerde informatie nodig over visgedrag en habitatgebruik (Thorstad *et al.*, 2013; Brownscombe *et al.*, 2022). Deze informatie kan alleen goed met telemetrie verkregen worden (Lucas & Baras, 2001; Pincock *et al.*, 2010; Thorstad *et al.*, 2013; Reubens *et al.*, 2019b; Brownscombe *et al.*, 2022; Brevé, 2023; Buyse, 2023; Dijkstra, 2023; Griffioen, 2023; Reubens, 2023; Winter, 2023).

Vanwege alle beperkingen van bestandsonderzoek, vindt in Nederland als aanvulling op de structurele monitoringsprogramma's MWTL en WOT ook projectmatig onderzoek met telemetrie plaats aan trekvissen. De telemetrie onderzoeken met het NEDAP Trail System® (zie hoofdstuk 3) zijn hier een goed voorbeeld van: hoewel ooit ontwikkelt voor het volgen van salmoniden door Rijkswateren wordt dit systeem tegenwoordig onder andere ingezet om effecten van het Kierbesluit op vissen te onderzoeken. De financiering van deze projecten wisselt, vaak worden de onderzoeken bekostigd vanuit RWS (regionaal Rijkswateren beheer of projecten en WVVL), LNV, waterschappen, (inter)nationale onderzoeksfondsen of een combinatie daarvan.

Naast telemetrie onderzoek met het Nedap Trail System® wordt in Nederland ook gewerkt met Passive Integrated Transponder (PIT) telemetrie en akoestische telemetrie (zie hoofdstuk 7 voor toelichting van de technieken). Griffioen *et al.* (2022) hebben bijvoorbeeld migratie van zoetwaterstandvis door vispassages tussen Noordzeekanaal en omliggende boezems en polders onderzocht door duizenden vissen te voorzien van PIT tags vanuit het EVZ-NZK project.

Akoestische telemetrie

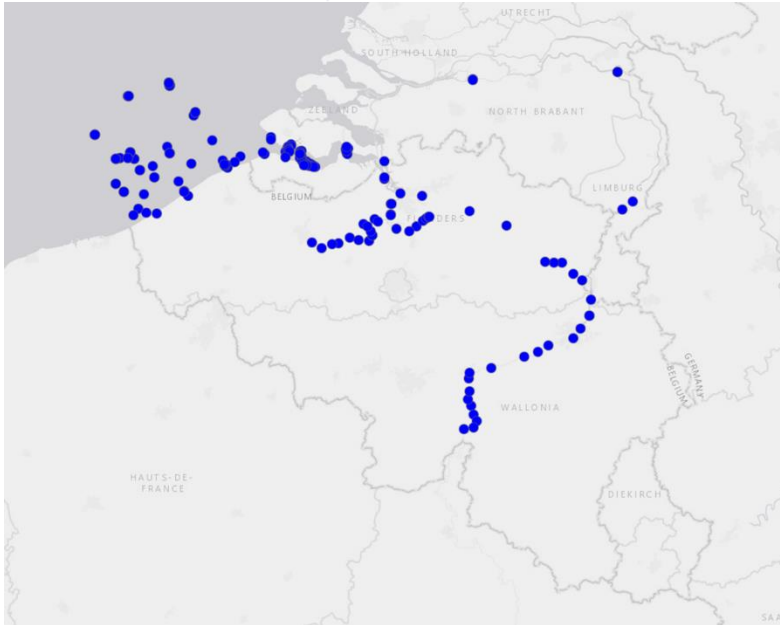
Vanwege de brede toepasbaarheid wordt akoestische telemetrie tegenwoordig het meest gebruikt voor ecologisch onderzoek aan trekvissen. De Waddenzee, Voordelta, IJsselmeer, Markermeer, grote rivieren, andere Rijkswateren en daarmee verbonden watersystemen zijn voorzien van een verschillende lokale netwerken met akoestische receivers (figuur 3). Hiermee kunnen trekvissen door een steeds groter deel van Nederland gevolgd worden en wordt steeds meer inzicht verkregen in habitatgebruik van verschillende soorten (Edwards *et al.*, 2021; Tulp *et al.*, 2022). Met deze onderzoeken worden ook soorten gevolgd die (deels) gemist worden door structurele monitoringsprogramma's, zoals fint, houting, rivierprik en zeeprik (Griffioen, pers. comm.; Winter, pers. comm., 2023). Deze soorten komen namelijk slechts korte tijd op een beperkt aantal plaatsen voor (van Rijssel *et al.*, 2023).



Figuur 3. Overzicht van huidige projectmatige akoestische telemetrie netwerken in Nederland. Per onderzoeksgebied is aangegeven welke organisatie het betreffende netwerk beheert en onder welk project. Het netwerk in de Westerschelde en Noordzee wordt door zowel VLIZ als INBO onderhouden. Uit: Kamman (pers. comm).

Een deel van het vismigratie onderzoek dat in Nederland plaatsvindt, wordt uitgevoerd door Vlaamse onderzoeksinstituten. Een gezamenlijk onderzoek van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) en Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) naar de invloed van windmolenparken op kabeljauwverspreiding in 2009 gaf de aanzet tot de aanleg van een akoestisch meetnetwerk voor de Belgische kust (Reubens *et al.*, 2013). Vervolgens is het netwerk uitgebreid tot een permanent meetsysteem van ongeveer 120 ontvangers in zoetwater, zee en overgangsgebieden zoals de Schelde en Westerschelde: het Permanent Belgian Acoustic Receiver Network (PBARN).

VLIZ en INBO beheren sindsdien samen een akoestische meetnetwerk in het Nederlandse deel van de Westerschelde. Daarnaast beheert het Belgische adviesbureau Profish Technology een netwerk aan akoestische receivers in het Waalse en Nederlandse deel van de Maas (figuur 4). VLIZ, INBO en Profish Technology zijn in tegenstelling tot Nederlandse onderzoeksinstituten niet verbonden aan een universiteit of hogeschool. Ze zijn ook niet direct verantwoordelijk voor de uitvoering van landelijke monitoringsprogramma's. Vanwege hun expertise voeren ze wel het grootste deel van het telemetrie onderzoek in België uit dat de Vlaamse, Waalse en federale overheid nodig heeft voor onder andere KRW- en Natura 2000 rapportages (Reubens, pers. comm., 2023).



Figuur 4. Locaties van akoestische receivers die worden beheerd door VLIZ, INBO en Profish.

De onderzoeken van VLIZ en INBO maakten duidelijk dat kennisdeling niet alleen nationaal maar ook internationaal belangrijk was. Daarnaast bleek het belangrijk om vissen meerjarig te volgen. Onderzoek aan fint liet namelijk zien dat gezenderde vissen na uitzet buiten bereik van het PBARN raakten en niet meer gevolgd konden worden. Door waarnemingen in Engelse akoestische netwerken bleken finten bleken deels door het Kanaal richting Cornwall te zwemmen. Een ander deel foerageerde in het najaar in de Waddenzee en werd daar door Nederlandse akoestische netwerken waargenomen. In beide gevallen keerden de finten pas het jaar erna weer terug in de Schelde (Verhelst, pers. comm., 2023).

Om de kennisdeling binnen en buiten België te verbeteren hebben INBO en VLIZ het initiatief genomen om internationale samenwerking bij onderzoek aan vismigratie te versterken met het European Tracking Network (ETN). Binnen het ETN werken ruim 450 wetenschappers uit heel Europa samen. Het Europese netwerk heeft ruim 4.300 meetstations verspreid langs de kust van Europa met enkele meetstations in Afrika, het Midden-Oosten en de Falklandeilanden (figuur 5). Binnen het ETN wisselen deelnemers hun data uit in een gezamenlijk platform. Vissen die voor onderzoek voorzien worden van akoestische transmitters kunnen met het ETN daarmee door heel Europa gevolgd worden. Een deel van de vissen die in Nederlandse onderzoeksprojecten is gezenderd, is ook al teruggezien in het ETN.



Figuur 5. Verspreiding van alle meetnetwerken die onderdeel zijn van het European Tracking Network (ETN). Bron: europeantrackingnetwork.org.

5.4 BEPERKINGEN PROJECTMATIGE ONDERZOEKEN

Ondanks de uitvoerige inspanningen zoals beschreven in 5.3, geven de huidige projectmatige telemetrie onderzoeken aan trekvissen in Nederland nog onvoldoende informatie voor de toetsing van natuurdoelstellingen, evaluatie van maatregelen en het verkrijgen van inzicht in het functioneren van vismigratieroutes en veranderingen in de ecosystemen waarin ze leven. Maatregelen ter bevordering van vismigratie worden naast regionaal ook op nationale schaal uitgevoerd maar worden nu voornamelijk regionaal onderzocht (Reubens *et al.*, 2019; van Leeuwen *et al.*, 2023). Ook zijn veel onderzoeken gericht op de passeerbaarheid van specifieke objecten als de Haringvlietdam, Afsluitdijk of sluiscomplexen (Griffioen *et al.*, 2017; Winter *et al.*, 2019). Na het passeren van dergelijke objecten migreren veel trekvissen nog honderden kilometers verder in en door Nederland. Daarbij komen ze langs een veelvoud aan situaties die hun overlevings- en voortplantingssucces beïnvloeden. De geïnterviewde experts geven allen aan dat de huidige telemetrienetwerken te versnipperd zijn om de effecten van deze situaties te onderzoeken. Veel wateren in Nederland vormen daardoor een black box als het gaat om migratie van trekvissen.

Projectmatige telemetrie netwerken geven op dit moment onvoldoende landelijke dekking om trekvissen goed te kunnen volgen. Ook ontbreekt structurele verankering van deze netwerken in een nationaal monitoringsprogramma terwijl de resultaten wel gebruikt worden voor bijvoorbeeld de beoordeling van verspreiding, populatie, leefgebied en toekomstperspectief van vissoorten uit habitatrichtlijn bijlage II en IV. Daarmee zijn de huidige regionale telemetrie onderzoeken niet altijd geschikt voor het evalueren van beleid en daaruit voortkomende maatregelen. Met het aankomende verdwijnen van het NEDAP Trail System® dreigt ook het enige landelijke meetnetwerk voor onderzoek aan vismigratie te verdwijnen. Dit brengt risico's met zich mee voor de toekomstige informatiebehoefte.

5.5 VERBINDEND MEETNETWERK

Landelijke verbinding

Omdat vissen zich niet aan grenzen van regionale en nationale waterbeheerders houden, is er een noodzaak om individuele vissen langdurig over grote afstanden in verschillende omstandigheden te kunnen volgen. Het probleem is dat het NEDAP Trail System® verdwijnt en de huidige akoestische telemetrie netwerken alleen regionaal dekkend zijn. De geïnterviewde experts en de deelnemende onderzoekers, waterschappen, regionale en internationale afdelingen van RWS op de workshop gaven daarom aan dat de behoefte aan een permanent meetnetwerk in belangrijke verbindende Rijkswateren zeer groot is. Een dergelijk meetnetwerk werd onmisbaar geacht voor continuering van lange-termijn onderzoek aan trekvisen zoals zalm, elft en aal en de evaluatie van de vele vismigratieprojecten waar de afgelopen jaren honderden miljoenen euro's in is gestoken.

De belangrijkste reden die aangegeven werd, is dat de huidige projectmatige onderzoeken met een permanent verbindend meetnetwerk met elkaar gekoppeld kunnen worden. Door een schaalvergroting zal gegevensverzameling veel effectiever, gedetailleerder en goedkoper worden dan wanneer alle benodigde onderzoeken projectmatig uitgevoerd worden. Daarnaast zorgt een permanent verbindend meetnetwerk voor een vermindering van het gebruik van proefdieren doordat met minder gezenderde vissen evenveel of zelfs meer data verkregen kan worden. Griffioen noemde in het interview hierbij een voorbeeld met onderzoek aan schieraal bij een uittreklocatie in Delfzijl. Met enkel een lokaal meetnetwerk kan alleen op die locatie bepaald worden of en hoe schieralen uittrekken naar zee. Schieralen die een andere route nemen door Nederland worden gemist, waardoor meer alen nodig zijn om voldoende inzicht in hun migratiepatronen te verkrijgen.

Uit de gesprekken met alle betrokkenen bleek dat een groot draagvlak aanwezig is om de samenwerking te continueren die op dit moment plaatsvindt bij de uitvoering van bestaande projectmatige onderzoeken aan vismigratie. Uit de interviews en de workshop bleek grote eensgezindheid om met een open houding, goede onderlinge verstandhouding en zonder uitoefening van een eigenbelang elkaar te helpen en van elkaar te leren bij huidige en toekomstige vismigratie onderzoeken. Een mooi voorbeeld hiervan is het gebruik van ontvangers voor akoestische zenders die op dit moment grootschalig uitgewisseld worden tussen waterschappen, NGO's en onderzoeksinstituten.

Internationale samenwerking

Naast regionale en nationale samenwerking werd ook het belang van internationale samenwerking onderschreven. In de eerste plaats houden veel vissen zich niet aan grenzen van landen of waterbeheerders. Daarnaast is er op dit moment een sterke internationale ontwikkeling voor het verbinden van regionale en nationale meetnetwerken in een Europees en deels mondiaal meetnetwerk. Eerdergenoemde voordelen van schaalvergroting gaan ook hier op. Aansluiting van een landelijk meetnetwerk op het internationale meetnetwerk versterkt data-uitwisseling, verminderd proefdiergebruik en zorgt uiteindelijk voor meer samenwerking en draagvlak voor vismigratie onderzoek en maatregelen om migrerende vissen te beschermen. Uiteindelijk zorgt dit voor een steviger kennisfundament voor het bescherming, behoud en herstel van trekvispopulaties.

De noodzaak voor structurele landelijke en internationale telemetrienetwerken wordt ook onderschreven door verschillende internationale toonaangevende wetenschappers. Abecasis *et al.* (2018) beschrijven in een review hoe akoestische telemetrie onderzoeken in Europa oorspronkelijk erg lokaal waren ingericht voor gedragsonderzoek en zeer zelden een landsgrens overschreden, terwijl vismigratie over veel grotere afstand kan plaatsvinden. Naast inzicht in gedrag is inzicht in de ecologische 'drivers' achter migratiegedrag

en habitatgebruik noodzakelijk. Brownscombe *et al.* (2022) beschrijven hoe projectmatige telemetriestudies daar tot nu toe te weinig inzicht in geven. Ze pleitten daarom voor permanente telemetrienetwerken waarin structurele metingen aan omgevingsomstandigheden geïmplementeerd worden. Vanwege de grootschalige verbindingen in aquatische systemen en landsgrensoverschrijdende vismigratie, zouden dergelijk permanente telemetrienetwerken ook grootschaliger opgezet moeten worden. Het permanente meetnetwerk in België was de eerste aanzet voor een dergelijk Europees meetnetwerk waarmee lange-termijn en ecosysteem gerichte monitoring kan plaatsvinden (Reubens *et al.*, 2019b; Matley *et al.*, 2022).

5.6 VISIE INFORMATIE VERZAMELSTRATEGIE

Met de meeste trekvissen in Nederland gaat het slecht. Daarnaast is het huidige kennisniveau over veel trekvissen op dit moment te laag voor behoud en herstel van hun populaties. Voor bescherming, behoud, herstel en rapportages is meer kennis over migratiegedrag en onderliggende ecologie van trekvissen nodig. Deze kennis kan alleen met telemetrie technieken verkregen worden.

Voor de kennis die nodig is om natuurdoelstellingen te toetsen, beheersmaatregelen te nemen en te evalueren, inzicht te krijgen in huidige en toekomstige veranderingen in ecosystemen en vismigratieroutes en het bevorderen van regionale en internationale onderzoeken en samenwerking is monitoring van vismigratie met een permanent verbindend telemetrienetwerk in Rijkswateren wenselijk. Daarnaast is een dergelijk meetnetwerk ook wenselijk om dataverzameling van projectmatige onderzoeken effectiever en goedkoper te maken en proefdiergebruik te verminderen.

