



Ecologisch ontwerp Visverbindingen stilstaande wateren

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Contactpersoon: Jochem Hop

Datum

5-9-2025

Status

Definitief

Auteurs

Wilco de Bruijne, Stephan Tukker, Barend de Jong, Martin Kroes, Gwenaël Hanon.



IMPACT ON · WATER · NATURE · PARKS



Kroes Consultancy
WATER · MILIEU · ECOLOGIE



Inhoud

Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Doel en aanpak	9
2 Theorie: visgemeenschappen, -habitats en -migratie in grote stilstaande wateren	10
2.1 Watertypen.....	10
2.1.1 Visgilden.....	11
2.1.2 Viswatertypen en visgemeenschappen.....	12
2.1.3 Doel-visgemeenschap voor watertypen stilstaande grote wateren?	15
2.1.4 Vissoorten stilstaande wateren.....	16
2.2 De rol van oevers en overstromingszones voor vis in grote stilstaande wateren	17
2.2.1 Opbouw van natuurlijke land-waterovergangen	17
2.2.2 Het belang van oevers en overstromingszones voor vis	19
2.3 De rol van vismigratie voor vis in stilstaande wateren	20
2.3.1 Vismigratie in de levenscyclus van vissen.....	20
2.3.2 Voorbeeldcasus: Levenscyclus snoek	23
2.3.3 Omgekeerde vismigratie.....	23
3 Opgave: Visverbindingen voor grote stilstaande wateren.....	24
3.1 Versmalling en verstarring, het verdwijnen van vishabitat	24
3.2 Minimaal areaal voor veerkrachtige en robuuste stilstaande wateren	26
3.3 Verbinden grote wateren met achterland.....	28
3.4 Verbindingslocaties en verbindingzone	31
3.5 Typen vismigratievoorzieningen en aandachtfactoren.....	36
3.5.1 Typen vismigratievoorzieningen.....	36
3.5.2 Aandachtfactoren	37
3.6 Voorbeeldcasussen	39
4 Prioritering van locaties.....	45
4.1 Het toevoegen en verbinden van land-waterovergangen.....	45
4.1.1 Habitatontwikkeling in het waterlichaam zelf.....	46
4.1.2 Verbinding met wateren buiten het waterlichaam zoeken	46
4.2 Afwegen van locaties	48
4.2.1 Technische mogelijkheden	49
4.2.2 Grootte leefgebied	51
4.2.3 Kwaliteit leefgebied.....	51



4.2.4	Kwaliteit verbindingzone	52
4.2.5	Visaanbod	53
4.2.6	Beleid, wetgeving en omgeving.....	53
4.3	Prioriteringsmethode MCA	54
5	Type voorziening & ontwerpeisen	56
5.1	Keuze voor type vismigratievoorziening.....	56
5.2	Ontwerpeisen vismigratievoorziening	57
5.2.1	Hydraulische ontwerpeisen.....	58
5.2.2	Ecologische Ontwerpeisen vismigratievoorziening	60
5.2.3	Technische Ontwerpeisen vismigratievoorziening.....	61
5.3	Ontwerpeisen verbindingzone binnen- en buitendijks.....	62
5.3.1	Ecologische ontwerpeisen verbindingzone binnen- en buitendijks	63
5.4	Ontwerpeisen operationeel beheer en onderhoud en monitoring.....	64
6	Aanbevelingen en aandachtspunten.....	65
7	Referenties	67
	Bijlage 1: Watertypering volgens KRW.....	73
	Bijlage 2: Beschrijving enkele te verwachten soorten in stagnante wateren	75
	Bijlage 3: Migratiegegevens per vissoort	83
	Bijlage 4 Toelichting vismigratievoorzieningen	86
	Bijlage 5 Verslag expertsessie	95



Samenvatting

Dit **PAGW-kennisdocument** biedt zowel verdiepende als praktische informatie voor het ontwikkelen van effectieve vismigratievoorzieningen in stilstaande wateren. Voor een goed begrip van de inhoud en opbouw is het van belang vooraf te weten waar de verschillende soorten informatie te vinden zijn. De theoretische onderbouwing van het onderwerp is te vinden in **hoofdstuk 2**, waar het theoretisch kader wordt geschetst van te differentiëren watertypen, visgemeenschappen en doelsoorten vis bij het nadenken over visverbindingen. In **hoofdstuk 3** wordt er stilgestaan bij de opgave, waarom zijn visverbindingen tussen grote stilstaande wateren en het achterland nodig en hoe vervullen vismigratievoorzieningen deze opgave. **Hoofdstuk 4** behandelt de prioritering van potentiële locaties, met aandacht voor effectiviteit, ruimtelijke haalbaarheid en ecologische waarde. In **hoofdstuk 5** worden concrete ontwerpbeisen besproken, essentieel voor de realisatie van functionele voorzieningen. Tot slot biedt **hoofdstuk 6** aanbevelingen en aandachtspunten voor de uitvoering en monitoring van projecten.

Naast de kernhoofdstukken zijn waar nodig **bijlagen** toegevoegd met verdiepende achtergrondinformatie. Deze bijlagen dienen ter ondersteuning van specifieke onderdelen van het proces en kunnen als naslagwerk gebruikt worden.

Belangrijk om te benadrukken is dat dit PAGW-kennisdocument niet bedoeld is als vervanging van ecologische expertise. Het biedt een structuur en handvatten voor het selecteren en ontwerpen van voorzieningen, maar elke locatie is uniek en vraagt om maatwerk. Daarom is het betrekken van een ecoloog bij elke stap van het proces noodzakelijk om tot een duurzame en goed functionerende oplossing te komen.

Stapsgewijze aanpak voor praktische toepassing

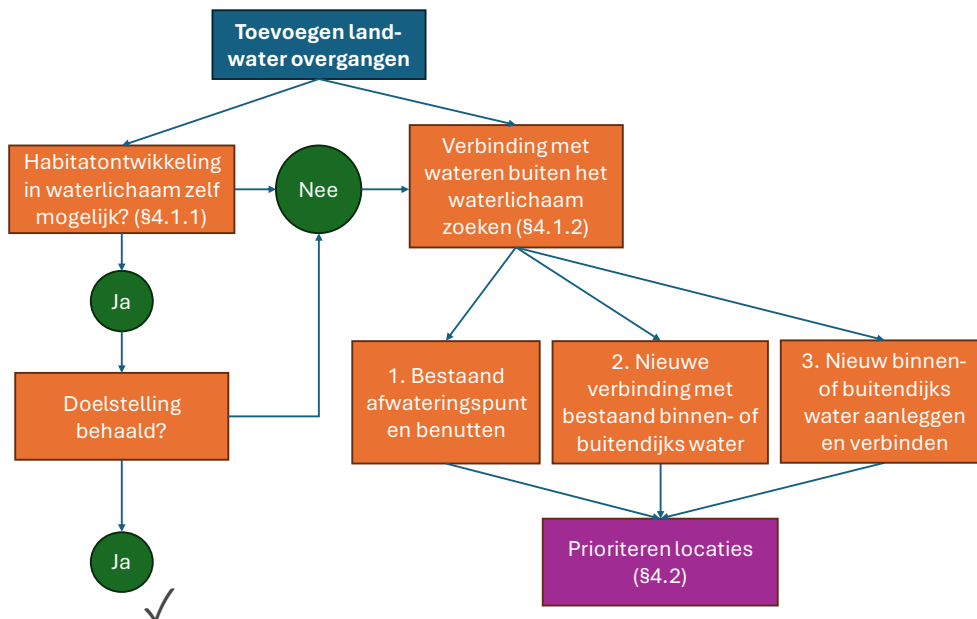
De praktische toepassing van het PAGW-kennisdocument is vormgegeven in een aantal opeenvolgende stappen die gebruikers helpen om tot een geschikte locatiekeuze en ontwerp te komen. Hieronder volgt een overzicht van deze stappen, met verwijzingen naar de bijbehorende paragrafen in het document. Nogmaals, het betrekken van ecologische expertise is essentieel om deze stappen goed te doorlopen.

Stap 1: Bepalen van de meest geschikte locatie

De eerste stap in het proces is het nadenken over de locatie waar een vismigratievoorziening het meest effectief en efficiënt kan worden gerealiseerd. Belangrijk is hierbij de afweging of habitatontwikkeling mogelijk is **in het water zelf of in de directe omgeving ervan**. Deze locatiekeuze vormt een essentieel uitgangspunt voor het verdere proces. De onderbouwing hiervan is uitgewerkt in **paragraaf 4.1**, waarbij de mogelijke alternatieven en overwegingen nader worden toegelicht. Verdieping op dit punt is eveneens te vinden in **paragraaf 4.1.1 en 4.1.2**.



Schema 1 geeft een visuele weergave van deze eerste stap in het besluitvormingsproces.



Stap 2: Onderzoeken van verbindingsmogelijkheden

Als blijkt dat het niet mogelijk is om habitat direct aan het water toe te voegen, wordt in de tweede stap gekeken naar het creëren van verbindingen met bestaande of nieuw aan te leggen gebieden. Er zijn drie opties te overwegen:

- Het vispasseerbaar maken van bestaande afwateringspunten;
- Het aankoppelen van bestaande, maar momenteel niet verbonden, binnendijkse of buitendijkse gebieden;
- Het realiseren van verbindingen naar nieuw aan te leggen natuurgebieden.

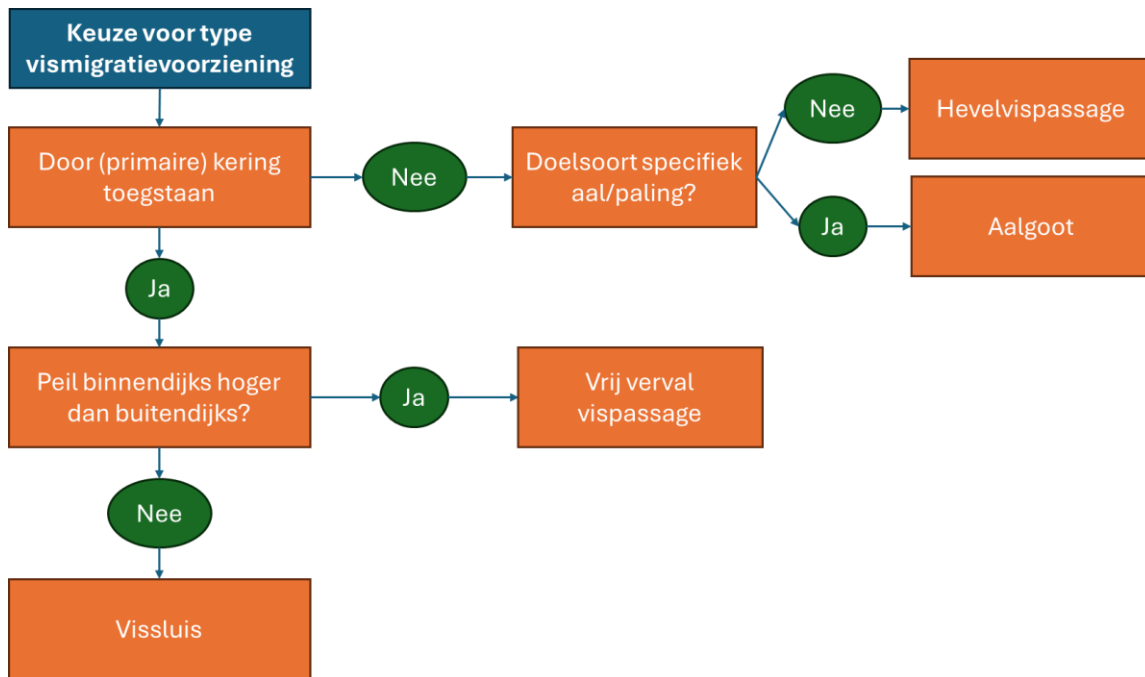
Voor elk van deze opties is het van belang om potentiële locaties te beoordelen en te prioriteren. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van een **Multi Criteria Analyse (MCA)**. In deze analyse zijn zes relevante criteria geselecteerd die inzicht geven in de geschiktheid van een locatie. Deze criteria worden eerst kort toegelicht in een overzichtelijke tabel en vervolgens uitgebreid besproken in de onderliggende tekst in **paragraaf 4.2**.

De methode om deze criteria te waarderen en te voorzien van wegingsfactoren is beschreven in **paragraaf 4.3**. Op basis hiervan kan een weloverwogen prioritering van locaties worden opgesteld, afgestemd op zowel ecologische als ruimtelijke haalbaarheid.

Stap 3: Kiezen van het type vismigratievoorziening

Nadat een of meer kansrijke locaties zijn geïdentificeerd, volgt in **stap 3** de keuze voor het type vismigratievoorziening dat het best past bij de specifieke situatie. Deze keuze wordt toegelicht in **paragraaf 5.1**.

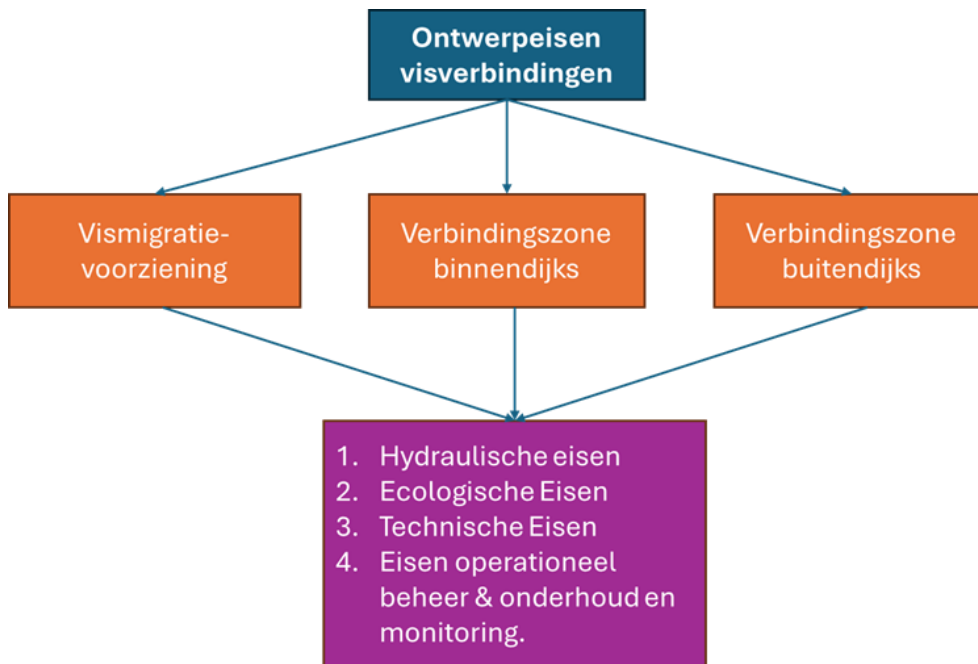
Schema 2 biedt ondersteuning bij deze keuze, met een overzicht van mogelijke voorzieningen en hun toepassingsgebieden.



Stap 4: Ontwerpen van de voorziening en inrichting van de verbinding

Op basis van de voorgaande stappen is een keuze gemaakt voor een locatie en een bijpassend type vismigratievoorziening. In **stap 4** wordt ingezoomd op de concrete invulling van het ontwerp. In **paragraaf 5.2 - 5.4** worden de ontwerp-eisen beschreven die van toepassing zijn op zowel de migratievoorziening zelf als op de inrichting van de verbindingzones aan beide zijden ervan.

Schema 3 is geen **afwegingsschema** zoals de voorgaande twee maar geeft een overzicht van de belangrijkste categorieën ontwerp-eisen.



De ontwerp-eisen zijn gebaseerd op praktijkervaring en literatuurstudie, maar vormen geen blauwdruk. **Het is absoluut noodzakelijk om in deze fase een ecoloog te betrekken.** Alleen dan kan



worden getoetst of het gekozen ontwerp daadwerkelijk leidt tot een duurzame en effectieve migratieroute voor vissen. Iedere locatie kent immers eigen dynamiek, waterbeheer, soortenrijkdom en ruimtelijke beperkingen.

Tot slot

Dit **PAGW-kennisdocument** is bedoeld als hulpmiddel en leidraad voor beleidsmakers, ontwerpers en beheerders die betrokken zijn bij projecten waar habitats voor vis worden ontwikkeld en waar vismigratie een wezenlijk onderdeel van uit maakt. In bredere zin kunnen professionals die betrokken zijn in projecten waarin nieuwe waterrijke natuur wordt ontwikkeld met de kennis en hulpstappen in dit document meerwaarde creëren voor vis. Dit PAGW-kennisdocument biedt inzicht, structuur en houvast, maar vraagt tegelijkertijd om maatwerk en professionele ecologische begeleiding. Door het combineren van systematische analyse met lokale kennis en expertise, kunnen robuuste en toekomstbestendige oplossingen worden gerealiseerd voor het verbeteren van vismigratiemogelijkheden.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) is een investeringsprogramma van de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) dat zich richt op ecologische waterkwaliteit en natuur in de grote wateren in Nederland. Het doel van de PAGW is de ecologische waterkwaliteit te verbeteren en de natuur te versterken in onze grote wateren. Daarmee wordt gestreefd naar een verdere ontwikkeling van toekomstbestendige grote wateren, waar hoogwaardige natuur goed samengaat met een krachtige economie. Via de programmatische aanpak worden in samenhang en synergie maatregelen getroffen om de grote wateren ecologisch robuust en veerkrachtig te maken. Zo kunnen veranderende (klimaat)omstandigheden worden opgevangen en zijn economische ontwikkeling en medegebruik mogelijk. Waar Natura 2000 (N2000) en de Kaderrichtlijn Water (KRW) de focus hebben op het halen van vastgestelde (juridische) doelen, richt de PAGW zich op maatregelen die ten goede komen aan het ecologisch functioneren van de grote wateren op systeemniveau en hiermee de duurzame instandhouding van de N2000 en KRW. Hiervoor worden uitvoerige systeemanalyses uitgevoerd, waaronder voor het IJsselmeergebied.