6 VERKENNING METHODIEK

6.1 MONITORINGSTECHNIEKEN

Uit voorgaande hoofdstukken blijkt dat telemetriesystemen wenselijk zijn voor onderzoek naar het gedrag van trekvis. Voor het bepalen van de juiste methodiek voor een verbindend meetnetwerk voor vismigratie in Rijkswateren is daarom een compleet overzicht gemaakt van wereldwijd beschikbare telemetrie technieken. Per techniek is beschreven welke voor- en nadelen deze heeft voor toepassing in een verbindend meetnetwerk in Rijkswateren. Daarbij is meegewogen in hoeverre de techniek geschikt is om individuele vissen langdurig over grote afstanden in verschillende omstandigheden te kunnen volgen. Met de analyse en afweging is een preferente telemetrie techniek vastgesteld.

pop-up satellite tags (PSAT's) & data storage tags (DST's)

Telemetriesystemen kunnen op individueel niveau aangeven waar een vis zich op een bepaald moment bevindt. Voor onderzoek aan vogels wordt meestal gebruik gemaakt van transponders die de GPS locaties vastleggen of doorgeven aan en grondstations (Shamoun-Baranes *et al.*, 2012; Bouten *et al.*, 2013; Bridge *et al.*, 2013). GPS-signalen worden echter geabsorbeerd door water waardoor ze vrijwel niet geschikt zijn voor permanente vistelemetrie. GPS transponders zijn voor vissen alleen inzetbaar als ze minimaal een keer aan het wateroppervlak komen.

Een voorbeeld van dergelijke transponders zijn pop-up satellite tags (PSAT's) die aan de buitenzijde van een vis vastgemaakt worden en na een bepaalde periode loslaten, bovendien, de betreffende locatie vastleggen en de verzamelde data doorsturen. Hiermee kunnen grotere vissen gevolgd in gebieden waar andere telemetrienetwerken niet inzetbaar zijn, zoals de open oceaan (Lutcavage *et al.*, 1999; Righton *et al.*, 2016). Soms worden ook data storage tags (DST's) ingezet om bijvoorbeeld met dieptemetingen inzicht te krijgen in verticale migratie van vissen (Godø & Michalsen, 2000). Een nadeel van PSAT's en DST's is dat de tags weinig (PSAT) of geen (DST) locatie-informatie opslaan. Daarnaast moeten DST's teruggevonden worden om de data uit te kunnen lezen.

PIT

Voor migratie onderzoeken aan vispassages wordt vaak gebruik gemaakt van 'Passive Integrated Transponder' (PIT) telemetrie (Quintella *et al.*, 2005; Teixeira & Cortes, 2007). Bij PIT telemetrie wordt gebruik gemaakt van kleine transponders zonder batterij, waardoor ook kleine trekvis als driedoornige stekelbaars nauwkeurig en langdurig gevolgd kunnen worden (Castro-Santos *et al.*, 1996; Huisman, 2015). PIT's werken na implantatie een visleven lang. Ze worden geactiveerd als ze in het bereik van een elektromagnetisch veld van een PIT antenne komen. Het antenneveld wekt een stroom op in de PIT, die vervolgens een signaal uitzendt dat door dezelfde antenne opgevangen wordt. Het bereik van PIT antennes is echter laag (<1m). Ook moeten vissen voor een goede detectie door de lus van een detectieantenne zwemmen. Hierdoor is deze techniek onvoldoende geschikt voor toepassing op groot water met scheepvaart.

NEDAP Trail System®

Het NEDAP Trail System® is een telemetrie techniek vergelijkbaar is met PIT telemetrie. Het belangrijkste verschil is dat een NEDAP transponder wel een batterij heeft, waardoor deze een veel sterker signaal uitzendt als een gezenderde vis over een NEDAP antenne zwemt. Het detectiebereik van het NEDAP Trail System® is daardoor enkele tientallen meters. Ook wordt het bereik niet sterk beïnvloed door turbulentie of geleidbaarheid van het water. Een NEDAP antenne kan daardoor goed toegepast worden in diepe

wateren waar ook scheepvaart plaatsvindt. Dit is de belangrijkste reden waarom deze techniek is toegepast in Nederland.

In hoofdstuk 3 is al beschreven dat het NEDAP Trail System® internationaal niet breed is ingezet, doorontwikkeling niet heeft plaatsgevonden en onderhoudsgevoelig is. De fabrikant stopt na 2025 bovendien met de levering van materiaal waardoor de techniek niet langer inzetbaar zal zijn voor telemetrie onderzoek.

Radiotelemetrie

Voor het afdekken van grotere watersystemen wordt soms radiotelemetrie ingezet (Larinier *et al.*, 2005; Thorstad *et al.*, 2013). Bij radiotelemetrie wordt gebruik gemaakt van transponders met een batterij die een radiofrequentie uitzenden. De signalen kunnen op grote afstand opgevangen worden met radioantennes. Al in de jaren '70 van de vorige eeuw konden hiermee zalmen vanuit vliegtuigen gevolgd worden tijdens hun migratie door rivieren (McCleave *et al.*, 1997). Radiotransponders hebben als nadeel dat de locatiebepaling niet heel nauwkeurig is en in diep water of water met een hoge geleidbaarheid slecht signalen doorgeven (Jellyman, 2009). Hierdoor is deze techniek onvoldoende geschikt voor toepassing in zoet-zout overgangen of wateren met een hoog gehalte aan zouten.

Akoestische telemetrie

Naast PSAT's, DST's, PIT telemetrie en radiotelemetrie wordt tegenwoordig veel gebruik gemaakt van akoestische telemetrie (Hockersmith & Beeman, 2012; Thorstad *et al.*, 2013). Bij akoestische telemetrie wordt gebruik gemaakt van transponders met een batterij die op bepaalde frequenties (vaak 69 kHz) een identiek geluidspatroon uitzenden. De geluidssignalen kunnen op enkele honderden meters opgevangen worden door ontvangers/receivers/hydrofoons die op strategische plaatsen onder water geplaatst worden. Voor de bevestiging van de ontvangers wordt vaak aanwezige betonning gebruik.

Akoestische telemetrie heeft ruime toepassingen. Naast een systeem met locatiebepaling voor individuele vissen, kunnen akoestische transponders tegenwoordig ook diepte, temperatuur, versnelling en andere variabelen (waaronder predatie) meten, waardoor steeds betere inzichten verkregen worden in de ruimtelijke ecologie van vissen (Halfyard *et al.*, 2017). Akoestische telemetrie heeft als nadeel dat turbulentie en externe geluidsbronnen voor vermindering van de detectieafstand kan leiden. Dit probleem kan echter ondervangen worden door gebruik van meerdere ontvangers. Daarnaast kan met meerdere hydrofoons 3-D telemetrie uitgevoerd worden, waarmee nauwkeurige plaatsbepaling van vissen in drie dimensies mogelijk wordt. Hiermee kan het gedrag van trekvisseren bij kunstwerken (bijvoorbeeld waterkrachtcentrales en vispassages) in detail worden bestudeerd en kunnen goed werkende oplossingen voor knelpunten worden aangedragen.

Camera technologie

De locatie en aanwezigheid van migrerende vissen kan naast traditionele bestandsmonitoring met vangtuigen en toepassing van telemetrie ook gemonitord met onderwatercamera systemen. Met de recente ontwikkelingen in *Artificial Intelligence* (AI) en dataopslag is het mogelijk om geautomatiseerd soortherkenning toe te passen op videobeelden (Lee *et al.*, 2004, Griffioen *et al.*, 2019). Camera technologie wordt voornamelijk ingezet bij knelpunten voor vismigratie waar vissen door bestaande of aangelegde structuren door een camerakamer met heldere achtergrond worden geleid. De techniek geeft (redelijk) absolute tellingen van passerende vissen (voor zover deze duidelijk één richting op migreren). Daarnaast kan ook de zwemrichting van vissen bepaald worden. Net als bij veel monitoringstechnieken is met camera monitoring onbekend hoe vissen zich na waarneming verder verplaatsen. Als nadeel voor deze techniek kan nog worden benoemd dat een goed doorzicht in het water noodzakelijk is.

6.2 GESCHIKTHEID VOOR EEN LANDELIJK MEETNETWERK VISMIGRATIE IN RIJKSWATEREN

In tabel 2 is per monitoringstechniek aangegeven in hoeverre deze geschikt is voor onderzoek aan vismigratie onder verschillende omstandigheden in Rijkswateren. Daaruit blijkt dat geen enkele monitoringstechniek volledig toepasbaar is in alle situaties. Voor de selectie van de preferente methodiek is aangehouden dat deze redelijk tot goed geschikt moet zijn om routes van vissen langdurig individueel te volgen over grote afstanden in alle situaties die heersen in Rijkswateren. De beoordeling is gedaan op basis van beschikbare literatuur, technische informatie en expert judgement van T. Vriese, R. Kroes en B. Peters van adviesbureau ATKB.

Tabel 2. Geschiktheid van verschillende telemetrie technieken voor toepassing in onderzoek aan migrerende vissen in Nederlandse Rijkswateren. Het aantal bolletjes geeft de mate van geschiktheid aan voor de betreffende techniek voor onderzoeksdoelen of omgevingsomstandigheden aan.

	individuele herkenning	soort specifiek	Traceerbaar in tijd en ruimte	migratie bij knelpunten	migratie route	habitatgebruik	Langdurig onderzoek	zoetwater	brak/zout water	diep water	Scheepvaart en turbulentie
PSAT's & DST's	●●●	●	●●	●	●●●	●	●	●●	●●●	●●●	●●●
PIT	●●●	●●●	●●	●●●	●●	●	●●●	●●●	●●	●	●
NEDAP Trail System®	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●	●●	●●●	●●	●●	●●●
Radiotelemetrie	●●●	●●	●●	●●	●●●	●●	●●	●●●	●	●	●●
Akoestische telemetrie	●●●	●●	●●	●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●
camera monitoring	●	●●●	●	●●	●	●	●●	●●●	●●	●	●

● = niet of nauwelijks geschikt, ●● = matig tot redelijk geschikt, ●●● = goed geschikt.

Uit tabel 2 en de selectiecriteria blijken akoestische telemetrie en telemetrie met het NEDAP Trail System® als enige toepasbaar voor het volgen van vissen in Rijkswateren. Ze zijn als enige geschikt om routes en locaties van individuele vissen gedurende lange tijd in verschillende watersystemen en omstandigheden vast te leggen. Akoestische telemetrie en het NEDAP Trail System® scoren vergelijkbaar. Akoestische telemetrie is beter toepasbaar in brak of zout water en voor gedetailleerd habitatgebruik, het NEDAP Trail System® is beter toepasbaar in gebieden met veel scheepvaart en hoge turbulentie.

PSAT's en DST's geven te weinig inzicht in de routes die vissen volgen omdat maar op één moment de locatie van een vis bepaald kan worden, vaak kort na uitzetten. Camera monitoring is niet geschikt voor het volgen van vissen over grotere afstanden, omdat individuele herkenning onmogelijk is. PIT en radiotelemetrie zijn niet toepasbaar in Rijkswateren.

6.3 NEDAP TRAIL SYSTEM® VERSUS AKOESTISCHE TELEMETRIE

Voor de huidige meetlocaties van het NEDAP Trail System® die voornamelijk in zoetwater en voor een belangrijk deel in grote rivieren liggen zou het NEDAP Trail System® technisch iets beter toepasbaar zijn dan akoestische telemetrie. In 3.3 is echter reeds beschreven dat het NEDAP Trail System® op korte termijn niet meer toegepast kan worden vanwege veroudering, gebrek aan technische ontwikkeling en beëindiging van levering van onderdelen.

In tegenstelling tot het NEDAP Trail System® is akoestische telemetrie de laatste jaren internationaal sterk doorontwikkeld. Akoestische telemetrie wordt toegepast in alle vismigratie onderzoeken en meetnetwerken die in hoofdstuk 5 zijn genoemd. Het grote voordeel hiervan is dat de routes van trekvis over grote afstanden gevolgd kunnen worden *from sea to source*, in alle levensstadia. Een nieuw meetnetwerk met akoestische telemetrie zal ook aansluiten op bestaande regionale en internationale meetnetwerken met voordelen voor alle deelnemende partijen.

De aanleg en onderhoud van een akoestische telemetrie netwerk is ten opzichte van het NEDAP Trail System® relatief goedkoop. Aanleggen van een meetstation met het NEDAP Trail System® kost €35-40K. Akoestische ontvangers kosten afhankelijk van de fabrikant tussen €1.5-2K. In gunstige omstandigheden hebben akoestische zenders een bereik van enkele honderden meters en kan worden volstaan met een of twee ontvangers per locatie. Over een breed water zullen waarschijnlijk vier ontvangers nodig zijn. Zenders voor akoestische systemen kosten wel iets meer: €250-300 tegenover €185 voor zenders voor het NEDAP Trail System® (zie § 8.3 voor een meer gedetailleerde berekening).

Door de toepassing van interne batterijen hebben akoestische meetstations geen externe stroomvoorziening nodig. Hierdoor is de keuze voor de locaties voor meetstations niet afhankelijk van bestaande voorzieningen en kunnen deze vrij gekozen worden. Wel moeten de ontvangers onder water bevestigd worden. Dat kan aan bestaande structuren, zoals betonning van vaarwegen. Een andere mogelijkheid is om ontvangers af te zinken met een verzaamd frame, wat de keuzemogelijkheden voor meetlocaties verder vergroot.

Volgens geïnterviewden en deelnemers aan de workshop is de flexibele inrichting van akoestische telemetrie een groot voordeel. Een akoestische ontvanger heeft ongeveer de grootte van een frisdrankfles. Een basisnetwerk kan daarmee snel en eenvoudig uitgebreid of aangepast worden door ontvangers toe te voegen of te verplaatsen. Ook kunnen regionale onderzoeksprojecten makkelijk aansluiten op een permanent akoestisch netwerk door lokaal aanpassingen te doen. Met de vaste antennes van het NEDAP Trail System® is dit veel moeilijker en kostbaar.

Een nadeel van akoestische ontvangers op een meetstation is dat ze in tegenstelling tot stations van het NEDAP Trail System® bezocht moeten worden voor het uitlezen van data en controle op storing, uitval of verlies. Bij het NEDAP Trail System® kan de database via internet bijna live uitgelezen worden op detecties, werking en storing. Er zijn wel vergelijkbare systemen beschikbaar voor akoestische ontvangers, maar deze kosten een veelvoud van gewone akoestische ontvangers.

Gemiddeld worden akoestische ontvangers in de huidige regionale meetnetwerken twee tot vier keer per jaar bezocht. Bij calamiteiten ontstaat een data-gat voor periode tussen uitval en bezoek. Onderhoud, controle en dataverwerking kan wel gelijktijdig uitgevoerd worden bij akoestische meetstations. De kosten voor dergelijke bezoeken zijn afhankelijk van het aantal meetstations en bijbehorende akoestische

ontvangers en worden bepaald door inzet van twee veldwerkers die de locaties met een boot bezoeken. Geschatte kosten voor een dergelijke veldwerkdag zijn €1750.

Zowel akoestische ontvangers als antennes van het NEDAP Trail System® lopen risico op schade of verlies door omgevingsomstandigheden. In rivieren kunnen antennes van het NEDAP Trail System® vooral bij lage waterstanden beschadigd raken door passerende schepen. Dit bepaald voor een aanzienlijk deel de onderhoudskosten van het NEDAP Trail System®. Akoestische ontvangers kunnen door aanvaringen of ruige weersomstandigheden loslaten van hun bevestigingsplaats, wat pas bij bezoek op locatie vastgesteld kan worden. De ontvangers dienen dan vervangen te worden. Ten opzichte van het NEDAP Trail System® is aanschaf en vervanging van een akoestisch ontvanger minimaal een factor 10 goedkoper.