In meren en plassen speelt de verbinding van het open water met de oeverzone en de achterliggende overstromingsvlakte een belangrijke rol in het ecologisch functioneren. Deze ecotopen herbergen de grootste biodiversiteit in meren en plassen en zijn voor een gezonde visstand van groot belang als paai-, foerageer- en opgroeihabitat. Door inpolderingen, peilbeheer en de aanleg van oeververdedigingen is het areaal aan deze habitats in de loop van de tijd sterk afgenomen of nooit goed tot ontwikkeling gekomen. Uit literatuuronderzoek blijkt in het IJsselmeergebied bijvoorbeeld een groot tekort aan oeverzones met water- en oeverplanten en overstromingsgrasland (zie hoofdstuk 3). Herstelmaatregelen richtten zich op aanleg van natuurvriendelijke oevers (zo nodig met vooroever) en verbindingen met wateren of moerassen in buitendijkse oeverlanden. Dit kan door dijken en zomerkades te verplaatsen of verwijderen, de aanleg van eilanden (Markerwadden), door aanpassing van peilen waardoor oeverlanden periodiek onderlopen. De benodigde ecotopen zijn om verschillende redenen niet eenvoudig buitendijks aan te leggen. Nu zoekt men daarom ook binnendijks naar leefgebieden als alternatief voor deze ecotopen. Deze dienen voor onder andere vis dan wel goed verbonden te worden.

Er is veel kennis beschikbaar over de vispasseerbaarheid van kunstwerken zoals stuwen en gemalen en het oplossen van migratieknelpunten in *stromende* wateren. Men ervaart echter een kennisleemte als het gaat over de verbinding van grote *stilstaande* wateren met ecotopen in het achterland. Hieronder vallen de verbinding tussen meren en plassen met achterliggende boezem- en poldersystemen, achteroevers of binnendijkse moerasgebieden en overstromingsgraslanden. Naast meren en plassen kennen we in Nederland ook vele grote stilstaande wateren in de vorm van kanalen en vaarten, waar voor vis dezelfde ecotopen missen en verbindingen nodig kunnen zijn. Specifiek voor vis leven er vragen zoals: 'Wat is een geschikte plek voor een verbinding?', 'Welke watertypen zijn zinvol om te verbinden?', 'Voor welke doelsoorten aan vis?', 'Waarom moet het achterland voldoen om de visstand te verbeteren?', 'Wat is de optimale visverbinding?', enzovoort.

Voorliggende studie wil deze kennisleemte opvullen. De focus ligt daarbij op de verbinding van grote stilstaande Rijkswateren met de ontbrekende ecotopen (zoals moeraszones en oeverzones) in het achterland. Daarbij is breder gekeken dan alleen het IJsselmeergebied en haar PAGW-opgave. Elders in het land spelen namelijk dezelfde vragen. Hoewel de scope van dit onderzoek breder is dan het



IJsselmeergebied, heeft het veel voorbeelden waar ervaring opgedaan is, die vaak goed gebruikt kunnen worden in de context van het verbinden van andere grotere stilstaande wateren.

1.2 Doel en aanpak

Het doel is tweeledig:

1. Het ontsluiten van bestaande kennis over vismigratie met focus op de verbindingen tussen grote, stilstaande wateren (meren) en het achterland (polders, achteroevers, et cetera), met aandacht voor de vissoorten die gebruik maken van beide habitats. Daarnaast de ecologische en technische randvoorwaarden ontsluiten die nodig zijn om een functionele verbinding tussen deze gebieden te realiseren.
2. Het vertalen van deze kennis en randvoorwaarden in een duidelijke prioritering van locaties en concrete ecologische ontwerpisen ten aanzien van vismigratievoorzieningen tussen grote stilstaande rijkswateren en achterliggende gebieden en de inrichting van de directe omgeving van de verbindingen. Hiermee wordt kennis praktisch toepasbaar voor realisatie van PAGW- en andere natuurherstelprojecten.

De kennisontsluiting is gebaseerd op een literatuurstudie en expertsessie met vismigratiedeskundigen van verschillende organisaties (9-12-2024, verslag in bijlage 5). Een projectteam van PAGW bestaande uit medewerkers van Rijkswaterstaat (RWS), Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en Staatsbosbeheer (SBB) begeleidde het project. De ontwerpisen zijn in het project getoetst door een ontwerpteam van de PAGW (werksessie 17 juni 2025).

Het rapport is niet alleen voor (vis)experts bedoeld. Er is voor gekozen om de informatie eenvoudig en toegankelijk op te schrijven. Zo is het document goed bruikbaar voor ontwerpteams, maar ook breder geïnteresseerden en belanghebbenden. In de referentielijst achterin het rapport staat literatuur voor mensen die meer wetenschappelijke diepgang willen.

Tabel 1-1 Betrokken personen

Projectteam	Expertteam	Toetsing door ontwerpteam (17 juni 2025)
Jochem Hop (RWS)	Willie van Emmerik (Sportvisserij Nederland)	Miriam ten Haaf - Janssen (Natuurmonumenten)
Peter Jesse (SBB)	Mike Dijkstra (HHR)	Arnout-Jan Rossenaar (SBB)
Joost Lankester (RVO)	Martijn Schiphouwer (RAVON)	Joost Lankester (RVO)
Madeleine den Hartog (RWS)	Rik Beentjes (HHNK)	Tijme Rijkers (RVO)
Sander Terlouw (SBB)	Tom Buijse (Deltares)	Janneke Lourens (RWS)
Marieke de Lange (RWS)	Rob Kroes (ATKB)	Jochem Hop (RWS)
Wilco de Bruijne (OAK)	Marco Beers (WBD)	Peter Jesse (SBB)
Barend de Jong (OAK)	Jasper Arntz (Arcadis)	Willem Kuijsten (RWS)
Stephan Tukker (OAK)	Leo Nagelkerke (WUR)	Wilco de Bruijne (OAK)
Gwenaël Hanon (OAK)	Ben Griffioen (WMR)	Gwenaël Hanon (OAK)
Martin Kroes (Kroes Consultancy)		Martin Kroes (Kroes Consultancy)



2 Theorie: visgemeenschappen, -habitats en -migratie in grote stilstaande wateren

Dit hoofdstuk biedt een theoretisch kader waarin de volgende onderdelen worden uiteengezet:

- Watertypen en visgemeenschappen van stilstaande wateren – In deze paragraaf wordt behandeld welke visstand er bij een bepaald watertype past aan de hand van de visgemeenschappen en KRW-typing en waarom we tot bepaalde vissoorten uitkomen voor visverbindingen.
- De rol van oevers en overstromingszones voor vis in stilstaande wateren – In deze paragraaf wordt er dieper ingegaan op de habitatbenodigheden van vissen. Welke habitats vissen nodig hebben en waarom.
- De rol van vismigratie voor vis in stilstaande wateren – In deze paragraaf worden de verschillende vormen van vismigratie uitgelegd op temporele en ruimtelijke schaal. Hierin worden ook de verschillende vissoorten van de stilstaande (grote) wateren behandeld die mogelijk baat hebben bij het verbinden van grote wateren met functionele opgroei/paai gebieden.

2.1 Watertypen

Oppervlaktewateren bestaan in vele vormen, maten en kleuren, net als de soorten die in deze wateren leven. Voor vissen weten we dat er typische visgemeenschappen te onderscheiden zijn. Dit zijn vissoorten die veelal samen voorkomen onder bepaalde condities ofwel (a)biotische omstandigheden, en die men daarom kan verwachten in typische oppervlaktewateren. We spreken daarom van watertypen en visgemeenschappen. Watertypen kunnen op verschillende wijzen uiteengezet worden op basis van eigenschappen zoals ontstaansgeschiedenis, diepte en ligging, hydrologie, ecologie en menselijk gebruik. De KRW gebruikt deze en andere eigenschappen om tot een gestandaardiseerde set aan overeenkomende watertypes te komen. In de bijlage 1 wordt deze KRW-typing van Nederlandse binnenwateren verder toegelicht. Hiervoor zijn de KRW-maatlattendocumenten gebruikt voor natuurlijke en kunstmatige wateren van de STOWA (Altenburg e.a. 2018; Evers e.a. 2018).

Deze studie richt zich op alle grote stilstaande Rijkswateren. De bijbehorende watertypen zijn veelal meren en plassen, maar ook grote kanalen en vaarten en de verbindingen met het achterland via sloten, kanalen en vaarten. Op onderstaande kaart (figuur 2-1) zijn de verschillende Rijkswateren te zien.



Deze indeling is niet zwart-wit, want er zijn soorten (zoals bijvoorbeeld snoek) die als jonge vis voorkeur hebben voor plantenrijke wateren, maar ook wel tot de eurytope soorten kan worden gerekend vanaf een volwassen levensstadium.

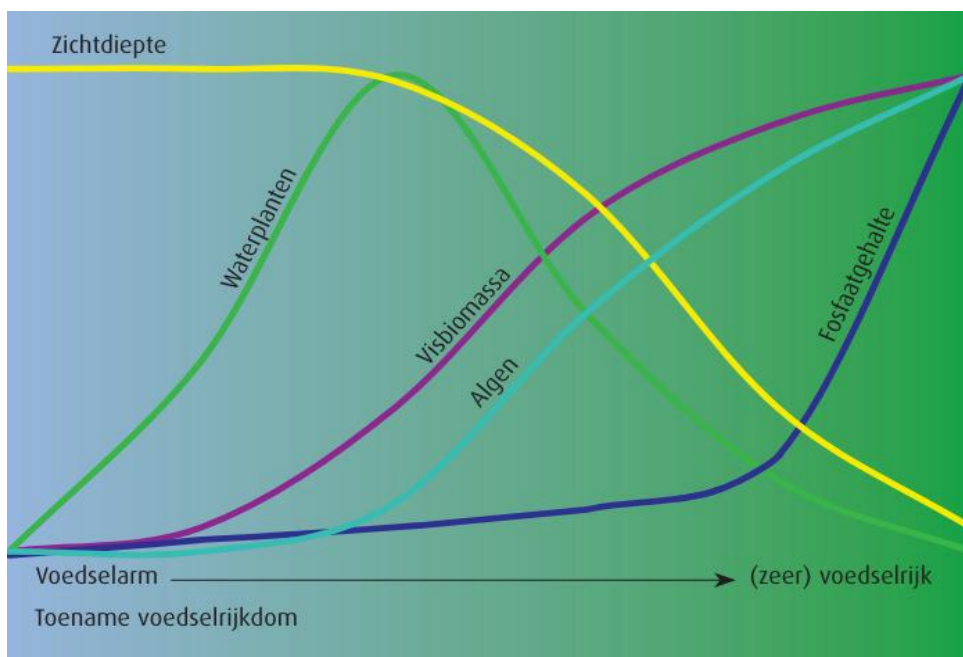
In o.a. de KRW-maatlatten wordt verwezen naar **migrerende soorten** als groep tussen de overige gilden. Hieronder vallen bijvoorbeeld soorten als aal, winde, Atlantische zalm en driedoornige stekelbaars. Deze zijn echter ook onder te verdelen in een functioneel gilde. Zo worden bijvoorbeeld de winde en Atlantische zalm als rheofielen gezien, terwijl de aal en driedoornige stekelbaars overwegend eurytope soorten zijn.

In deze studie ligt de nadruk minder op rheofiele soorten omdat deze vooral doortrekken naar stromende wateren en minder gebaat zijn bij visverbindingen tussen stilstaande wateren en achteroevers. Deze soorten gebruiken het grote stilstaande water voornamelijk als migratiecorridor. De focus ligt met name op de limnofiele, zuurstoftolerante en eurytope soorten die een voorkeur hebben voor ondiepe begroeide zones voor het voltooiën van hun levenscyclus.

2.1.2 Viswatertypen en visgemeenschappen

Visgilden zeggen iets over hele algemene gedeelde eigenschappen qua leefwijze per vissoort. Als we vervolgens de algemene viseigenschappen per watertype samenvatten tot verschillende visgemeenschappen met hun bijbehorende wateren, komen we tot de **viswatertypen**. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen verschillende viswatertypen. Deze viswatertypen geven een algemeen beeld van de visgemeenschap weer die in het desbetreffende water voorkomen (Zoetemeyer & Lucas, 2001). Er zijn vijf viswatertypen te onderscheiden bij ondiepe wateren en drie viswatertypen bij diepe wateren. De viswatertypen worden voor grote mate beïnvloed door de hoeveelheid nutriënten en de processen die daaruit voortkomen. In onderstaande figuur

Figuur 2-2) worden de relaties tussen doorzicht, waterplanten, visbiomassa, algen en fosfaatgehalte afgebeeld. De viswatertypen zijn gerangschikt van voedselarm naar voedselrijke wateren.



Figuur 2-2. Relaties tussen voedselrijkdom (fosfaatgehalte) en parameters zoals zichtdiepte, plantengroei, algengroei en visbiomassa (Zoetemeyer & Lucas, 2001).

Viswatertypen ondiep water

De volgende viswatertypen geven de leefmilieus en kenmerkende soorten van ondiepe wateren zoals sloten, vaarten kanalen en plassen weer (Zoetemeyer & Lucas, 2001) (Figuur 2-3):

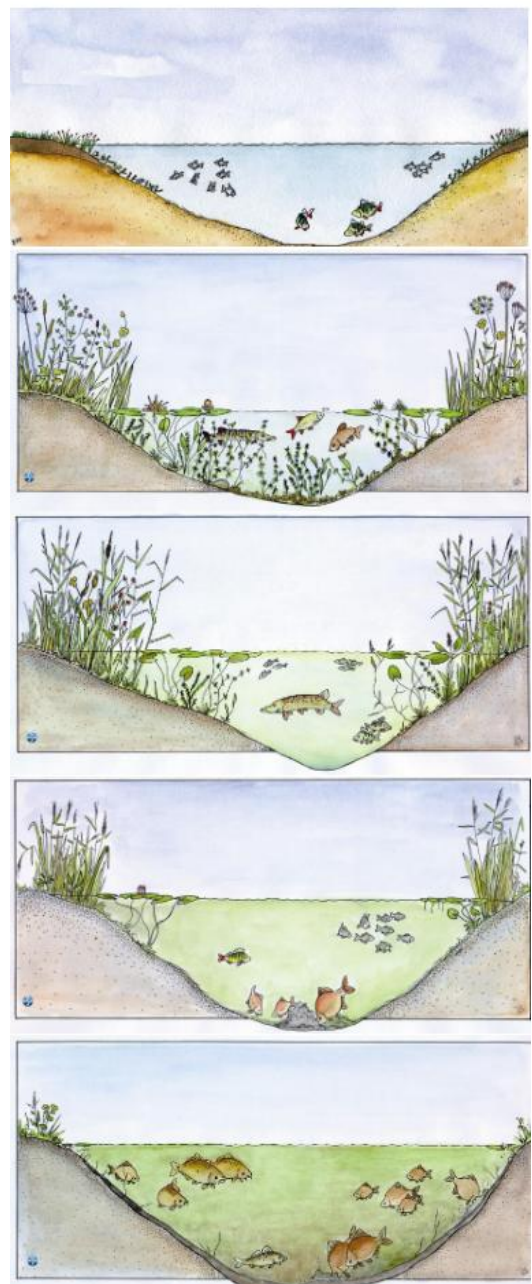
Het **baars-blankvoorn** viswatertype is een voedselarm en helder water met het gehele jaar minstens 1 meter doorzicht. Het aantal planten en algen blijft beperkt door het voedseltekort. Vissen zoals baars en blankvoorn zijn gespecialiseerd om te functioneren in voedselarme omgevingen door kleiner te blijven. Dit watertype is in Nederland bedreigd door eutrofiëring (het verrijken van het water met voedingsstoffen, voornamelijk door landbouw). Naarmate voedingsstoffen in het water toenemen, neemt ook de biomassa van de visstand en algen toe.

Het **ruisvoorn-snoek** type bestaat uit vissen die zich hebben aangepast aan dichtbegroeide en ondiepe wateren. Kenmerkend voor deze wateren zijn de hoge fluctuaties in zuurstof en gelimiteerde voedingsstoffen waardoor eutrofiëring niet mogelijk is. Plantengroei is optimaal in dit viswatertype.