6.4 PREFERENTE TECHNIEK

Voor het verkrijgen van de juiste kennis over trekvissen en hun migratie is akoestische telemetrie het meest geschikt. Akoestische telemetrie wordt in binnen- en buitenland succesvol ingezet voor kleine en grote meetnetwerken. Daarbij zijn meetstations relatief eenvoudig aan te leggen of aan te passen. Een verbindend telemetrie netwerk in Rijkswateren kan effectiever voorzien in de informatiebehoefte voor trekvissen en is goedkoper en dan de huidige meetmethodiek met het NEDAP Trail System®, waarbij in vergelijkbare onderzoeken ook minder proefdieren nodig zijn.

7 INRICHTING AKOESTISCH MEETNETWERK

7.1 ALGEMEEN

Akoestische telemetrie is de meest geschikte techniek om onderzoek te doen aan trekvissen. Voor de inrichting van een permanent meetnetwerk zijn akoestische ontvangers nodig. Naast akoestische ontvangers zijn ook zenders nodig die in trekvissen geïmplanteerd worden. Daarnaast is een datastructuur nodig voor de gegevens die voortvloeien uit akoestisch meetnetwerk.

Akoestische ontvangers moeten geplaatst worden op strategische locaties voor trekvissen, zoals intreklocaties bij zoet-zout overgangen, splitsingen van wateren en met tussenstations om zwemgedrag over grotere afstanden te kunnen onderzoeken. Vanwege de beheerstaken van RWS en het verbindende karakter dat Rijkswateren hebben tussen regionale, nationale en internationale wateren, zijn de Rijkswateren aangewezen locaties voor meetstations voor een permanent akoestisch meetnetwerk.

Voor de ontvangers, zenders en dataverwerking zijn verschillende inrichtingen mogelijk met materiaal van verschillende leveranciers en instanties. In dit hoofdstuk is uiteengezet welke technische, organisatorische en financiële middelen nodig zijn voor verschillende inrichtingsniveau's.

7.2 TECHNISCH

Zenders

Wereldwijd zijn er vier leveranciers voor akoestische telemetrie systemen bekend: Innovasea (voorheen Vemco), Thelma Biotel, Lotek en Sonotronics. Zij leveren allen zowel akoestische ontvangers als akoestische zenders. De meeste akoestische zenders zenden geluidsignalen uit op 69kHz hoewel ook zenders met andere frequenties beschikbaar zijn voor situaties met veel ruis, zoals 180 kHz. Daarnaast bestaan er zenders met sensoren die kunnen vastleggen wanneer een gezenderde vis opgegeten wordt door een koudbloedig of warmbloedig dier, de zogenaamde predatietags. Ook zijn er zenders die allerlei omgevingsvariabelen kunnen meten, zoals temperatuur en druk. Zenders zijn beschikbaar in verschillende groottes, waarbij de lengte niet meer is dan 16% van de vislengte en het gewicht niet meer dan 8% van het lichaamsgewicht van een vis mag bedragen (Lacroix *et al.*, 2004). Zo bestaan er al zenders van 11 mm die minder wegen dan een gram. Ze kunnen voor kleine vissen gebruikt worden maar hebben wel minder uitzendvermogen dan grotere zenders. Gezien de verkennende aard van deze studie, zou in een later stadium nader gekeken kunnen worden naar verschillende toepassingen van verschillende zenders.

Ontvangers

Akoestische ontvangers hebben de grootte van een frisdrankfles. Ze hebben onderin een verzanding waardoor ze onderwater overeind gaan staan. De stroomvoorziening vindt plaats met een batterij, meestal een 3.6V 35Ah Lithium Thionyl Chloride batterij die tot twee jaar meegaat. Als een vis met een akoestische tag binnen het bereik van een ontvanger komt, dan slaat de ontvanger het tijdstip en identificatienummer van de betreffende vis op, eventueel met aanvullende data. Omdat akoestische receivers onderwater geplaatst worden, kan opgeslagen data niet direct uitgewisseld worden via mobiele telefoonnetwerken of satellieten. Er bestaat communicatieapparatuur voor ontvangers waarmee bovenwater real-time data verzonden kan worden. Momenteel is het echter nog goedkoper om ontvangers handmatig uit te lezen. Hiermee is er wel een (beheersbaar) risico op dataverlies als een ontvanger zoek raakt. Ontvangers hebben een levensduur van ruim tien jaar. De batterij heeft een levensduur van ongeveer twee jaar.

Open access databeheer

Bij onderzoek met akoestische telemetrie wordt data opgeslagen in twee databestanden: de metadatafile waarin tag-ID's zijn gekoppeld aan gegevens over de gezenderde vissen en een uitleesfile waarin detecties van zender-ID's zijn opgeslagen. ETN heeft met behulp van een COST-subsidie van de EU een dataportal gemaakt voor de opslag en uitwisseling van telemetrie data. Voor het gebruik hiervan zijn verschillende YouTube-tutorials en handleidingen beschikbaar. Aanbevolen wordt om metadata van onderzoek met een landelijk meetnetwerk in het door ETN gemaakte format op te slaan en samen met uitleesdata te uploaden in de dataportal van het ETN. Daarmee worden terugmeldingen van vissen in meetnetwerken buiten een landelijk meetnetwerk ook beschikbaar. Indien gewenst kan data onder embargo in het ETN dataportal worden ingeladen, bijvoorbeeld tot na publicatie van rapportages en/of wetenschappelijke artikelen.

Het uitlezen van data gebeurt in de regel twee tot vier keer per jaar. Hiervoor worden akoestische ontvangers bovenwater gehaald en uitgelezen. Meestal vindt tijdens dergelijke bezoeken ook controle en onderhoud van de meetopstelling plaats en wordt de batterij indien nodig vervangen. Het uitlezen van data kan daarmee plaatsvinden met regulier onderhoud.

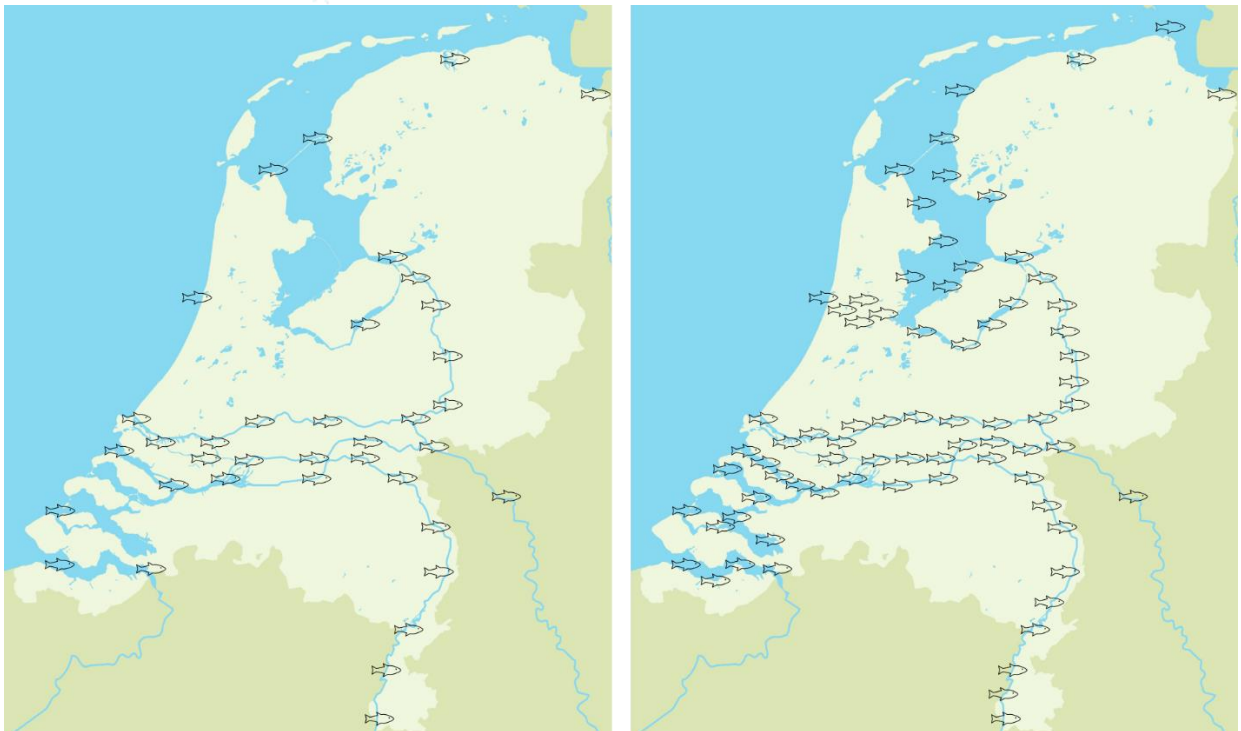
Open protocol

Akoestische transponders zenden hun data uit volgens een zogenaamd tag protocol. Samenwerking tussen het ETN, Thelma Biotel, Lotek en Sonotronics heeft geleid tot de ontwikkeling van *open transmission protocols* waardoor tags en ontvangers van deze leveranciers compatibel zijn zonder bijkomende kosten. In Europa is nu een transitie gaande naar een breed netwerk dat volledig compatibel is en werkt met open protocol. Om aan te kunnen sluiten op het ETN zou een landelijk meetnetwerk ingericht moeten worden met een dergelijk open protocol systeem. Bestaande ontvangers van Innovasea, waar er momenteel veel van in gebruik zijn in Nederland, kunnen met een software update ook signalen van de open protocol tags verwerken. Innovasea vraagt hier in veel gevallen per ontvanger een zogenaamde *open protocol fee* voor.

Meetlocaties

Voor de inrichting van een permanent meetnetwerk met akoestische telemetrie kan voor de meetdichtheid gekozen worden voor twee ambitieniveaus: een basisinrichting en een meer uitgebreide inrichting (zie figuur 6). Voor een basisnetwerk zouden alleen akoestische ontvangers geplaatst worden op een aantal strategische locaties en vismigratieknelpunten. Een dergelijk netwerk is goedkoper en makkelijker te beheren, maar zal beperkt inzicht geven in de routes die migrerende vissen afleggen tijdens hun tocht in en door Nederland, omdat verbindingen tussen Rijkswateren en regionale watersystemen hiermee niet afgedekt kunnen worden en de migratieroute lokaal minder goed inzichtelijk is. Voor een basisinrichting zijn ongeveer 40 meetstation nodig om hoofdroutes inclusief intrekpunten af te dekken.

Een meer uitgebreid meetnetwerk dat qua dekking vergelijkbaar is met het huidige NEDAP Trail System® vraagt naar schatting een dubbel aantal meetstations en ontvangers. Een meer uitgebreid netwerk kan meer vismigratieknelpunten afdekken en sluit beter aan op regionale meetnetwerken, waardoor vismigratie in meer detail bestudeerd kan worden. Zowel een basis als een landelijk dekkend meetnet zijn indien noodzakelijk lokaal eenvoudig uit te breiden met extra ontvangers. Een basis netwerk heeft hierbij als nadeel dat dergelijke uitbreidingen vanwege de vele onderzoeken die plaatsvinden een permanent karakter kunnen krijgen waardoor projectmatige kosten relatief hoog zullen zijn.



Figuur 6. Twee ambitieniveaus voor de inrichting van een permanent meetnetwerk met akoestische telemetrie. Links is een basisinrichting weergegeven met meetstations op intreklocaties, belangrijke routes en belangrijke vismigratieknelpunten. Rechts is een meer uitgebreide inrichting weergegeven met meetstations op locaties waar verbindingen tussen Rijkswateren en regionale wateren aanwezig zijn.

7.3 ORGANISATORISCH

RWS was in de jaren '90 opdrachtgever voor het aanleggen van het NEDAP Trail System®. Sindsdien beheert RWS het meetnetwerk en geeft ze opdracht voor onderzoek met het meetnetwerk. Daarnaast treedt RWS op landelijk en regionaal niveau op als opdrachtgever en/of financier voor andere onderzoeken aan vismigratie en voert een groot aantal maatregelen uit om vismigratie te bevorderen. Daarmee heeft RWS een centrale rol in onderzoek, beleid en beheer omtrent vismigratie.

Afhankelijk van de grootte van het netwerk zijn verschillende organisatiestructuren mogelijk voor aanleg (meetnet ontwerp, plaatsen van ontvanger), beheer (data opslag en verwerking, uitzetten van monitoring en onderzoek) en onderhoud (uitlezen, schoonmaken, herstellen of vervangen) van een akoestisch meetnetwerk. Uit de interviews en de workshop is gebleken dat RWS een centrale verbindende rol zou moeten blijven vervullen, maar dat aanleg, beheer en onderhoud van een akoestisch meetnetwerk niet bij één persoon van RWS moet liggen, maar bij CIV moeten worden belegd. CIV heeft inmiddels al enige ervaring opgedaan met vistelemetrie systemen aanleggen en uitlezen. Gezien de expertise die aanwezig is bij onderzoeksbureaus en onderzoeksinstellingen, zou aanleg, beheer en onderhoud van een akoestisch meetnetwerk ook in samenwerking met een of meer externe partijen uitgevoerd kunnen worden, zoals Sportvisserij Nederland, Wageningen Marine Research, Hogeschool van Hall Larenstein en ATKB. RWS zou in dat geval als opdrachtgever en eigenaar kunnen optreden.

Als besloten wordt om een permanent akoestisch meetnetwerk voor vismigratie in Rijkswateren aan te leggen, dan zou verdere verkenning van de organisatorische inrichting moeten plaatsvinden waarbij ook nader met mogelijke samenwerkingspartners gesproken moet worden over financiering en inbedding.

Mogelijk dat na een verdere verkenning nog andere opties naar voren komen die te prefereren zijn. Bij het kiezen van een organisatiestructuur is het wel van belang om de huidige positieve samenwerking tussen RWS, NGO's, waterschappen, onderzoeksinstituten en ecologische adviesbureaus bij het onderzoek naar vismigratie overeind te houden.

7.4 FINANCIIEEL

Aanleg en onderhoud

De totale kosten voor aanleg en onderhoud van een permanent landelijk meetnetwerk met akoestische telemetrie zijn afhankelijk van het aantal meetstations, de meetlocaties, aantal onderhouds- en data-uitleesmomenten per jaar en bijkomende onderhoudskosten (zoals batterijen). Vanwege het verkennende karakter van deze studie kan alleen een ruwe schatting gegeven worden voor de toepassing van akoestische telemetrie.

Ontvangers kosten ongeveer € 1600,- ex. invoerrechten en belastingen (december 2023). Het aantal ontvangers per meetstation is afhankelijk van de breedte van het waterlichaam en de gewenste dekking. Aanleg van een meetstation met vier akoestische ontvangers kost naar schatting €15-20K, inclusief materialen, transport, bootgebruik en twee personen. Bij waterkrachtcentrales en stuwen met passagevoorzieningen en veel turbulentie en ruis, zouden waarschijnlijk tot tien ontvangers per meetstation nodig zijn (aanlegkosten ~€27-33K). In kleinere wateren kan soms ook worden volstaan met één ontvanger. Voor de aanleg van een uitgebreid permanent meetnetwerk op 80 locaties (zie figuur 6) zijn naar schatting 320 ontvangers nodig (~€512K exclusief aanlegkosten, ~€1.2-1.6M inclusief aanlegkosten voor 80 meetstations met gemiddeld vier ontvangers per meetstation). Daarbij komen kosten voor bevestigingsmateriaal (zie tabel 3).