Het **snoek-blankvoorn** viswatertype is gekenmerkt door meer voedingsstoffen in het water, waardoor plantengroei verminderd is door algengroei. Er is een diverse omgeving met plantenrijke zones en open stukken water. Daardoor bevat dit type viswater de meeste vissoorten.

Bij het **blankvoorn-brasem** viswatertype is waterplantengroei gelimiteerd. Bij dit water is er relatief weinig oeveroppervlakte ten opzichte van wateroppervlakte. Dit water is gevoelig voor eutrofiëring en wordt gedomineerd door soorten die geen waterplanten in hun levenscyclus nodig hebben.

Het **brasem-snoekbaars** viswatertype is het laatste viswatertype en wordt gekenmerkt door zeer troebel water met vaak hoge voedingsstoffengehaltes (fosfaten) en wordt zeer sterk gedomineerd door algen met geen tot zeer weinig waterplanten. De visbiomassa is hier zeer hoog en is het minst soortenrijk van alle viswatertypen.



Figuur 2-3: Viswatertypen van het ondiepe water met van boven naar onder een overzicht van voedselarm naar voedselrijke leefmilieus. Aangegeven zijn enkele typische soorten die er voorkomen (Zoetemeyer & Lucas, 2001).



Viswatertypen diep water

Bij diepe wateren spreken we over wateren wanneer er als gevolg van grote diepte stratificatie optreedt. Dit houdt in dat er een warme bovenlaag water op een koude onderlaag ligt. Deze temperatuurstratificatie is typisch voor grote wateren (>20 hectare) vanaf 8 meter diepte, maar in sommige gevallen ook in kleinere meren. In diepe wateren komt de planktonontwikkeling relatief langzaam en laat op gang, wat weer effect heeft op de ontwikkeling van de visgemeenschap.

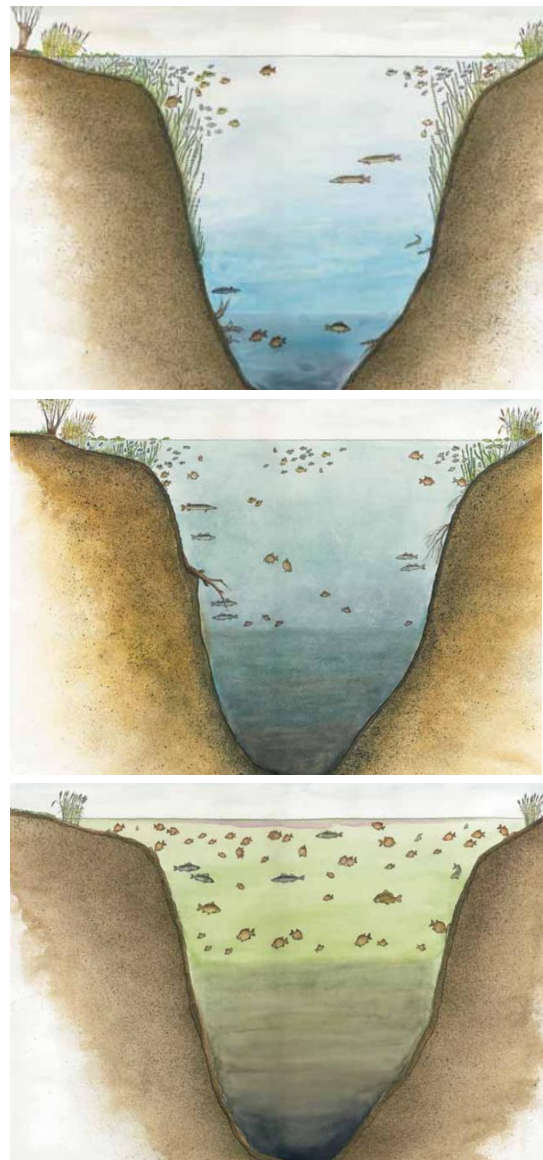
De ondiepe oeverzones zijn van cruciaal belang voor de ontwikkeling van het visbroed, omdat deze zones snel opwarmen en zeer productief kunnen zijn. Hieronder worden de drie viswatertypen van het diepe water toegelicht (zie ook Figuur 2-4).

Het **baars-blankvoorn** diepwatertype is een overwegend helder water met een doorzicht van ongeveer 7 meter, met een grote bedekking van onderwaterplanten (circa 15-30%). De visgemeenschap is zeer divers en bestaat voor een groot deel uit baars en blankvoorn. Daarnaast leven er veel plantminnende soorten zoals snoek, ruisvoorn en zeelt.

Het **blankvoorn-brasem** diepwatertype ontstaat bij een toenemende concentratie aan nutriënten. De hoeveelheid areaalbedekking van waterplanten neemt af doordat het doorzicht door algengroei afneemt. De visgemeenschap bestaat uit een groter gedeelte eurytope soorten zoals brasem en uit een klein gedeelte plantminnende soorten.

Het **brasem-snoekbaars** diepwatertype is het meest voedselrijke watertype. Bij dit water zijn de meeste ondergedoken waterplanten volledig verdwenen en bestaat er nog slechts een dunne strook planten in de ondiepe zone. In de zomer kan er zuurstofloosheid optreden in de onderste waterlaag. Dit heeft een negatief effect op een groot aantal vissoorten. De meest voorkomende soorten in dit watertype zijn brasem, snoekbaars en pos.

Uit de viswatertypen voor ondiepe en stilstaande wateren blijkt dat de visgemeenschap vaak wordt gedomineerd door enkele vissoorten. Deze soorten zijn typerend voor het betreffende viswatertype en de voedselrijkdom van het water, die dan weer vooral invloed heeft op de balans tussen water- en oeverplanten en in mindere mate op zwevende algen. Andere vissoorten zijn ook in meer of mindere mate aanwezig, maar domineren veelal niet de visgemeenschap.



Figuur 2-4: Weergave van de drie viswatertypen in diep water, van boven naar beneden voedselarm naar voedselrijke condities (Zoetemeyer & Lucas, 2002).



2.1.3 Doel-visgemeenschap voor watertypen stilstaande grote wateren?

Na kennis opgedaan te hebben van watertypen en visgemeenschappen kan de vraag ontstaan welke visgemeenschappen nou wenselijk zijn in Nederlandse grote stilstaande wateren. Streven waterbeheerders, wanneer zij werken aan betere (ecologische) kwaliteit van het betreffende oppervlaktewater, dan ook naar bepaalde visgemeenschappen in deze grote stilstaande wateren?

Vispopulaties ontwikkelen zichzelf op basis van abiotische condities (voedselbeschikbaarheid, temperatuur, substraat, stroming, etc.) en biotische condities (predatie, rekrutering, ziektes, etc.). Daarnaast worden deze beïnvloed door allerlei menselijke/maatschappelijke drukfactoren zoals eutrofiëring, maai-beheer, peilbeheer, bevissing, connectiviteit, scheepsverkeer, toxische stoffen, enz. Sturing geven aan de ontwikkeling van de visgemeenschap is een groot en lastig onderwerp en kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. Vele studies zijn gedaan naar de rol van vis in de toestand van grote stilstaande wateren en het sturen hiervan. Hieronder vallen bevissing of het aanjagen van specifieke predatie en de effecten op het gehele voedselweb, inclusief zwevende algen, waterplanten, macrofauna, vogels, etc. Hoewel sturing complex is, kan een passende vastgelegde visgemeenschap voor een bepaalde ecologische kwaliteit van het water goede richting geven.

KRW-wateren worden beoordeeld aan de hand van referentiewaarden, ook voor vis. Bij natuurlijke watertypen beschrijft de referentie een volledig onverstoorde toestand van de visgemeenschap. De ecologische doelstelling is dan afgestemd op een haalbaar scenario exclusief de aanwezige menselijke verstoring/drukfactoren. Kwaliteitsklasse Goede Ecologische Toestand (GET) is de norm. De meeste wateren in Nederland behoren tot niet-natuurlijke of kunstmatig en sterk veranderde watertypen. De referentiewateren zijn hierbij het meest vergelijkbare natuurlijke watertype, daarbij is het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) het hoogste ecologische niveau dat haalbaar is. Menselijke drukfactoren zoals scheepvaart en eutrofiëring kunnen ervoor zorgen dat de MEP lager uitvalt, soms zijn deze drukfactoren onomkeerbaar of maatschappelijk gezien niet of niet geheel weg te halen of te mitigeren qua kosten-baten. De ecologische norm voor deze wateren is dan hierop afgestemd en wordt het Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

Ook voor de visgemeenschap als biologisch kwaliteitselement binnen de KRW-beoordeling zijn referentiewaarden en indicatoren vastgesteld. Deze kunnen zo adequaat mogelijk een referentievisstand beschrijven en zijn in staat de huidige visstand te beoordelen ten opzichte van die referentie. Ze zijn robuust en gekoppeld zijn aan een gestandaardiseerde bemonsteringsmethode. Ook zijn ze in staat de natuurlijke variatie te onderscheiden van menselijke invloeden (drukfactoren/pressoren). Met het oog hierop is een keuze gemaakt voor indicatoren die voor een belangrijk deel gebaseerd zijn op de samenstelling van de visgemeenschap als geheel en niet op individuele (zeldzame) soorten. De beoordelingsmethode voor vis is opgezet met type-specifieke soorten in diverse indicatoren, die een relatie hebben met de relevante drukfactoren. Algemene soorten spelen hierin een belangrijke rol. Niet alleen is de kennis van deze soorten groot, maar ook de indicatieve waarde voor het ecologisch functioneren van een water. Het geheel is vastgelegd in deelmaatlaten per watertype. De monitoring en beoordeling hiervan is complex en werk voor visspecialisten. Er kunnen wel enkele algemene conclusies getrokken worden voor de grote stilstaande wateren (M-wateren):

- Soortensamenstelling, abundantie en leeftijdsopbouw spelen een rol in de beoordeling van de visgemeenschap in een M-watertype.
- Soortensamenstelling speelt voornamelijk een rol in kunstmatige M-watertypen, waarbij het gaat om het aantal soorten plantminnende, zuurstoftolerante en/of migrerende vissoorten.
- Abundantie speelt een rol in zowel natuurlijke als kunstmatige M-watertypen. Hiermee wordt het biomassa aandeel als % totaal bedoeld van brasem+karper (meer is slechter), baars+blankvoorn (meer is beter), plantminnende vis (snoek, ruisvoorn, zeelt, etc.; meer is



beter), zuurstoftolerante vis (zeelt, grote modderkruiper; meer is beter). Deze deelmaatlatten toetsen daarmee ook de soortensamenstelling.

- Leeftijdsopbouw speelt enkel een rol in grote diepe gebufferde meren (M21a en M21b, Markermeer en IJsselmeer) waarbij de lengte-opbouw van de snoekbaars een rol speelt (specifieker de 'naar biomassa gewogen gemiddelde lengte').
- De precieze gewenste referentie opbouw van de visgemeenschap (GET) en alle scores van slecht tot GEP en MEP met percentage-verdelingen, etc. etc. zijn vastgelegd in deelmaatlatten voor KRW. Hier zullen we niet verder op ingaan.

De bovenstaande gekozen vissoorten zijn niet arbitrair. Bij de ontwikkeling van de vissenmaatlat van de stilstaande wateren is geprobeerd recht te doen aan de rol van diverse habitats voor de vis. De vissenmaatlat bestaat uit enkele deelmaatlatten, die verschillende onderdelen van de visgemeenschap en daarmee verschillende zones (of ecotopen) binnen het watersysteem beoordelen (hierover meer in paragraaf 2.2). Simpel gezegd: Karper+brasem staan voor de open-water zone, baars+blankvoorn voor de littorale zone met ondergedoken waterplanten, plantminnende vissoorten staan voor de littorale zone met drijvende en emergente waterplanten en zuurstoftolerante soorten staan voor de moeras en overstromingszone. De visgilden in de vismaatlat representeren zo indirect de staat van de verschillende zones in een watertypen (Jaarsma & Klinge, 2018). Er is een relatie tussen visstand en de verhouding van deze zones, ofwel ecotopen. Het aankoppelen van ontbrekende ecotopen via het achterland aan grote stilstaande wateren kan een (positief) sturend effect hebben op de visgemeenschap. In de vismaatlat zorgt een hoger aandeel van bepaalde eurytope soorten, waardoor plantminnende, zuurstoftolerante en migrerende soorten daarom in het algemeen voor een betere score van het waterlichaam zorgen. Om die reden zijn deze soorten vanuit de waterbeheerder meer gewenst. De algemene soorten binnen deze visgilden zijn daarmee doelsoorten, uitgezet in volgende paragraaf (2.1.4).

Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat ecosystemen, en zo ook aquatische ecosystemen, te complex zijn om 1 op 1 relaties als deze als vaste waarheden te beschouwen en te gebruiken als stuurmiddel. Het verbeteren van de ecologische kwaliteit van grote stilstaande wateren is complex. Zelfs maatregelen die natuurlijke processen versterken en drukfactoren verminderen, leveren niet automatisch het gewenste resultaat op. Visverbindingen voor bepaalde vissoorten zijn altijd een onderdeel en bouwsteen van de te leggen puzzel naar betere ecologische waterkwaliteit.

2.1.4 Vissoorten stilstaande wateren

Binnen de hierboven beschreven visgemeenschappen en visgilden kunnen we vissoorten aanwijzen die naar verwachting het meest voorkomen in verschillende zoneringen en gebruik zullen maken van de verbindingen tussen grote stilstaande wateren en kleinere achtergelegen wateren. Dit is gebaseerd op de voorkomende visgemeenschappen van de stilstaande watertypen. Op basis van historische vangstgegevens bij vismigratievoorzieningen kan worden geconcludeerd dat in ieder geval de volgende limnofiele, eurytope, zuurstoftolerante en/of migrerende soorten veelvuldig gebruik maken van migratievoorzieningen en gerichte paaitrek vertonen (Willemse, 2013):

- Aal/paling/glasaal (katadroom migrerend)
- Baars
- Blankvoorn
- Brasem
- Driedoornige stekelbaars (soms anadroom migrerend)
- Kolblei
- Pos
- Ruisvoorn
- Snoek
- Snoekbaars
- Zeelt



Aanvullend zijn er enkele limnofiele/eurytope soorten die (in mindere mate) gebruik maken van vispassages. Deze vissoorten zijn vaak slechte zwemmers en/of worden minder snel gevangen door hun beperkte grootte of levenswijze. Dit zijn:

- Bittervoorn
- Kleine modderkruiper
- Vetje
- Kwabaal

Deze vissoorten kunnen beschouwd worden als doelsoorten voor het creëren van visverbindingen tussen grote stilstaande wateren en het achterland. Een uitgebreide beschrijving per doelsoort vis inclusief migratiegedrag is te vinden in de bijlage 3.

2.2 De rol van oevers en overstromingszones voor vis in grote stilstaande wateren

Grote stilstaande wateren, zoals het IJsselmeer, hebben in Nederland doorgaans smalle oeverzones, die er in een natuurlijke situatie heel anders uit zouden zien (brede oeverzones). De oeverzones van natuurlijke meren zijn de meest biodiverse zones in deze wateren. Ook zijn het zeer productieve zones die een grote biomassa bijdrage leveren aan het voedselweb. Het zijn de overgangen van water naar land met een grote diversiteit aan abiotische kenmerken: verschil in diepte, oevertalud, golfslag, stroming, sedimentatie en erosie. Daarbij zorgt eventuele natuurlijke peildynamiek in deze wateren, zoals door wisselende dynamiek tussen toevoer vanuit de rivieren en afvoer van water naar zee en door verdamping of door windopzet, ervoor dat deze oeverzone blijft veranderen in breedte, structuur en vegetatie. Daarmee kan een natuurlijke oeverzone als land-waterovergang een grote diversiteit aan habitats voor vis aanbieden. In de land-waterovergangen ontstaat daarmee een grote variatie aan leefgebieden met verschillende oever- en waterplanten (emerse en submerse vegetatie). Deze ecotopen bieden leefruimte aan een breed scala aan waterleven, waaronder aan vissoorten die gebruik maken van stilstaand plantenrijk water. Zij gebruiken de oeverzones als paai-, opgroei-, foerageer- of rustgebied.

Het ontbreken van deze land-waterovergangen, met bijbehorende ecotopen, is in meren naast de overmatige belasting met voedingsstoffen (eutrofiëring) en de aanwezigheid van toxische stoffen, één van de grootste knelpunten voor de ecologische waterkwaliteit, in het bijzonder voor het behoud van een goede visstand (Veraart e.a. 2016). In de volgende paragraaf is daarom het functioneren en het nut en de noodzaak van deze zones beschreven.