Onderhoudskosten zijn op dit stadium moeilijk in te schatten. De hoogste post zal liggen bij personeelskosten, afhankelijk van het aantal keer per jaar dat meetstations bezocht worden en het aantal meetstations dat per dag bezocht kan worden. Als uitgegaan wordt van tweejaarlijks uitlezen van een meetnetwerk met 80 meetstations en de mogelijkheid om 10 meetstations per dag uit te lezen, dan zijn de bezoekkosten ~€28K per jaar (16 veldwerkdagen à €1750 per dag). Batterijen kosten per stuk ~€50-80 (december 2023). Daarnaast zijn kosten te verwachten voor het vervangen van verloren of kapotte ontvangers en benodigd bevestigingsmateriaal. Een verdere verkenning van de randvoorwaarden van een meetnetwerk met akoestische telemetrie is nodig om een betere schatting van aanleg- en onderhoudskosten te kunnen maken.

Operationele kosten, databeheer en rapportage

Operationele kosten worden bepaald door de hoeveelheid vissen die gezenderd moeten worden, eventuele vangstinspanningen, operatiewerkzaamheden en -materiaal, vergunning kosten en rapportage kosten. Een akoestische ontvanger gaat naar schatting tien jaar mee voordat deze vervangen moet worden. Afschrijvingskosten zijn daarmee relatief laag. Databeheer kan kosteloos via het dataportal van het ETN plaatsvinden. Daarbij valt eigen data van vismigratie onderzoek standaard onder een moratorium van vier jaar. In die periode hebben onderzoekers die hun visdata in ETN opladen wel het voordeel dat detecties van vissen in netwerken buiten het eigen studiegebied alleen voor hun inzichtelijk zijn.

Als uitgegaan wordt van de huidige merkintensiteit, zullen jaarlijks ongeveer 550 vissen voorzien moeten worden van een akoestische zender: 150 smolts, 150 schieralen, 250 overige vissen. Zenders kosten ongeveer €300 per stuk, totaal €165K per jaar.

Smolts en schieraal worden verkregen van respectievelijk kwekers en beroepsvissers. Smolts kosten ongeveer €2,50 per stuk, schieralen kosten ongeveer €15 per stuk. Totale aankoopkosten voor vis zijn op basis van deze aantallen ~€2.6K per jaar.

Voor het verkrijgen van overige vissen zijn naar schatting 46 visdagen nodig. Voor het zenderen van schieraal en smolts zijn ongeveer 12 dagen nodig. Voor het zenderen van overige vissen zijn ongeveer 26 dagen nodig. In totaal zijn voor het vissen en zenderen 84 dagen nodig à €1850 (2 personen, inclusief vangtuigen) waardoor deze kosten op €155K per jaar uitkomen. Additionele materiaalkosten voor de operatie zijn ongeveer €7K per jaar. Vergunningen en ontheffingen voor visserij- en dierproefwetgeving kosten ongeveer €4K per jaar. Jaarlijks zullen ongeveer 3 merkrapporten (~€3K per merkrapport) en 3 analyserapporten (~€25K per analyserapport) opgesteld moeten worden. Totale jaarlijkse rapportagekosten zijn daarmee €84K.

Tabel 3. Overzicht van geschatte eenmalige en jaarlijkse kosten voor aanleg en gebruik van een permanent akoestisch meetnet op 80 locaties.

Omschrijving	Bedrag (excl. BTW)
Aanleg (eenmalig)	
Inrichting van meetnet voorbereiden	€ 50.000,00
Aanschaf en aanleg ontvangers	€ 1.600.000,00
Bevestigingsmateriaal	€ 80.000,00
<i>Subtotaal aanleg</i>	<i>€ 1.730.000,00</i>
Onderhoud (jaarlijks)	
Uitlezen ontvangers	€ 28.000,00
Batterij kosten	€ 3.200,00
Vervanging van verloren/kappotte ontvangers	€ 40.000,00
klein materiaal	€ 8.000,00
<i>Subtotaal onderhoud</i>	<i>€ 79.200,00</i>
Operationele kosten (jaarlijks)	
aanschaf zenders	€ 165.000,00
afschrijving ontvangers (10%)	€ 51.200,00
aankoop smolt en schieraal	€ 2.600,00
Inzet vangtuigen	€ 85.100,00
Zender operaties	€ 70.300,00
operatiemateriaal	€ 7.000,00
Vergunningen en ontheffingen	€ 4.000,00
<i>Subtotaal operationele kosten</i>	<i>€ 385.200,00</i>
Rapportage (jaarlijks)	
Tussenrapportages (merkrapporten)	€ 9.000,00
Adviesrapportages (inclusief data analyse)	€ 75.000,00
<i>Subtotaal rapportage</i>	<i>€ 84.000,00</i>
Eenmalige aanlegkosten	€ 1.730.000,00
Jaarlijkse kosten	€ 548.400,00

Financiering van eenmalige en jaarlijkse kosten

Op basis van de kosteninschatting in tabel 3 zal de aanleg ongeveer €1.73M kosten. De jaarlijkse kosten bedragen naar schatting €548K. De kosten voor aanleg, onderhoud, beheer en gebruik van een akoestisch meetnetwerk in Rijkswateren zouden gedragen moeten worden door RWS. Gezien het gezamenlijk gebruik door andere partijen (waterschappen, onderzoeksinstituten, etc.) van een dergelijk netwerk kan van hen ook een bijdrage gevraagd worden, zoals Dijkstra bijvoorbeeld opperde in het interview met hem. Daarbij kan overwogen worden om een gebruikers-fee in te stellen voor gebruikers van de infrastructuur van een landelijk meetnetwerk, bijvoorbeeld voor externe partijen.

Voor de aanleg van een meetnetwerk kan ook financiering verkregen worden uit subsidieregelingen. Het PBARN is bijvoorbeeld aangelegd met bijdragen uit verschillende EU-subsidieprogramma's. Op korte termijn zijn aanvragen mogelijk voor projecten tot €3-4M bij het Interreg North-West Europe programma, waarbij een subsidie voorziet in 60% van de projectkosten. Daarnaast zijn er mogelijkheden voor financiering bij het Ministerie van Landbouw en Consumentenbescherming van de deelstaat Noordrijn-Westfalen uit het European Maritime Fisheries and Aquaculture Fund (EMFAF). Een dergelijke aanvraag zou via een Duitse organisatie moeten lopen, zoals het Rheinischer Fischereiverband, maar kan zorgen voor een aaneengesloten Nederlands-Duits meetnetwerk en intensivering van samenwerking tussen beide landen op het gebied van vismigratie.

Verdere verkenning van de subsidiemogelijkheden kan al plaatsvinden voordat een definitief besluit genomen is over een permanent landelijk meetnetwerk. Een succesvolle subsidieaanvraag kan voorzien in een aanzienlijk deel van de aanlegkosten. Een eventueel besluit over een landelijk meetnetwerk kan daarmee makkelijker genomen worden.

8 DISCUSSIE

8.1 INFORMATIEBEHOEFTE EN MONITORINGSVERPLICHTINGEN

Net als in de rest van de wereld gaat het slecht met veel trekvisseren in Nederland. Hoewel steeds inzichtelijker wordt wat hiervan de oorzaken zijn, is voor een betere bescherming, behoud en herstel meer en meer gerichte kennis nodig over migratiegedrag en onderliggende ecologie van trekvisseren. De toename van akoestisch telemetrieonderzoek aan individuele visseren heeft de afgelopen decennia veel inzicht gegeven in gedrag, habitatgebruik en migratie in zoetwater estuaria, kustgebieden en oceanen van vissoorten. Veel vissoorten blijken bijvoorbeeld over een veel grotere afstand te migreren dan voorheen gedacht. Binnen de wetenschap heerst consensus dat telemetrie onderzoek daarom onmisbaar is voor het begrijpen, beschermen en beheren van visseren in zoetwater en marine systemen (Thorstad *et al.*, 2013; Abecasis *et al.*, 2019).

De meeste onderzoeken aan trekvisseren vinden in Nederland en daarbuiten echter plaats met monitoringsprogramma's waarin visbestanden worden bepaald. Hiermee wordt alleen voor een momentopname de staat van een soort of populatie vastgelegd. Effecten van vismigratiebeleid en migratie bevorderende maatregelen worden ten opzichte van telemetrie relatief vaak gemonitord met passieve vangtuigen (Broekmeyer & Pleijte, 2016; Roni *et al.*, 2019; Stoffers *et al.*, 2022).

Uit deze studie is gebleken dat met de huidige bestandsmonitoring en projectmatig onderzoek onvoldoende kennis verkregen wordt om te kunnen voldoen aan wettelijke monitoring verplichtingen ten aanzien van trekvisseren. Voor verschillende trekvissoorten kunnen ook onvoldoende gegevens verkregen worden voor het nemen en evalueren van beheersmaatregelen die moeten leiden tot herstel of behoud van deze soorten. Vistelemetrie wordt in permanente meetprogramma's alleen toegepast voor migratieonderzoek aan aal. De Europese Aalverordening is namelijk het enige beleid waarvoor migratiemonitoring expliciet opgenomen is in nationale wetgeving. De beschermingsregimes van andere trekvissoorten is wel geregeld in internationale verdragen, afspraken en richtlijnen maar hebben een veel minder dwingend juridisch karakter.

Recent heeft Bastmeijer *et al.* (2023) een uitvoerige analyse gepubliceerd over de toepassing van veel van in hoofdstuk 4 genoemde juridische beschermingsregimes op de Waddenzee. Hun analyse is grotendeels van toepassing op de bescherming van trekvisseren waar ook een grote gelaagdheid van beschermingsregimes voor geldt. Voor monitoring is in de nationale en internationale regelgeving in veel gevallen wel beschreven dat monitoring moet plaatsvinden, maar is niet altijd duidelijk beschreven op welke wijze deze monitoring uitgevoerd moet worden. Ook missen verschillende trekvissoorten in sommige verdragen. Zo is in de Bonn-conventie alleen de steur opgenomen als belangrijke soort. Daarnaast zijn aanbevelingen voor bescherming van soorten als houting en steur in de OSPAR lijst niet goed overgenomen in uitvoeringsplannen van Natura 2000 gebieden. Tot slot wijzen de auteurs erop dat vooral verdragen vaak te weinig juridische slagkracht hebben om landen te dwingen tot een goede uitvoering ervan. In de praktijk blijken landen daarom vaak hun eigen invulling te geven aan voorgeschreven monitoringsverplichtingen.

In bijlage IV van de Habitatrichtlijn staan twee soorten waarvoor onduidelijk is of aanvullende migratieonderzoek wettelijk verplicht is: Europese steur en houting (*C. oxyrinchus*). Nederland moet voor deze soorten en hun voortplantings- of rustplaatsen strengere beschermingsmaatregelen nemen. In de richtlijn wordt ook genoemd dat voor deze soorten een stevige monitoringsverplichting geldt. De

monitoringsmethodiek is echter niet nader gespecificeerd. Ook geeft jurisprudentie geen uitsluitend over verplichte monitoring met telemetrie. Daarnaast zorgt de uitgestorven status van beide soorten in Nederland voor onduidelijkheid (Brevé *et al.*, 2022a, 2022b; Kroes *et al.*, 2023). Recent DNA onderzoek laat bijvoorbeeld zien dat het soortonderscheid in de habitatrictlijn en de IUCN Red List of Species tussen houting (*C. oxyrinchus*) en grote marene (*C. lavaretus*) ontorecht is. Binnen één soort zijn er anadrome houtingen, potamodrome houtingen en houtingen die geen trekgedrag vertonen. Houting is vanwege een recente toename wel opgenomen in monitoringsprogramma's, maar onderzoek naar migratiegedrag ontbreekt vooralsnog (Kroes *et al.*, 2023). Steuren werden vanwege hun uitgestorven status in het verleden niet gemonitord, pas zeer recent wordt in het kader van een herintroductieprogramma onderzoek gedaan naar hun migratiegedrag met akoestische telemetrie.

8.2 ROL VAN RWS

De aankomende jaren worden grootschalige vismigratie projecten uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld de vismigratierivier in de Afsluitdijk waarvoor monitoring noodzakelijk zal zijn voor evaluatie (De Bruijne *et al.*, 2016). Voor verschillende habitatrictlijnsoorten uit bijlagen II, IV en V is ook op lange termijn monitoring nodig. Tevens zal klimaatverandering waarschijnlijk leiden tot een verdere verandering van het hydrologische regime van Europese rivieren met grote gevolgen voor trekvissen (Bölscher *et al.*, 2013; van Slobbe *et al.*, 2016). Telemetrie onderzoek kan veel beter inzicht geven in bovengenoemde situaties dan de huidige bestandsmonitoringsprogramma's.

RWS is als beheerder van Rijkswateren betrokken bij een groot deel van de vismigratieprojecten en -monitoringsprogramma's die in Rijkswateren en daarbuiten plaatsvinden. Historisch is RWS initiator geweest van veel telemetrie onderzoek in Nederland. In wettelijke onderzoekstaken is niet vastgelegd dat RWS verplicht is om trekvissen te blijven monitoren met telemetrie. In deze studie is echter wel onderbouwd dat RWS telemetrie nodig heeft voor het verkrijgen van de juiste kennis om trekvissen te beschermen en te kunnen voldoen aan rapportageverplichtingen. Ook zou het alleen om kosten-efficiëntie al verstandig zijn om projectmatig onderzoek (deels) te vervangen met een permanent meetnetwerk.

8.3 AKOESTISCHE TELEMETRIE

Uit de resultaten van deze verkenning bleek dat akoestische telemetrie de aangewezen techniek is om een meetnetwerk voor vismigratie mee in te richten. De techniek is het breedst inzetbaar om benodigde kennis over vismigratie in Rijkswateren te vergaren. Ook bieden internationale ontwikkelingen in techniek en samenwerking mogelijkheden om aan te sluiten bij bestaande meetnetwerken. Daarmee kan een permanent verbindend meetnetwerk met akoestische telemetrie zorgen voor effectiever, goedkoper en diervriendelijker vismigratie onderzoek.

Geen enkele monitoringstechniek werkt optimaal in alle omstandigheden. Hoewel akoestische telemetrie het meest geschikt is voor gebruik in Rijkswateren, heeft de techniek ook een aantal nadelen. Allereerst is akoestische telemetrie gevoelig voor verstoring omgevingsomstandigheden waardoor de detectieafstand tussen zender en ontvanger afneemt. Voor meetlocaties is het daarom van belang om rangetesten uit te voeren waarmee bepaald kan worden wat de detectiekans is van passerende vissen (Reubens *et al.*, 2019a). Voor sommige beoogde meetlocaties in bijvoorbeeld rivier de Waal is nog onduidelijk hoeveel ontvangers nodig zijn, hoe deze het beste geplaatst zouden moeten worden en of volledige dekking over de breedte van de rivier in alle omstandigheden mogelijk is. Op dit moment voert WMR daar een studie naar uit.

Een ander nadeel van akoestische telemetrie is dat data op dit moment nog handmatig uitgelezen moet worden. Daardoor duurt het soms lang voordat data beschikbaar is en is controle op het functioneren van meetstations alleen achteraf mogelijk. Ook kost het bezoeken van meetstations inzet van mankracht en daarmee geld (Yang *et al.*, 2022). Voor een toekomstig meetnetwerk zou verder in kaart gebracht moeten worden hoe vaak meetstations bezocht zouden moeten worden. Hiervoor kan kennis uit bestaande telemetrienetwerken in binnen- en buitenland gebruikt worden.

Tot slot kwam uit de workshop naar voren dat ook afgewogen zou moeten worden hoe hoog de milieubelasting is van telemetrie onderzoek. Akoestische ontvangers zouden kunnen losraken van een meetlocatie. Akoestische tags zullen na overlijden van gezenderde vissen na verloop van tijd ook vrijkomen. Beide bezitten stoffen die milieubelastend kunnen zijn, voornamelijk de zware metalen in de batterij. Onderzocht zou moeten worden hoe groot deze milieubelasting potentieel is. Bij de ontwikkeling van het NEDAP Trail System® is hier geen aandacht aan besteed, hetgeen als een omissie kan worden beschouwd.

9 CONCLUSIE EN ADVIES

9.1 CONCLUSIE

Uit hoofdstuk 4 is gebleken dat Nederland en daarmee RWS als waterbeheerder sterke verantwoordelijkheden en verplichtingen heeft voor het beschermen, behouden en monitoren van trekvissen. Deze verantwoordelijkheden en verplichtingen komen voort uit een groot aantal verschillende nationale en internationale verdragen, afspraken, wetten en richtlijnen. Als waterbeheerder is RWS verantwoordelijk voor habitatherstel en verbeteren van de connectiviteit, iets wat essentieel is voor herstel en bescherming van trekvispopulaties. Vanwege het sterke beschermingsregime is RWS verplicht tot het nemen en evalueren van maatregelen en moet RWS zorgen dat vismigratiemaatregelen optimaal blijven functioneren (assetmanagement). Uit hoofdstuk 5 blijkt dat onderzoek met telemetrie hiervoor nodig is. Vanwege het naderende verdwijnen van het NEDAP Trail System®, is een nieuw telemetrienetwerk nodig waarmee vissen in Rijkswateren gevolgd kunnen worden. Hiervoor bleek akoestische telemetrie de aangewezen techniek (zie hoofdstuk 6).

Om te kunnen voldoen aan monitoringsverplichtingen, is het nodig om een permanent meetnetwerk op basis van akoestische telemetrie in te richten. Daarnaast maakt een dergelijk meetnetwerk in Rijkswateren dataverzameling effectiever, goedkoper dan de huidige projectmatige aanpak van onderzoek naar vismigratie waarbij ook proefdiergebruik vermindert. Ook kan een dergelijk meetnetwerk verbindend werken tussen bestaande regionale, nationale en internationale akoestische projectmatige en permanente meetnetwerken. Onder vertegenwoordigers van alle bevroegde partijen (RWS, LNV, waterschappen, provincies, Deltares, WMR, WUR, INBO, VLIZ, Sportvisserij Nederland, NIOO-KNAW, Hogeschool van Hall Larenstein) is hiervoor groot draagvlak aanwezig.

9.2 ADVIES

- Het advies aan RWS is om een permanent akoestisch meetnetwerk op belangrijke locaties in Rijkswateren aan te leggen en te beheren. Afhankelijk van het ambitieniveau zouden hiervoor 40 tot 80 meetstations aangelegd moeten worden (zie hoofdstuk 7). Financiering vanuit het landelijk budget kan ondersteund worden met subsidies. Voor databeheer kan gebruik gemaakt worden van het ETN. Om aan te kunnen sluiten op het ETN zou een landelijk meetnetwerk ingericht moeten worden met een open protocol systeem. Aanleg, beheer en onderhoud kan in eigen beheer of uitbesteed worden aan marktpartijen waarbij in acht genomen moet worden dat de bestaande goede samenwerking tussen RWS, NGO's, onderzoeksinstituten en ecologische adviesbureaus zeer waardevol is voor gezamenlijke gegevensverzameling en draagvlak voor onderzoek aan vismigratie.

Aanvullende adviezen

- Leg vooruitlopend op besluitvorming over een compleet permanent meetnetwerk op korte termijn een aantal akoestische meetstations aan op cruciale intrek- en doortreklocaties voor trekvissen, zoals de Haringvlietdam, Nieuwe Waterweg en Afsluitdijk, dit vanwege de huidige storingen in het

NEDAP Trail System®. Overweeg bij aankomend vismigratie onderzoek vissen dubbel te zenderen met zowel Nedap als akoestische zenders.

- Bepaal welke vraagstellingen door zowel RWS als LNV beantwoord moeten worden en weeg af welk ambitieniveau RWS wil hebben ten aanzien van het monitoren van trekvissen in Rijkswateren. Afhankelijk van deze afweging en een te ontwikkelen meetplan kan bepaald worden hoeveel meetstations passen in een permanent akoestisch meetnetwerk.
- Maak een betere kosteninschatting van implementatie van een landelijk meetnetwerk met akoestische telemetrie. Hiervoor is in ieder geval range-test onderzoek aan de toepassing van akoestische telemetrie in riviersystemen nodig.
- Voer een diepere verkenning uit van de subsidiemogelijkheden voor financiering van een permanent akoestisch meetnetwerk in Rijkswateren.
- Voer een studie uit naar de milieubelasting van akoestische telemetrie. Breng daarbij de aard en hoeveelheid schadelijke stoffen in kaart die met akoestisch onderzoek in Nederland in het milieu terecht komen.
- Voer een diepere verkenning uit van de beschermde status van houting en steur uit bijlage IV van de habitatrictlijn. Bepaal hierbij of het Nederlandse beschermingsniveau voldoet en welke monitoringsinspanning nodig zijn.

10 LITERATUUR

Abecasis, D., Steckenreuter, A., Reubens, J., Aarestrup, K., Alós, J., Badalamenti, F., Bajona, L., Boylan, P., Deneudt, K., Greenberg, L., Brevé, N., Hernández, F., Humphries, N., Meyer, C., Sims, D., Thorstad, E.B., Walker, A.M., Whoriskey, F. & Afonso, P. (2018). A review of acoustic telemetry in Europe and the need for a regional aquatic telemetry network. *Animal Biotelemetry*, 6, 1-7.

Adams, A., Bijlsma, R.-J., Bos, G., Clercx, S., Janssen, J., van Kleunen, A., Remmelts, W., van Rooijen, N., Schaminée, J., Schmidt, A., van Swaay, C., Wijnhoven, S., Woestenburg, M. (Ed.) & van Aar, M. (Ed.) (2020). Vogel- en Habitatrichtlijnrapportage 2019. (Thema Informatievoorziening Natuur / Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu). WOT Natuur & Milieu.

Admiraal, W., Van der Velde, G., Smit, H. & Cazemier, W.G. (1993). The rivers Rhine and Meuse in The Netherlands: present state and signs of ecological recovery. In *Netherlands-Wetlands: Proceedings of a Symposium held in Arnhem, The Netherlands, December 1989* (pp. 97-128). Springer Netherlands.

Arle, J., Mohaupt, V. & Kirst, I. (2016). Monitoring of surface waters in Germany under the water framework directive—a review of approaches, methods and results. *Water*, 8(6), 217.

Bastmeijer, K., Boerema, L., Gilissen, H.K., Kistenkas, F.H., Miltenburg, L., Van Rijswick, M., Trouwborst, A., Verschuuren, J.M. & Zwier, W. (2023). De Europees-en internationaalrechtelijke status van de Waddenzee: Een analyse van de relevantie van EU-richtlijnen en internationale verdragen voor de bescherming en het beheer van de Waddenzee met een doorkijk naar de Nederlandse implementatie. Waddenacademie.

Bergsma, J.H., Griffioen, A.B. & Kroon, J.W. (2020). Glasaal bij de Haringvlietsluizen 2020: Pilotstudie voor aanbod en gedrag van glasaal bij de Kier door middel van merk-en terugvangsttechniek: glasaaldetector (ELFI), Bismarck brown en VIE tags (No. 20-287). Bureau Waardenburg.

Bölscher, T., Van Slobbe, E., Van Vliet, M.T. & Werners, S.E. (2013). Adaptation turning points in river restoration? The Rhine salmon case. *Sustainability*, 5(6), 2288-2304.

Borcherding, J., Heynen, M., Jäger-Kleinicke, T., Winter, H.V. & Eckmann, R. (2010). Re-establishment of the North Sea houting in the River Rhine. *Fisheries Management and Ecology*, 17(3), 291-293.

Bos, O.G., Winter, H.W., van Keeken, O., van Rijssel, J.C. & Soldaat, L. (2020). Naar een beoordelingssystematiek voor evaluatie van instandhoudingsdoelstellingen voor vissen in Natura 2000-gebieden in zoete en zoute Rijkswateren. Wageningen Marine Research rapport; No. C005/20. Wageningen Marine Research.

Bouten, W., Baaij, E.W., Shamoun-Baranes, J. & Camphuysen, K.C. (2013). A flexible GPS tracking system for studying bird behaviour at multiple scales. *Journal of Ornithology*, 154, 571-580.

Breukelaar, A.W., bij de Vaate, A. & Fockens, K.T. (1998). Inland migration study of sea trout (*Salmo trutta*) into the rivers Rhine and Meuse (The Netherlands), based on inductive coupling radio telemetry. *Hydrobiologia*, 371(0), 29-33.

Brevé, N.W., Leuven, R. S., Buijse, A.D., Murk, A.J., Venema, J. & Nagelkerke, L.A. (2022a). The conservation paradox of critically endangered fish species: Trading alien sturgeons versus native sturgeon reintroduction in the Rhine-Meuse river delta. *Science of the Total Environment*, 848, 157641.

Brevé, N.W., Nagelkerke, L.A., Buijse, A.D., van Tuijn, T.J., Murk, A.J., Winter, H.V. & Lenders, H.R. (2022b). Historical reconstruction of sturgeon (*Acipenser* spp.) spatiotemporal distribution and causes for their decline in North-Western Europe. *Biodiversity and Conservation*, 31(4), 1149-1173.

Bridge, E.S., Kelly, J.F., Contina, A., Gabrielson, R.M., MacCurdy, R.B. & Winkler, D.W. (2013). Advances in tracking small migratory birds: a technical review of light-level geolocation. *Journal of Field Ornithology*, 84(2), 121-137.

Broekmeyer, M.E.A & Pleijte, M. (2016). Kansen en knelpunten bij de uitvoering van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn; Zestien Nederlandse casussen in het licht van de Fitness Check en de ambities uit de Rijksnatuurvisie. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2705.

Broseliske, G.H., De Jong, J. & Smit, H. (1991). Historical and present day management of the River Rhine. *Water Science and Technology*, 23(1-3), 111.

Brownscombe, J.W., Griffin, L.P., Brooks, J.L., Danylchuk, A.J., Cooke, S.J. & Midwood, J.D. (2022). Applications of telemetry to fish habitat science and management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 79(8), 1347-1359.

Bruijne, W.D., Winter, H.V. & Griffioen, A.B. (2016). Case Studies V: Fish Migration River: Monitoring Plan after Construction. International Conference on Engineering & Ecohydrology for Fish Passage. Amherst.

Bij de Vaate, A. & Breukelaar, A.W. (2001). De migratie van zeeforel in Nederland. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport nr. 2001.046

Bij de Vaate, A., Breukelaar, A.W., Vriese, T., De Laak, G. & Dijkers, C. (2003). Sea trout migration in the Rhine delta. *Journal of Fish Biology*, 63(4), 892-908.

Bijlsma, R.J., Agrillo, E., Attorre, F., Boitani, L., Brunner, A., Evans, P., Foppen, R., Gubbay, S., Janssen, J.A. M., van Kleunen, A., Langhout, W., Noordhuis, R., Pacifici, M., Ramirez, I., Rondinini, C., van Roomen, M., Siepel, H. & Winter, H.V. (2019). Defining and applying the concept of Favourable Reference Values for species habitats under the EU Birds and Habitats Directives: technical report. (Wageningen Environmental Research report; No. 2928). Wageningen Environmental Research.

Castro-Santos, T., Haro, A. & Walk, S. (1996). A passive integrated transponder (PIT) tag system for monitoring fishways. *Fisheries research*, 28(3), 253-261.

Claus, M.P.A., van Kessel, N. & Olde-Wolbers, R. (2021). De opmars van Europese meerval (*Silurus glanis*) in de Nederlandse wateren – huidige verspreiding en potentiële effecten, Rapport 21-278. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Daufresne, M. & Boët, P. (2007). Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. *Global Change Biology*, 13(12), 2467-2478.

Van Drimmelen, D.E. (1987). Schets van de Nederlandse Rivier- en Binnenvisserij tot het midden van de 20ste eeuw. ISBN 9080012025

Edeline, E. (2007). Adaptive phenotypic plasticity of eel diadromy. *Marine Ecology Progress Series*, 341, 229-232.

Edwards, J., Buijse, A.D., Winter, H.V. & Bijleveld, A.I. (2021). Swimway Waddenzee—Tracking fish migration and habitat selection in the Wadden Sea. In 15th International Scientific Wadden Sea Symposium.

Engelhardt, E.K., Bowler, D.E. & Hof, C. (2023). European Habitats Directive has fostered monitoring but not prevented species declines. *Conservation Letters*, e12948.

Godø, O.R., & Michalsen, K. (2000). Migratory behaviour of north-east Arctic cod, studied by use of data storage tags. *Fisheries Research*, 48(2), 127-140.

Griffioen, A.B., van Keeken, O.A. & Winter, H.V. (2017). Pilot studie akoestische telemetrie nabij sluiscomplex IJmuiden (No. C060/17). Wageningen Marine Research.

Griffioen, A.B., Schiphouwer, M.E., Winter, H.V. & Ploegaert, S. (2018). Aalonderzoeken Hoogheemraadschap van Delfland: efficiëntie van glasaalintrek bij gemaal Schoute (No. C007/18). Wageningen Marine Research.

Griffioen, A.B., Deitzelzweig, P. & Kroes, M.J. (2019). Alternatives for trap monitoring in large rivers and lakes: Camera monitoring and eDNA sampling as alternative for conventional trap monitoring (No. 19.015). Stichting Wageningen Research, Centre for Fisheries Research (CVO).

Griffioen, A.B., Janssen, W., Menke, T., Wilkes, T. & Winter, H. V. (2022a). Does tagging transparent fish increase predation risk? A laboratory study with glass eel (*Anguilla anguilla*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Fish Biology*, 100(1), 184-191.

Griffioen, A.B., Kroes, R. & Winter, H.V. (2022b). Migratie van zoetwaterstandvis tussen Noordzeekanaal en omliggende boezems en polders: Resultaat van drie jaar telemetrieonderzoek op vijf locaties langs het Noordzeekanaal. (Wageningen Marine Research rapport; No. C034/22). Wageningen Marine Research.

De Groot, S.J. (1992). Decline and fall of the salmon fisheries in the Netherlands: is restocking the Rhine a reality? *Aquaculture Research*, 23, 253-264. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1992.tb00616.x>

Halfyard, E.A., Webber, D., Del Papa, J., Leadley, T., Kessel, S.T., Colborne, S.F. & Fisk, A.T. (2017). Evaluation of an acoustic telemetry transmitter designed to identify predation events. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(9), 1063-1071.

Hockersmith, E.E. & Beeman, J.W. (2012). A history of telemetry in fishery research. *Telemetry techniques: a user guide for fisheries research*, 542.

Huisman, J. (2015). Session A2: Like Shooting Fish in a Barrel: Migratory Behavior of Fish at Intertidal Fish Passes in Dutch Wadden Sea.

Jaarsma, N.G. & Mandemakers, J.J. (2022). Evaluatie en optimalisatie vismonitoring ten behoeve van de KRW en N2000 in de Rijkswateren. Witteveen+Bos. Rapportage 127920/22-010.095.

Jellyman, D. (2009). A review of radio and acoustic telemetry studies of freshwater fish in New Zealand. *Marine and Freshwater Research*, 60(4), 321-327.

Van Keeken, O. (2023). Vismonitoring Rijkswateren t/m 2022: deel II, Toegepaste methoden. Wageningen Marine Research rapport C042/23.