2.2.1 Opbouw van natuurlijke land-waterovergangen

Natuurlijke oppervlaktewateren, zoals plassen en meren met achterlanden, bezitten een “zachte” overgang van land naar water waardoor er genoeg ruimte is voor vegetatieontwikkeling. In combinatie met een natuurlijk fluctuerend waterpeil zijn er dan verschillende zones, ofwel ecotopen te onderscheiden:

- **De open waterzone (limnische zone):** dit is het gebied in een oppervlaktewater dat diep water bevat. Hier kan onderscheid gemaakt worden in de (eu)fotische zone waar licht voldoende doordringt en dus algengroei mogelijk is en de afotische, ofwel donkere zone, waar door lichtgebrek geen plantengroei of algengroei meer mogelijk is.
- **De litorale zone:** Deze beslaat de gradiënt waarop ondergedoken, emergente en oeverplanten in het water groeien. Voor de monitoring van het begroeibaar areaal van oever- en waterplanten, zoals vereist binnen de Kaderrichtlijn Water (KRW), is een nauwkeurige begrenzing essentieel. De grootte van de litorale zone is afhankelijk van de waterdiepte en het doorzicht. In de litorale zone komen twee vegetatiezones voor die qua begrenzing echter in elkaar overlopen door concurrentie om licht en ruimte, namelijk:



- **De ondergedoken waterplantenzone:** loopt afhankelijk van de helderheid van het water tot tussen de 50 en 300 cm diepte. Hier groeien submerse waterplanten zoals waterpest, grof hoornblad, fonteinkruiden en kranswieren.
- **Drijvende en emergente waterplantenzone:** vegetatie zoals riet, lisdodde, biezen en waterlelies groeien deels boven water. Deze groep planten komt over een brede gradiënt voor, waarbij riet tot een gemiddelde waterdiepte van ongeveer 1 meter groeit, maar een soort als mattenbies tot wel 3 meter diep kan groeien. Emergente waterplanten worden ook vaak als moerasvegetatie gerekend en kunnen boven het gemiddelde waterpeil groeien.
- **De overstromingszone:** ligt boven gemiddeld water en overstroomt bij hoogwater. Deze staat voor kortere of langere tijd per jaar onder water, afhankelijk van de peilwisseling in het meer en bestaat uit zeggen en rietmoeras, rietruigte, overstromingsgrasland of oobossen. Hier speelt het beheer (maaien, begrazen, kappen) een grote rol in het voorkomen van een vegetatietype.
- **De terrestrische zone:** ligt boven gemiddeld hoogwater en kenmerkt zich door vegetatie die kortdurende inundatie verdraagt, maar het grootste deel van het jaar droog staat, met een grondwaterstand van enkele decimeters of meer beneden maaiveld. Hier komen de echte landplanten voor (terrestrische vegetatie).

Binnen deze zonering zijn enkele elementen belangrijk voor natuurlijke land-waterovergangen:

- **Waterbodem:** afhankelijk van de golfslag en stroming bestaat deze uit een sliblaag van fijn sediment en dood organisch materiaal. Waar veel dynamiek is kan dit slib ontbreken en ligt de kale bodem, die afhankelijk van de locatie in Nederland, bestaat uit zand, veen of klei of een mengsel daarvan. Planten wortelen in deze bodem, maar er zijn ook kleine dieren die hierin leven (wormen, insectenlarven, etc.) en door karpers en brasem (bodemwoelende vis) uit de bodem gefilterd worden.
- **Kraggen/drijftillen:** Dit zijn drijvende matten van wortels en plantenresten waarin zich oeverplanten vestigen. Deze vegetatieve matten zijn bekend van trilvenen, maar kwamen ook voor in de aanspoelzones van met riet begroeide oevers aan rivieren en grotere meren, waar de plantenresten lang genoeg konden blijven liggen om begroeid te raken. In de Westeinderplassen, die eenzijdig verbonden zijn met een groot rietland, blijken kraggen een belangrijke overwinteringsplek te zijn voor de Europese meerval (Hoorweg e.a., 2014). Voor zover bekend is dit habitat in de grote Rijkswateren niet meer aanwezig. Met de introductie van **drijvend groen** in herstelprojecten probeert men dit natuurlijke habitat na te bootsen. Deze blijven tot nu toe beperkt tot kleinere wateren.
- **Dood hout:** vormt een belangrijk biotoop, in de vorm van bomen en takken. Het creëert een complexe onderwaterstructuur die dienstdoet als schuil-, foerageer- en voedselplek voor uiteenlopende soorten. Afbrekend hout is bovendien een voedselbron voor diverse organismen. Op het hout groeit perifyton (algen en bacteriën) en ook macrofauna maakt er gebruik van. Tenslotte gebruiken vissen de fijne structuur van takken en wortels als paaisubstraat. Samen spelen al deze functies een belangrijke rol in de voedselketen. De aanwezigheid van bossen in de oevers van meren is een belangrijke houtbron. De levende en omgevallen(dode) bomen kunnen een belangrijke rol spelen bij de bescherming van de oever.

Bovenstaande zones en ecotopen zijn van belang voor allerlei vissoorten van stilstaande wateren, waarbij met name de litorale zone en overstromingszone belangrijk zijn (hierover meer in paragraaf 2.2.2 en paragraaf 3.2). Deze zones zijn echter niet meer vanzelfsprekend aanwezig in natuurlijke stilstaande wateren en niet tot nauwelijks aanwezig in kunstmatige stilstaande wateren.



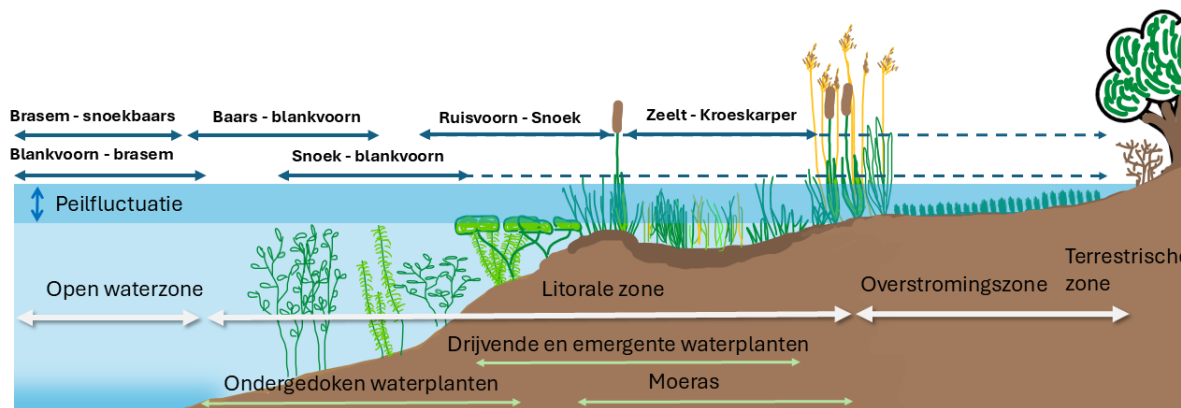
2.2.2 Het belang van oevers en overstromingszones voor vis

Vissen maken op verschillende manieren gebruik van oevers of vloedvlaktes. Er zijn soorten die afhankelijk zijn van de paai op (onder)watervegetatie of ondergelopen weilanden (terrestrische vegetatie). Daarnaast is het belang van ondiepten en watervegetatie als opgroeigebied voor jonge vis groot. Ondiep water warmt snel op en zorgt voor een groot voedselaanbod dat vooral in de eerste stadia van ontwikkeling zorgt voor een snelle groei. In latere stadia heeft jonge vis vooral behoefte aan bescherming tegen predatoren. Watervegetatie zorgt voor voldoende structuur waartussen jonge vis zich kan verschuilen.

In natuurlijke meren is vaak een geleidelijke overgang van water naar land, waardoor veel verschillende paai- en opgroeizones te onderscheiden zijn. Ook is er in deze meren sprake van een natuurlijke peildynamiek, die ervoor zorgen dat er in de winter en het voorjaar hoge waterstanden zijn, die weer uitzakken in de zomer. In Figuur 2-5 geeft een overzicht van de verschillende zones in de land-watergradiënt. Veel vissen zijn afhankelijk van de paai tussen onderwatervegetatie of ondergelopen terrestrische vegetatie tijdens hoogwaterstanden. Een voorbeeldvis die paait op overstromingsvlakten is de snoek en deze levenscyclus wordt daarom verder toegelicht in paragraaf 2.3.2.

Pohnke & Klinge (2018) geven ook aan dat ondiepe zones en dynamiek (peilwisseling) belangrijk zijn voor veel vissoorten. Met name overstromingszones zijn gunstig als vispaaiplaats. Dit komt doordat het areaal hiervan relatief groot is, het water in het voorjaar snel opwarmt en daardoor veel voedsel biedt. Daarbij is timing en duur van de overstroming heel belangrijk. Timing moet in of tijdens het voorjaar zijn op het moment dat vissen willen paaien. Daarnaast moet een overstroming lang genoeg duren voor de ontwikkeling van eitjes en opgroeien tijdens de eerste levensfase. Dichtheden van limnofiele soorten zoals bittervoorn, vetje en ruisvoorn kunnen zeer groot zijn bij overstromingsvlakten. In een studie van Dorenbosch e.a. (2020) werden 1100-1500 plantminnende vissen per 100 m² aangetroffen. Er was een piek in aantallen in de zomer, waarbij in het najaar de dichtheden weer afnamen. Dit toont aan dat voor bovenstaande soorten overstromingsgraslanden in ieder geval gebruikt worden als opgroeigebied. In een natuurlijk systeem vinden er seizoensmatig en dagelijks migraties plaats tussen deze verschillende zones, dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.3. Voor het herstel van een gezonde visstand vormt het ontbreken van overstromingsvlakten en soortenrijke oeverzones een aanzienlijk knelpunt.