Klink, A. (1989). The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: Historical change of large alluvial rivers: western Europe G.E. Petts (ed.), John Wiley & Sons Ltd. 183-201.
<https://doi.org/10.1002/iroh.19900750412>

Kroes, R. & Vriese, F.T. (2023). Vismigratie via de Haringvlietdam: analyse van Nedapt traildata 2021-2022. ATKB rapport 20220746.

Kroes, R., Winkel, Y., Breeuwer, J.A.J., van Loon, E.E., Loader, S.P., Maclaine, J.S., Verdonshot, P.F.M. & van der Geest, H.G. (2023). Phylogenetic analysis of museum specimens of houting *Coregonus oxyrinchus* shows the need for a revision of its extinct status. *BMC Ecology and Evolution*, 23(1), 57.

Lacroix, G. L., Knox, D. & McCurdy, P. (2004). Effects of implanted dummy acoustic transmitters on juvenile Atlantic salmon. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133(1), 211-220.

Larinier, M., Chanseau, M., Bau, F. & Croze, O. (2005). The use of radio telemetry for optimizing fish pass design. *Aquatic telemetry: advances and applications*, 53-60.

Lee, D.J., Schoenberger, R.B., Shiozawa, D., Xu, X. & Zhan, P. (2004). Contour matching for a fish recognition and migration-monitoring system. In *Two- and Three-Dimensional Vision Systems for Inspection, Control, and Metrology II* (Vol. 5606, pp. 37-48). SPIE.

van Leeuwen, C.H., de Leeuw, J.J., van Keeken, O.A., Volwater, J.J., Seljee, F., van Aalderen, R., van Emmerik, W.A.M. & Bakker, E.S. (2023). Multispecies fish tracking across newly created shallow and deep habitats in a forward-restored lake. *Movement Ecology*, 11(1), 43.

Lenders, H.R. (2017). Fish and fisheries in the Lower Rhine 1550–1950: A historical-ecological perspective. *Journal of environmental management*, 202, 403-411.

Lennox, R.J., Berntsen, H.H., Garseth, Å.H., Hinch, S.G., Hindar, K., Ugedal, O., Utne, K.R., Vollset, K.W., Whoriskey, F.G. & Thorstad, E.B. (2023). Prospects for the future of pink salmon in three oceans: From the native Pacific to the novel Arctic and Atlantic. *Fish and Fisheries*, 00, 1– 18.

Lin, H.Y., Bush, A., Linke, S., Possingham, H.P. & Brown, C.J. (2017). Climate change decouples marine and freshwater habitats of a threatened migratory fish. *Diversity and Distributions*, 23(7), 751-760.

Van Lohuizen, K. (2006). Afvalwaterzuivering in Nederland. Van Beerput tot oxidatiesloot. RWS RIZA rapport 2006.011. ISBN 90 36 95 72 73. Lelystad, oktober 2006.

Lucas, M. & Barras, E. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. John Wiley & Sons. ISBN 0470999640. 440p.

- Lutcavage, M.E., Brill, R.W., Skomal, G.B., Chase, B.C. & Howey, P.W. (1999). Results of pop-up satellite tagging of spawning size class fish in the Gulf of Maine: do North Atlantic bluefin tuna spawn in the mid-Atlantic?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(2), 173-177.
- Malle, K.G. (1996). Cleaning up the River Rhine. *Scientific American*. 274(1), 70-75.
<https://www.jstor.org/stable/24989357?seq=1>
- Matley, J.K., Klinard, N.V., Martins, A.P.B., Aarestrup, K., Aspillaga, E., Cooke, S.J., Cowley, P.D., Heupel, M.R., Lowe, C.G., Lowerre-Barbieri, S.K., Mitamura, H., Moore, J.S., Simpfendorfer, C.A., Stokesbury, M.J.W., Taylor, M.D., Thorstad, E.B., Vandergoot, C.S. & Fisk, A.T. (2022). Global trends in aquatic animal tracking with acoustic telemetry. *Trends in Ecology & Evolution*, 37(1), 79-94.
- McDowall, R.M. (2001). Diadromy, diversity and divergence: implications for speciation processes in fishes. *Fish and Fisheries*, 2(3), 278-285.
- McCleave, J.D., Power, J.H. & Rommel Jr, S.A. (1978). Use of radio telemetry for studying upriver migration of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Fish Biology*, 12(6), 549-558.
- Monnerjahn, U. (2011). Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) re-introduction in Germany: a status report on national programmes and activities. *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 33-40.
- Moser, M. L., Almeida, P.R., King, J.J. & Pereira, E. (2021). Passage and freshwater habitat requirements of anadromous lampreys: Considerations for conservation and control. *Journal of Great Lakes Research*, 47, S147-S158.
- Mourning, T.E., Fausch, K.D. & Gowan, C. (1994). Comparison of visible implant tags and Floy anchor tags on hatchery rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management*, 14(3), 636-642.
- Nienhuis, P.H. (2008). *Environmental History of the Rhine-Meuse Delta: An ecological story on evolving human-environmental relations coping with climate change and sea-level rise*. ISBN: 978-1-4020-8213-9.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8213-9>
- Ormerod, S.J., & Durance, I. (2012). Understanding and managing climate change effects on river ecosystems. *River Conservation and Management*, 107-119.
- Oude Elferink, A.G. & Spijkers, O. (2018). Analyse van het internationaalrechtelijk kader inzake kunstmatige eilanden in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). NILOS Paper Series, 1.
- Palmer, M.A., Lettenmaier, D.P., Poff, N.L., Postel, S.L., Richter, B. & Warner, R. (2009). Climate change and river ecosystems: protection and adaptation options. *Environmental management*, 44, 1053-1068.
- Pess, G.R., Quinn, T.P., Gephard, S.R. & Saunders, R. (2014). Re-colonization of Atlantic and Pacific rivers by anadromous fishes: linkages between life history and the benefits of barrier removal. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 881-900.
- Peters, B. (2023). Telemetric study on the migration of female silver eels in the river Rhine cohort 2022. ATKB rapport 20231292/01.

Pincock, D., Welch, D., McKinley, S. & Jackson, G. (2010). Acoustic telemetry for studying migration movements of small fish in rivers and the ocean—current capabilities and future possibilities. PNAMP special publication: Tagging, telemetry and marking measures for monitoring fish populations—A compendium of new and recent science for use in informing technique and decision modalities, 105-117.

Pletterbauer, F., Melcher, A. & Graf, W. (2018). Climate change impacts in riverine ecosystems. *Riverine Ecosystem Management. Aquatic Ecology Series*, 8, 203-223.

Quintella, B.R., Andrade, N.O., Espanhol, R. & Almeida, P.R. (2005). The use of PIT telemetry to study movements of ammocoetes and metamorphosing sea lampreys in river beds. *Journal of Fish Biology*, 66(1), 97-106.

Righton, D., Westerberg, H., Feunteun, E., Økland, F., Gargan, P., Amilhat, E., Metcalfe, J., Lobon-Cervia, J., Sjöberg, N., Simon, J., Acou, A., Vedor, M., Walker, A., Trancart, T., Brämick, U. & Aarestrup, K. (2016). Empirical observations of the spawning migration of European eels: The long and dangerous road to the Sargasso Sea. *Science Advances*, 2(10), e1501694.

Roni, P., Hall, J.E., Drenner, S.M. & Arterburn, D. (2019). Monitoring the effectiveness of floodplain habitat restoration: A review of methods and recommendations for future monitoring. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(4), e1355.

Roscoe, D.W. & Hinch, S.G. (2010). Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish and Fisheries*, 11(1), 12-33.

Reubens, J.T., Pasotti, F., Degraer, S. & Vincx, M. (2013). Residency, site fidelity and habitat use of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at an offshore wind farm using acoustic telemetry. *Marine Environmental Research*, 90, 128-135.

Reubens, J., Verhelst, P., van der Knaap, I., Deneudt, K., Moens, T. & Hernandez, F. (2019a). Environmental factors influence the detection probability in acoustic telemetry in a marine environment: results from a new setup. *Hydrobiologia*, 845, 81-94.

Reubens, J., Verhelst, P., van der Knaap, I., Wydooghe, B., Milotic, T., Deneudt, K., Hernández, F. & Pauwels, I. (2019b). The need for aquatic tracking networks: the Permanent Belgian Acoustic Receiver Network. *Animal Biotelemetry*, 7(1), 1-6.

van Rijssel, J.C., Winter, H.V., Leuvenink, C.B.M. & Vriese, F.T. (2022). Bultrugzalm voor het eerst waargenomen in Nederland. *Wageningen Marine Research*.

van Rijssel, J.C., van Keeken, O.A. & de Leeuw, J.J. (2023). *Vismonitoring Rijkswateren t/m 2022: Deel I: Toestand en trends*. (Wageningen Marine Research rapport; No. C079/23), (RWS rapport; No. nr: BM 23.21). Wageningen Marine Research.

Saunders, R.L. & Allen, K.R. (1967). Effects of tagging and of fin-clipping on the survival and growth of Atlantic salmon between smolt and adult stages. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 24(12), 2595-2611.

Schneider, J. (2011). Review of reintroduction of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in tributaries of the Rhine River in the German Federal States of Rhineland-Palatinate and Hesse. *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 24-32.

Scott, J.E., Quintarelli, G. & Dellovo, M.C. (1964). The chemical and histochemical properties of alcian blue: I. The mechanism of alcian blue staining. *Histochemie*, 4(2), 73-85.

Shamoun-Baranes, J., Bom, R., van Loon, E.E., Ens, B.J., Oosterbeek, K. & Bouten, W. (2012). From sensor data to animal behaviour: an oystercatcher example. *PloS one*, 7(5), e37997.

Sieber, U., Schulte-Wülwer-Leidig, A. & Friedrich, G. (2002). Development of an ecological network for the River Rhine: the restoration of wetlands and salmon migration. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 28(4), 1704-1708.

van Slobbe, E., Werners, S.E., Riquelme-Solar, M., Bölscher, T. & van Vliet, M.T. (2016). The future of the Rhine: stranded ships and no more salmon?. *Regional Environmental Change*, 16, 31-41.

Stoffers, T., Buijse, A.D., Geerling, G.W., Jans, L.H., Schoor, M.M., Poos, J.J., Verreth, J.A.J. & Nagelkerke, L.A.J. (2022). Freshwater fish biodiversity restoration in floodplain rivers requires connectivity and habitat heterogeneity at multiple spatial scales. *Science of the Total Environment*, 838, 156509.

Stoffers, T., Altermatt, F., Baldan, D., Bilous, O., Borgwardt, F., Buijse, A.D., Bondar-Kunze, E., Cid, N., Erös, T., Ferreira, M.T., Funk, A., Haidvogel, G., Hohensinner, S., Kowal, J., Nagelkerke, L.A.J., Neuburg, J., Peller, T., Schmutz, S., Singer, G.A., Unfer, G., Vitecek, S., Jähnig, S.C. & Hein, T. (2024). Reviving Europe's rivers: Seven challenges in the implementation of the Nature Restoration Law to restore free-flowing rivers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, e1717.

Teixeira, A., & Cortes, R.M. (2007). PIT telemetry as a method to study the habitat requirements of fish populations: application to native and stocked trout movements. In *Developments in Fish Telemetry: Proceedings of the Sixth Conference on Fish Telemetry held in Europe* (pp. 171-185). Springer Netherlands.

Thorstad, E.B., Rikardsen, A.H., Alp, A. & Økland, F. (2013). The use of electronic tags in fish research—an overview of fish telemetry methods. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(5), 881-896.

Tulp, I., Bijleveld, A., Eriksson, B.K., van der Heij, W., van Leeuwen, A. & Winter, H.W. (2021). Swimway the Netherlands, 2020-2024 program: from knowledge to management. In *15th International Scientific Wadden Sea Symposium*.

Tribunal administratif de Bordeaux (4ème chambre), décision du 13 janvier 2022. Uitspraak 2100741.

Van de Ven, M.W.P.M. & Peters, B. (2021). Telemetry study on the migration of female silver eels in the river Rhine cohort 2020. *ATKB rapport 20221744/01*.

Voulvoulis, N., Arpon, K. D. & Giakoumis, T. (2017). The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. *Science of the Total Environment*, 575, 358-366.

Vriese F.T. (2019). Downstream migration of salmon smolts in the river Rhine: spring 2019. *ATKB report 20190115/01*.

Vriese, F.T., Hop, J., Reeze, B., de la Haye, M., van Kessel, N., Claus, M. & van Winden, A. (2021). Stromend habitat en connectiviteit in de Maas. ATKB rapport 20200920/01.

Vriese, F.T. (2021). Herijking maximaal toelaatbaar vissterfte percentage bij WKC's in Rijkswateren en prioritaire vissoorten. ATKB rapport 20210998/01.

Vriese, F.T. & Boerkamp, A.H.M. (2014). Meerjaren analyse telemetrie volwassen salmoniden Maas 2009-2014. ATKB rapport 20141052/01.

Vriese, F.T. & Hop, J. (2018). Smolt migration on the river Rhine 2006 – 2016. ATKB-rapport 20170120/01.

Wang, S., Yan, Z., Hänfling, B., Zheng, X., Wang, P., Fan, J. & Li, J. (2021). Methodology of fish eDNA and its applications in ecology and environment. Science of the Total Environment, 755, 142622.

Wang, C., Zhao, Q. & Chang, Y. C. (2023). On the legal status of marine fishery resources: From the perspectives of international fishery law. Heliyon, 9(4).

Winter, H.V., van Keeken, O.A., Brockötter, J. & Griffioen, A.B. (2019). Migratiepatronen en-knelpunten tijdens uittrek van schieraal uit Noorzeekanaal en ommelanden, inclusief Markermeer: Onderzoek met akoestische telemetrie en PIT-tags 2017-2018: eindrapport (No. C053/19). Wageningen Marine Research.

Winter, H.V. (2023). Acoustic telemetry networks in the Netherlands. Presentatie voor bijeenkomst "Swimway Nederland" op 24 mei 2023, Rijkswaterstaat, Utrecht.

Yang, Y., Elsinghorst, R., Martinez, J.J., Hou, H., Lu, J. & Deng, Z.D. (2022). A real-time underwater acoustic telemetry receiver with edge computing for studying fish behavior and environmental sensing. IEEE Internet of Things Journal, 9(18), 17821-17831.

Zijlmans, R. (2020). Wat gebeurde er in 1984-1986 in de Internationale Rijncommissie, voorafgaan aan de Sandoz-ramp? H2O-online. 19 mei 2020. <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/wat-gebeurde-er-in-1984-1986-in-de-internationale-rijncommissie-voorafgaand-aan-de-sandoz-ramp>

Geraadpleegde websites:

<https://wetten.overheid.nl/BWBV0003172/1996-07-28>

<https://www.iucn.nl/ons-werk/rode-lijst/>

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:NL:HTML>

<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/natuurwetten-en-regelgeving/europese-richtlijnen-en-verdragen/kaderrichtlijn-water/>

Nationaal Water Programma 2022-2027, RWS.nl

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R1100&from=FI>

<https://waterinfo-extra.rws.nl/rapportages/internationale-rapportages/internationale-riviercommissies/internationale-rijncommissie/>

<https://www.iksr.org/nl/themas/ecologie>

<https://waterinfo-extra.rws.nl/rapportages/internationale-rapportages/internationale-riviercommissies/internationale-maascommissie/>

[\(https://waterinfo-extra.rws.nl/rapportages/internationale-rapportages/internationale-riviercommissies/internationale-scheldecmissie/](https://waterinfo-extra.rws.nl/rapportages/internationale-rapportages/internationale-riviercommissies/internationale-scheldecmissie/)

<https://waterinfo-extra.rws.nl/rapportages/internationale-rapportages/internationale-riviercommissies/internationale-eemscommissie/>

https://netherlands.representation.ec.europa.eu/nieuws/europese-green-deal-wet-natuurherstel-voor-mens-klimaat-en-planeet-2022-06-22_nl

<https://docplayer.nl/26160676-M-2009-1-het-comite-van-ministers-van-de-benelux-economische-unie.html>

<https://minez.nederlandsesoorten.nl/content/rode-lijsten-soort-van-rode-lijst-vissen>

<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2009-13978.html#d545e291>

Bijlage 1. Uitwerking interviews met experts

dr. Erwin Winter, onderzoeker van Wageningen Marine Research (WMR) (31-10-2023)

Hoe kijk je aan tegen vismigratie onderzoek met het huidige NEDAP Trail System®?

Het NEDAP Trail System® is ooit aangelegd voor vismigratie onderzoek aan zalm en zeeforel. Het grote voordeel van het NEDAP Trail System® was dat het een analoge techniek was waarvan de data zelfs in 1996 al realtime beschikbaar was. Ook voor andere soorten heeft het systeem een schat aan inzichten opgeleverd over intrekpunten en doortrekroutes van migrerende vissen. Veel vismigratie beleid is gebaseerd op resultaten uit onderzoek met het NEDAP Trail System®. Er is zelfs zoveel vismigratie data vergaard dat een aanzienlijk deel nog op de plank ligt voor nader onderzoek.

Het NEDAP Trail System® heeft echter ook nadelen. Het is voornamelijk geschikt voor onderzoek in de Maas en Rijn, zenders zijn relatief groot en de aanleg van detectiestations duur en weinig flexibel. Het NEDAP Trail System® is internationaal ook niet aangeslagen, waardoor er geen doorontwikkeling heeft plaatsgevonden. Over twee jaar valt bovendien de ondersteuning weg. Ook is de data opslag en beschikbaarheid onvoldoende geregeld.

Zie je in wet- en regelgeving noodzaak voor RWS om het NEDAP Trail System® te vervangen voor een ander systeem?

Bij mijn weten wordt de toepassing van telemetrie nergens wettelijk voorgeschreven maar zie ik wel een verantwoordelijkheid om dergelijke gegevens en kennis te vergaren. We hebben als land verplichtingen die voortvloeien uit verschillende riviercommissies, het Benelux verdrag voor vrije vismigratie, de EU Eel Directive, het Nederlandse Aalbeheerplan, de stroomgebiedsbenadering en connectiviteitsdoelen uit de KRW en de interactie tussen waterschappen en RWS. Voor veel migrerende vissoorten is het belangrijk dat we ecologische kennis over vismigratieprocessen opdoen. Met een centraal meetstelsel is dat veel kostenefficiënter dan met de huidige projectmatige aanpak waar vooral akoestische telemetrie wordt ingezet. Er is dus geen rechtstreekse wet waarin staat dat je vismigratie moet meten met een landelijk meetnetwerk, maar er zijn wel kaders, verantwoordelijkheden en bijkomende voordelen.

Met welke techniek zou je een landelijk meetnetwerk inrichten?

Met akoestische telemetrie. Dit is verreweg de meest geschikte technologie om verplaatsing van vissen gedetailleerd en over grote afstand te onderzoeken in onze watersystemen. Er liggen al grote akoestische netwerken in Nederlandse wateren maar ook daarbuiten, zoals het ETN. Als je daarop aansluit heb je bij vismigratie onderzoek 'gratis' data van vissen die uit het buitenland komen en daar gezenderd zijn. Maar ook andersom: een vis die Nederland uitzwemt heeft grote kans om opgepikt te worden in andere netwerken in bijvoorbeeld België, Frankrijk of Engeland. Op dit moment zijn de netwerken in Nederland echter niet goed of slechts tijdelijk met elkaar verbonden waardoor we niet goed inzichtelijk hebben hoe migratie door Rijkswateren precies verloopt.

Voldoet de huidige monitoringsinspanning volgens jou aan de kennisbehoefte over vismigratie?

Nee, dat denk ik niet. Er vindt wel veel monitoring plaats, maar vooral om populatie-trends te volgen. Dat levert onvoldoende kennis op om gerichte en effectieve maatregelen, bijvoorbeeld samengebracht in soortbeschermingsplannen, van soorten uit de Habitatrichtlijn. Als je een soort wilt behouden of populaties wilt herstellen, moet je weten aan welke knoppen in een systeem je moet draaien. Voor een soort als de rivierprik hebben we nu alleen wat schattingen. Rivierprik migreert namelijk buiten alle monitoringsperiodes om. We passen wat expert judgement toe maar missen meetgegevens. En als we kijken naar de neergaande trends die we voor veel migrerende vissoorten zien, dan kunnen we die alleen

omkeren als we gerichte kennis vergaren over welke knelpunten zich voordoen en met welke maatregelen die kunnen worden verbeterd.

drs. Niels Brevé, senior projectleider bij Sportvisserij Nederland (SVN) en PhD-student aan de WUR (06-11-2023)

Welke argumenten zijn er volgens jou om een landelijk meetnetwerk voor vismigratie aan te leggen in Rijkswateren?

Volgens mij zijn er vier hoofdargumenten. Ten eerste ontbreekt op dit moment goede monitoring aan soorten die in bijlage IV van de Habitatrichtlijn staan. Dat zijn de Europese steur en de houting. Nederland erkent de steur niet als te beschermen soort, vanwege de uitgestorven status, maar hij zwemt wel gewoon rond. Net als de houting overigens. Voor deze soorten geldt een goede monitoringsverplichting die alleen met telemetrie gedaan kan worden.

Een tweede argument is de enorme hoeveelheid geld die we uitgeven aan maatregelen. Alleen aan zalm en paling geven we al €627.000.000 uit omdat ze een belangrijke indicator zijn voor herstel. We geven €80.000.000 uit voor uitvoering voor het Kierbesluit voor de Haringvlietsluizen. Waterschappen en RWS-afdelingen zijn 3000 vismigratieknelpunten aan het oplossen. Daarnaast ligt er een masterplan trekvis van de ICPR waarin staat dat het Rijnstroomgebied tot een gezond ecosysteem hersteld moet worden. Daarnaast is er een Beneluxbeschikking vrije vismigratie en een Europese en Nederlandse Aalverordening. Migrerende vissen zijn daarin vlaggeschipsoorten. En in de vergunningverlening voor waterkrachtcentrales staat dat er over een traject maar 10% sterfte mag optreden. Hoe meet je dan of je je doelen haalt? Dat kan alleen met telemetrie.

Een derde argument is dat we verplichtingen hebben naar onze burens. In Zwitserland en Duitsland worden grote herintroductie- en herstelprogramma's voor zalm en elft uitgevoerd. Die landen willen weten wat er met migratie van deze vissen in Nederland gebeurt.

Laatste argument is volgens mij dat we lange termijn monitoring nodig hebben om meer inzicht te krijgen vismigratie, maar ook om niet 30 jaar onderzoek uit het verleden weg te gooien. Voortzetting van dat onderzoek is cruciaal, maar met een akoestisch systeem ook veel beter en goedkoper dan hoe we het nu doen.

prof. dr. ir. Tom Buijse, specialist zoetwater ecosystemen bij Deltares en buitengewoon hoogleraar Freshwater Fish Ecology aan Wageningen University & Research (WUR) (09-11-2023)

Moet vismigratie volgens jou door RWS onderzocht worden met een landelijk meetnetwerk?

Nee, het móet niet. Maar er zijn wel veel argumenten waarom je vismigratie goed moet volgen. Zo moeten vissen Natura 2000 gebieden kunnen bereiken, is er een lijstje vissoorten die in de Habitatrichtlijn staan, is er een EU Eel Directive en een Nederlands Aalbeheerplan. Daarnaast is connectiviteit opgenomen in de KRW doelstellingen. Recent is er ook de biodiversiteitsstrategie van de EU bijgekomen, waarin bijvoorbeeld staat dat Europe 25.000 km aan vrijstromende rivieren moet realiseren. Op al die fronten zijn er vragen over vismigratie die Nederland moet beantwoorden. Daarvoor zijn het ministerie van LNV, het ministerie van IenW, waterschappen en provincies samen verantwoordelijk voor.

Ook in internationale riviercommissies heeft Nederland ambities uitgesproken ten aanzien van migrerende vissen. RWS is in die commissies altijd actief geweest, actiever dan bijvoorbeeld LNV. RWS heeft haar verantwoordelijkheid daarin omarmt, zoals met de aanleg van het NEDAP Trail System®. Dat heeft ons veel kennis opgeleverd.

Daarnaast zijn vissen heel geschikt om op grote schaal connectiviteit te monitoren, veel meer dan bijvoorbeeld macrofauna of waterplanten. Met onderzoek en monitoring aan vismigratie kun je dit voor een groot publiek inzichtelijk maken. Vissen hebben daarmee een grote communicatieve waarde om het belang van natuurherstelprojecten duidelijk te maken aan een groot publiek.

Hoe zou je een landelijk meetnetwerk inrichten?

Akoestische telemetrie is de aangewezen techniek om een meetnetwerk mee in te richten. Je kan vismigratie met een heel fijne resolutie inzichtelijk maken. Er liggen al netwerken in Nederland, maar net zo belangrijk is de aansluiting van een nationaal meetnetwerk op het ETN. Resultaten uit onderzoek met het ETN laat bijvoorbeeld zien dat je bij het meten op grotere schaal ook nieuwe inzichten krijgt. Zo zwommen finten uit het Scheldesysteem in het najaar bijvoorbeeld naar de Waddenzee om daar te foerageren voordat ze weer terug zwommen. Dergelijke terugkerende patronen van individuele vissen geven heel belangrijke inzichten over het ruimtelijk gebruik in de tijd.

Akoestische telemetrie is ook veel flexibeler dan het vaste antennenetwerk van het NEDAP Trail System®. Je kan een aantal basislocaties kiezen voor de meetstations, bijvoorbeeld op de huidige locaties van de NEDAP Trail System® meetstations. Misschien kan het met wat minder meetstations, daarvoor zou je de meetlocaties moeten evalueren en rangetests moeten uitvoeren. Naast een basisnetwerk ben je flexibel om projectmatig onderzoek uit te voeren, zoals dat nu al gebeurt in de programma's Ruim baan voor vis en Vissen voor verbinding. Maar het breekpunt ligt niet bij het aantal akoestische ontvangers dat we nodig hebben. Dat ligt bij de vraag of we dit willen. Als je het mij vraagt: ja!

Hoe zou een landelijk meetnetwerk beheert moeten worden?

Ik zou het onderbrengen bij een organisatie als SVN. Je moet het in ieder geval niet ophangen aan één persoon en ook breder implementeren dan alleen in Rijkswateren. Daarnaast is RWS opgedeeld in districten, dat maakt flexibel beheer moeilijker.

Welke hobbels zie je op weg naar een landelijk meetnetwerk?

Geld is natuurlijk altijd het eerste waar naar gekeken wordt. De afweging is vaak: wat kost het en wat levert het op? Ik zeg dan: kijk eens naar de aanleg van de vismigratierivier in de Afsluitdijk en de uitvoering van het Kierbesluit. Wat kost dat? Zet dat maar eens af tegen de kosten voor een telemetrie systeem waarbij je

rekening houdt met lange afschrijftermijnen, eenvoudig databeheer en wat hogere onderhoudskosten. Daarbij kun je onderhoud en dataverwerking inbedden in regulier onderhoud van Rijkswateren.

Je moet ook een leverancier vinden dat markt ziet in hun eigen technologie. Dergelijke leveranciers zijn er nu voor akoestische telemetrie. En Innovasea heeft er ook gezonde concurrentie bijgekregen, waardoor data makkelijker uitwisselbaar wordt met open source protocollen bijvoorbeeld.

Mike Dijkstra, programmamanager en projectmanager bij Hoogheemraadschap van Rijnland (15-11-2023)

Heeft RWS volgens jou de taak of plicht om een landelijk meetnetwerk in te richten voor vismigratie?

RWS heeft op haar minst een taak. Veel trekroutes van beschermde migrerende vissen gaan door zowel regionale als Rijkswateren. Samen met RWS investeert ons waterschap bijvoorbeeld veel in maatregelen om vismigratie te ondersteunen. RWS beheert daarin als het ware de snelweg voor vissen en heeft zich op bestuurlijk niveau gecommitteerd aan samenwerking met waterschappen. En RWS staat er niet alleen voor, wij zijn er ook om waar nodig te ondersteunen.

Ook gelden de historische argumenten voor de aanleg van het NEDAP Trail System® nog steeds. Voor een nieuw landelijk meetnetwerk hoef je eigenlijk alleen maar de technologie te vervangen. Ik zie ook mogelijkheden om vismigratie monitoring beter in te bedden in richtlijnen. We hebben bijvoorbeeld een NEN-norm voor visveiligheid van gemaalpompen. Daarin wordt nu alleen criteria genoemd voor sterfte. Die norm zou je moeten uitbreiden zodat vertraging van vismigratie er ook in opgenomen wordt.

Hoe zou een landelijk meetnetwerk ingericht en beheerd moeten worden?

Het zou mooi zijn als RWS een basisnetwerk beheert en wij als waterschap commitment tonen voor de aanleg daarvan, bijvoorbeeld met financiële middelen. De fijnmazigheid van het aantal meetstations zal wel een discussie worden, maar daar komen we wel uit. Van belang is vooral om vismigratie knooppunten af te dekken met een meetnetwerk.

Ik vind het vooral belangrijk om een vorm te vinden waarin de lijntjes kort blijven. Je zou bijvoorbeeld ook een gezamenlijke dienst kunnen inrichten waar verschillende aangesloten partijen voor onderzoek gebruik van kunnen maken, bijvoorbeeld met een verdeelsleutel voor gebruikskosten. Een landelijk telemetrie netwerk is infrastructuur voor onderzoek. Die infrastructuur kan prima beheert worden door een technische dienst, je moet niet de onderzoekers het onderhoud laten uitvoeren bijvoorbeeld.

Op dit moment zijn de akoestische meetnetwerken nog te versnipperd. Zo bezitten wij bijvoorbeeld 20 ontvangers, maar liggen ze op de plank bij SVN. Zo liggen verspreid door Nederland voorraden aan apparatuur. Dat zou je beter centraal kunnen regelen.

Met welke technologie zou je een meetnetwerk moeten inrichten?

Met akoestische telemetrie natuurlijk. Daarmee kun je veel beter dan met het NEDAP Trail System® gedrag van vissen bestuderen. Akoestische telemetrie is geschikt om over grote afstand vissen te kunnen volgen. Nu weten we nog te weinig. Hoe lang duurt oponthoud van migrerende vissen bij een visvriendelijk gemaal bijvoorbeeld? En hoe helpen we vissen als aal ons land weer uit? Kennis over gedrag en ecologie is in dergelijke situaties noodzakelijk. En die kennis is heel praktisch toepasbaar in maatregelen.

Daarnaast kun je makkelijk aan schaalvergroting doen met akoestische telemetrie, zoals met het ETN. Dat levert kennisvoordelen op maar ook financiële voordelen. Je onderhandelingspositie naar leveranciers wordt beter.

ir. Ben Griffioen, onderzoeker en PhD-student bij WMR (15-11-2023)

Welke wettelijke monitoringstaken zijn er voor migrerende vissen?

Wettelijke verplichte vismonitoring vindt plaats via de MWTL en WOT. Vanuit WMR voeren we een deel van deze monitoring uit, voornamelijk bestandsonderzoek voor de WOT. Voor diadrome vissen doen we trendmonitoring met passieve en actieve vangtuigen. Voor schieraaluittrek doen we daarnaast telemetrie onderzoek. Dat doen we om de 3 jaar. Daarnaast voeren we aanvullend beleidsondersteunend en kennisbasis onderzoek uit. Dit is niet wettelijk verplicht, maar daarin is wel ruimte om telemetrie onderzoek uit te voeren.

Is een landelijk meetnetwerk nodig voor wettelijke monitoringstaken?

Nee, dat niet. Wat we missen met MWTL en WOT onderzoek, kunnen we met aanvullend telemetrie onderzoek oplossen. Daarnaast hoeft je niet ieder jaar elke vissoort te monitoren, op een gegeven moment weet je wel welke routes een vis aflegt. Ook vanuit proefdierkundig perspectief is het onwenselijk om permanente monitoring op grote hoeveelheid vis uit te voeren.

Tegelijk is dit een argument om juist wel een permanent landelijk meetnetwerk aan te leggen. Voor projectmatig onderzoek aan vismigratie in kleine meetnetwerken heb je veel meer proefdieren nodig om inzicht te krijgen in de routes die ze nemen. Als ik nu een aal in Delfzijl een zender geef en alleen daar meet, dan is er een grote kans dan ik hem nooit meer terugzie. Zo zijn er heel veel van dergelijke onderzoeken waarvoor wij een landelijk systeem missen. Een dergelijk basisnetwerk heeft meerwaarde voor het verminderen van proefdieren. Daarnaast scheelt het heel erg in de omvang van projectmatig onderzoek dat nodig blijft om voldoende kennis over migrerende vissen te verzamelen.

dr. Jan Reubens, marien bioloog van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

Hoe verhoudt VLIZ zich tot Nederlandse onderzoeksinstituten?

VLIZ is een onafhankelijk onderzoeksinstituut dat niet verbonden is aan een universiteit of overheidsorganisatie. We doen breed ecologisch onderzoek in mariene ecosystemen.

Wat is jullie rol in onderzoek met telemetrie in Vlaanderen?

Wij zijn in 2009 tijdens mijn doctoraat begonnen met onderzoek aan kabeljauwverspreiding in windmolenparken. Hiervoor hebben we destijds akoestische telemetrie ingezet. INBO deed in zoetwatersystemen onderzoek met radiotelemetrie. We werkten veel samen en heb hen advies gegeven. Daaruit kwam een samenwerking voort waarmee we uiteindelijk een permanent meetnetwerk in België hebben aangelegd, gefinancierd met Europese subsidies.

Hoe is het ETN tot stand gekomen?

Tijdens de projecten met INBO werd snel duidelijk dat goede data uitwisseling bij telemetrie onderzoek van groot belang was. Er waren al Europese discussies over het maken van een dataplatform voor migratie onderzoeken. Daarop hebben we op eigen initiatief een infrastructuur gebouwd waarmee voor de aankomende 20-30 jaar op internationale schaal data uitwisseling over vismigratie onderzoek mogelijk is: het European Tracking Network, deel van het Vlaamse Lifewatch programma.

Omdat zowel VLIZ als INBO volledig zelfstandig zijn, hebben we weinig te maken gehad met andere instanties. Binnen een jaar hadden we een nationaal netwerk. In het tweede jaar hadden we een databank gebouwd.

Hoe is jullie permanente meetnetwerk opgebouwd?

We hebben ongeveer 120 akoestische ontvangers, verspreid door zowel zoetwater als zoutwater. Het netwerk ligt deels in Nederland. Samen met INBO beheren we drie gordijnen van ontvangers in de Westerschelde. Voor onderzoek verzamelen we projectfinanciering om akoestische zenders mee te kunnen kopen en het onderzoeksproject uit te voeren.

We zijn ooit gestart met 69 kHz systemen van Innovasea. We zijn het gebruik van materiaal van deze leverancier tegenwoordig aan het afbouwen, aangezien ze veel met gesloten dataprotocolen werken en te weinig vrijheid en ruimte bieden voor gebruikers. Daarnaast zijn zenders van Innovasea relatief duur. Voor de resterende ontvangers betalen we een open protocol fee, wat financieel nadelig is zolang we niet volledig overgestapt zijn op open protocol technologie. Zorg dat je daar rekening mee houdt in een eventueel Nederlands meetnetwerk, dat scheelt de kosten die wij nu maken.

De dekking en aantal ontvangers dat we inzetten, is afhankelijk van de meetlocatie. Bij veel *noise* (ruis) zetten we aparte 180 kHz ontvangers in. Al is er ook aan fabrikant die dual of trial ontvangers gaat leveren. Die technologie ontwikkelt snel.

Uitlezen doen we nog steeds handmatig. Het is technisch mogelijk om akoestische ontvangers te voorzien van zonnepanelen en mobiel internet, maar dit is kwetsbare technologie, zeker op zee. Handmatig uitlezen is dan goedkoper.

Bijlage 2. Workshop programma & opdrachten

Een landelijk meetnetwerk vismigratie in Rijkswateren

Datum: 14 november (09:30 – 12:30)

Locatie: ATKB Waardenburg, Koeweistraat 7, 4181 CD Waardenburg ([route](#))

Deelnemers: Rob Kroes (ATKB), Tim Vriese (ATKB), Marjoke Muller (RWS WVL), Gerrit Vossebelt (RWS WVL), Hajo Heusinkveld (RWS WVL), Jochem Hop (RWS WVL), Luc Jans (RWS ON), Harriet Bakker (RWS ZN), Julien Cotte (LNV-vis), Jan Kamman (SVN), Inge van der Knaap (HvHL), Casper van Leeuwen (NIOO), Pieterjan Verhelst (INBO), Jacco van Rijssel (WMR), Arnold Osté (WSRL), Rena Hoogland (RWS CIV), Imre Schep (RWS CIV), Pieter Haaring (RWS CIV), Aniel Balla (RWS WNZ), Suzan van Lieshout (RWS NN)

Programma:

09:30 uur Ontvangst
09:45 uur Welkom (Marjoke Muller, RWS WVL)
09:50 uur voorstellen en inleiding (Rob Kroes, ATKB)

Presentaties

10:00 uur Waarom meten we vismigratie? (Tim Vriese, ATKB)
10:15 uur Permanent Belgian Acoustic Receiver Network (Pieterjan Verhelst, INBO)
10:30 uur Vistelemetrie netwerken in Nederland (Jacco van Rijssel, WMR)

10:45 uur Pauze

Workshop

11:00 uur Doel van de workshop en uitleg workshop rondes (Rob Kroes, ATKB)
11:05 uur Workshop ronde 1
11:25 uur Workshop ronde 2
11:45 uur Workshop ronde 3
12:00 uur Terugkoppeling door gespreksleiders (met lunch)
12:25 uur Afsluiting (Rob Kroes, ATKB)
12:30 uur **EINDE**

Workshoprondes:

Groep 1	Groep 2	Groep 3
Jochem Hop (RWS WVL)	Hajo Heusink (RWS WVL)	Harriet Bakker (RWS ZN)
Luc Jans (RWS ON)	Pieterjan Verhelst (INBO)	Julien Cotte (LNV-vis)
Inge van der Knaap (HvHL)	Rena Hoogland (RWS CIV)	Jan Kamman (SVN)
Casper van Leeuwen (NIOO)	Suzan van Lieshout (RWS NN)	Jacco van Rijssel (WMR)
Arnold Osté (WSRL)		Imre Schep (RWS CIV)
Pieter Haaring (RWS CIV)		
Aniel Balla (RWS WNZ)		

	Ronde 1 (11:05-11:25)	Ronde 2 (11:25-11:45)	Ronde 3 (11:45-12:00)
Groep 1	Opdracht 1	Opdracht 2	Opdracht 3
Groep 2	Opdracht 3	Opdracht 1	Opdracht 2
Groep 3	Opdracht 2	Opdracht 3	Opdracht 1

Opdracht 1: advocaat van de duivel

Gespreksleider: Gerrit Vossebelt (RWS WVL)

Doel: Verzamel sterke argumenten voor nut maar vooral noodzaak van een landelijk meetnetwerk vismigratie in Rijkswateren.

Schrijf per persoon in maximaal 5 minuten zoveel mogelijk argumenten op een post-it waarom een landelijk meetnetwerk vismigratie in Rijkswateren absoluut noodzakelijk is. Gebruik per argument één post-it. Gebruik de volgende hulpvragen voor de argumentatie: Is er een wettelijke verplichting voor RWS om vismigratie te monitoren? Aan welke beleidsmatige afspraken over vismigratie is RWS nationaal en internationaal gebonden? Welke wetenschappelijke vragen over vismigratie moet RWS (helpen) beantwoorden? De gespreksleider bewaakt de tijd en helpt waar nodig.

Gebruik vervolgens de argumenten om de gespreksleider in een gesprek van 10 minuten te overtuigen. De gespreksleider treedt op als advocaat van de duivel en probeert argumenten te weerleggen met ja maar.... In het gesprek mogen nieuwe argumenten gevonden worden. Vergeet deze niet op een post-it te schrijven.

Welke argumenten overtuigden het meest? En welke het minst? Gebruik de laatste 5 minuten om een ranglijst te maken van de post-its op het grote vel.

Opdracht 2: doemdenkers en positivo's

Gespreksleider: Marjoke Muller (RWS WVL)

Doel: vaststellen welke hobbels genomen moeten worden voordat besloten worden om een landelijk meetnetwerk vismigratie in Rijkswateren aan te leggen.

Bespreek in 8 minuten met elkaar waarom het landelijk meetnetwerk er niet gaat komen. Formuleer welke hobbels onneembaar zijn. Denk aan thema's als organisatie, geld, data en regionale/internationale aansluiting. Doemdenken moet. De gespreksleider noteert de argumenten op het grote vel en drukt positieve uitingen stelselmatig de kop in.

Neem een slok thee of koffie.

Bespreek in 8 minuten met elkaar hoe het landelijk meetnetwerk er alsnog komt. Bekijk de lijst met doemscenario's en probeer elk scenario op te lossen of te weerleggen. Wees een positivo. De gespreksleider noteert de argumenten op het grote vel en drukt negatieve uitingen stelselmatig de kop in.

Gebruik de laatste 4 minuten om het resultaat op het grote vel te bekijken. Mist er nog iets? Is alles duidelijk opgeschreven? Vallen bepaalde thema's op in positieve of negatieve zin? Vul aan waar nodig.

Opdracht 3: het perfecte meetnetwerk

Gespreksleider: Tim Vriese (ATKB)

Doel: samenstellen van een lijst van eisen voor een landelijk meetnetwerk vismigratie in Rijkswateren.

Brainstorm samen 10 minuten over het beste meetnetwerk ooit. Hoe, en waar moet vismigratie gemeten worden? Welke techniek zet je in? Moet het aansluiten op regionale en internationale netwerken? Roep kort en bondig waar je aan denkt. De gespreksleider stelt op basis van de inbreng een lijst met eisen op voor het landelijk meetnetwerk vismigratie.

Bekijk samen 5 minuten de lijst van eisen. Bepaal samen de 5 belangrijkste eisen en markeer deze. Zitten er nog gaten in het meetnetwerk voor bepaalde vissoorten of situaties? Noteer deze. Teken belangrijke meetstations in op de kaart.

Bijlage 3. Workshop presentaties

Verstuurd als losse bijlage

Bijlage 4. Workshopverslag

Op 14 november hebben ATKB en RWS-WVL gezamenlijk een workshop georganiseerd waarin vismigratiedeskundigen en beleidsmedewerkers van minLNV, RWS WVL, RWS ON, RWS ZN, RWS CIV, WSRL, WMR, ATKB, INBO, SVN, HvHL en NIOO-KNAW vertegenwoordigd waren. Doel van de workshop was om informatie te delen over nut, noodzaak, implementatie en inrichting van een landelijk meetnetwerk voor vismigratie in Rijkswateren. Daarnaast was het doel om draagvlak te meten en te creëren voor een landelijk meetnetwerk voor vismigratie.

In het eerste deel zijn drie presentaties verzorgd door respectievelijk Tim Vriese, Pieterjan Verhelst en Jacco van Rijssel (zie bijlage 3). Tim Vriese heeft uiteengezet wat voor vismigratie onderzoek in het verleden heeft plaatsgevonden, welke kennisvragen daarmee zijn beantwoord en welke vismigratie maatregelen daaruit zijn voortgevloeid. Pieterjan Verhelst heeft laten zien hoe het akoestisch meetnetwerk in Vlaanderen tot stand is gekomen en hoe de internationale inbedding van hun meetnetwerk heeft geleid tot meer inzicht in habitatgebruik van soorten als de fint. Jacco van Rijssel heeft een overzicht gegeven van akoestisch telemetrie onderzoek in Nederland. Zowel van Rijssel als Verhelst bespraken de voor- en nadelen van akoestische telemetrie voor het volgen van vismigratie.

In het tweede deel voerden deelnemer in groepjes achtereenvolgens drie verschillende workshop opdrachten uit die waren gericht op nut, noodzaak, implementatie en inrichting van een landelijk meetnetwerk voor vismigratie (zie bijlage 2). Tijdens iedere opdracht zijn argumenten, gedachtes en ideeën opgeschreven op post-its en op flip-overvellen geplakt.

De resultaten werden vervolgens plenair gedeeld door de drie gespreksleiders van de workshop opdrachten. Gerrit Vossebelt (opdracht “advocaat van de duivel”) presenteerde de belangrijkste argumenten voor nut en noodzaak van een landelijk meetnetwerk voor vismigratie. De conclusie was dat RWS weliswaar geen wettelijk verankerde taak heeft om vismigratie te monitoren, maar dat deze taak wel voortvloeit uit een veelvoud aan beleidsafspraken, wet- en regelgeving en bestuurlijke verplichtingen. Daarbij heeft RWS informatie nodig om maatregelen te kunnen evalueren die alleen met een telemetrie systeem te verzamelen is.

Marjoke Muller (opdracht “doemdenken & positivo’s”) presenteerde de belangrijkste uitdagingen op weg naar een landelijk meetnetwerk. Financiële en organisatorische hobbels bleken daaruit niet op te wegen tegen de noodzaak en behoefte om vismigratie te blijven onderzoeken met een telemetrie systeem. Daarbij werden grote kansen gesignaleerd voor inzet en financiering van akoestische telemetrie, voornamelijk ten aanzien van een effectieve, goedkopere en diervriendelijkere dataverzameling. Ook was er discussie over de organisatiestructuur waarbinnen een dergelijk meetnetwerk beheert zou moeten worden waarbij verschillende varianten werden geopperd.

Tot slot presenteerde Tim Vriese (opdracht “het perfecte meetnetwerk”) hoe een landelijk meetnetwerk het beste met akoestische telemetrie ingericht zou kunnen worden. Hierbij werd duidelijk dat de deelnemers het belang onderkennen van een permanent basismetnetwerk dat goed aansluit op bestaande regionale en internationale bestaande akoestische netwerken. De bestaande samenwerking tussen partijen die betrokken zijn bij vismigratie onderzoek zou gehandhaafd moeten worden, waarbij organisatorisch verschillende opties werden gegeven. Een aantal deelnemers ging ook gedetailleerd in op het aantal akoestische ontvangers dan in de meest ideale situatie ingezet zou moeten worden, variërend van “bij intrekpunten”, “bij doortrekpunten”, “bij alle vismigratie knelpunten” tot “om de 5 kilometer in alle

Rijkswateren". Ook werd vastgelegd dat een meetnetwerk flexibel ingericht moet kunnen worden voor projectmatig onderzoek.

Tijdens de afsluitende lunch werd onderling verder gediscussieerd waarbij opviel dat alle deelnemers op een open, gelijkwaardige, en eensgezinde manier over vismigratie onderzoek praatten. Men wilde van elkaar leren en elkaar en elkaars organisatie verder helpen waarbij persoonlijke of organisatorische belangen afwezig leken.