In onderstaande figuur (Figuur 2-5) zijn de bekende visgemeenschappen afgebeeld die kenmerkend zijn voor de land-waterovergangen en verlandingsgradiënt. Hieruit kan worden afgeleid dat een aantal visgemeenschappen het moeilijk hebben bij de afwezigheid van deze land-water overgang. Dit zijn o.a. soorten zoals snoek, ruisvoorn, zeelt en kroeskarper.



Figuur 2-5. Habitats en bijbehorende visgemeenschappen op een verlandingsgradiënt in plassen en meren.

Bovengenoemde ecotopen en zones zijn niet statisch voor de corresponderende visgemeenschappen. Sommige soorten zoals zeelt en kroeskarper kunnen bijvoorbeeld hun hele levenscyclus volbrengen in hetzelfde deelgebied. Andere soorten maken gebruik van verschillende gebieden en migreren daartussen. Soorten zoals snoek en blankvoorn verblijven zowel in diepe zones (in latere levensstadia) als in ondiepe zones, voor paai en gebruik als opgroeigebied. Wanneer niet alle zones aanwezig zijn in een waterlichaam kan dit leiden tot een onvoldoende ontwikkeling van de visstand. Migratieverbindingen tussen verschillende ecotopen kunnen ervoor zorgen dat vissen de benodigde habitats kunnen bereiken voor het voltooien van hun levenscyclus.

Bij een tekort aan bovengenoemde ecotopen en zones ontwikkelt de visgemeenschap zich meestal tot een minder diverse eurytope samenstelling. Daarbij domineren soorten zoals brasem, baars, blankvoorn en snoekbaars, die weinig specifieke eisen stellen aan hun leefomgeving. In deze minder biodiverse visgemeenschap is het aandeel plantminnende en zuurstoftolerante vis relatief klein. Deze kleine visgemeenschap is juist afhankelijk van vegetatie, ondiepten, natuurlijke peilfluctuaties en overstromingsvlakten. In meren met een rijkere ontwikkeling van water- en oeverplanten, zoals de randmeren, is het aandeel plantminnende vis dan ook iets groter dan in meren die minder plantrijk zijn. Dat betekent dat het areaal van ecotopen en zones binnen land-water overgangen een grote sturende factor is voor de visgemeenschap van een stilstaand oppervlaktewater. Sterker nog: dit areaal is sturend voor de algehele ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

2.3 De rol van vismigratie voor vis in stilstaande wateren

Vismigratie is het trekgedrag van vissen dat voorkomt uit de noodzaak om verschillende habitats te bezoeken om te foerageren, zich voort te planten, te overwinteren of op te groeien. In dit rapport ligt de nadruk op het functioneel verbinden van grote stilstaande wateren, die weinig tot geen land-waterovergang (verlandingsgradiënt) kennen, met waterrijke gebieden waar het oppervlakte hiervan juist groot van is.

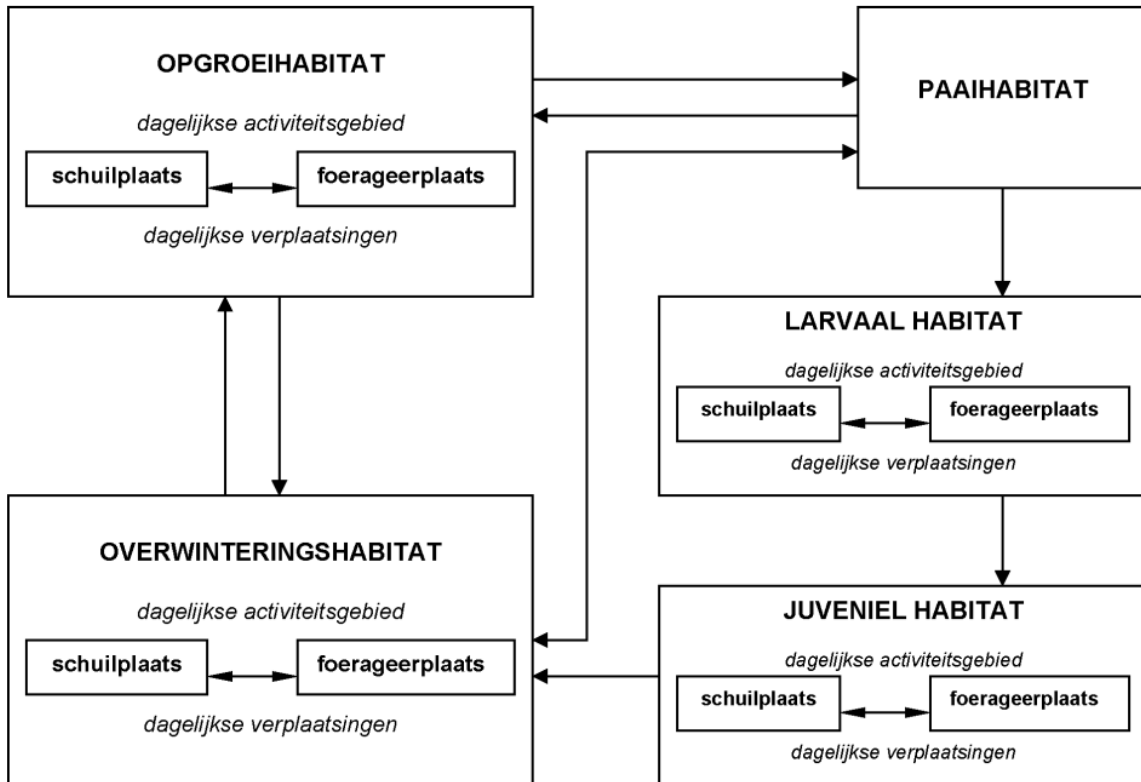
2.3.1 Vismigratie in de levenscyclus van vissen

De bekende voortplantingsmigratie van de paling tussen de Sargassozee en Nederland is een voorbeeld van vismigratie van grote ruimtelijke schaal, zowel in tijd als afstand. Er is een aantal typen vismigratie mogelijk waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen ruimtelijke en temporele schaal. Zo is er op ruimtelijk schaalniveau migratie **tussen** habitats mogelijk, maar ook **binnen** een habitat. Temporele schaal kan variëren tussen dagelijkse migratie of seizoensmigratie. Er zijn over het algemeen vijf verschillende habitats waartussen vismigratie of visbewegingen plaatsvinden:



- **Paaihabitat:** Specifiek habitat, vaak met structuren waarop eiafzet mogelijk is. Voor zoetwatervissen is dit habitat vaak ondiep, voedselrijk en heeft een hogere temperatuur. Vissoorten in stilstaande wateren trekken typisch meerdere malen in hun leven naar deze habitats.
- **Larvaal habitat:** Na het uitkomen van de eieren groeien vissenlarven op in ondiepe warme zones waarin ze zowel schuilplaatsen als foerageerplaatsen nodig hebben. De inrichting van deze habitats moet worden afgestemd op de beperkte verplaatsingsmogelijkheden van larven in tijd en ruimte (dus temporele schaalverplaatsing). Zij kunnen vaak slechts korte afstanden afleggen en zijn sterk afhankelijk van luwe habitats.
- **Juveniel habitat:** Juveniele vissen bewegen tussen foerageer- en schuilplaatsen in specifiek habitat, dit habitat is vaak dieper gelegen dan de larvale habitats maar moeten wel genoeg structuur bieden om veilig op te groeien.
- **Overwinteringshabitat:** Na de zomer, in het (late) najaar trekken vissen naar overwinteringsgebieden met diepere waterlagen. Deze diepe waterlagen blijven in de winter op een relatief stabiele hogere temperatuur, terwijl de ondiepe waterlagen sneller koud worden.
- **Opgroei- of leefhabitat:** Dit is het habitat dat het langst door vissen wordt gebruikt. Hier leven ze voor meerdere jaren nadat ze als juvenielen het juveniel habitat hebben verlaten na de eerste overwintering. Vanuit het opgroei (of leef) habitat bewegen vissen seizoengebonden tussen overwinterings- of paaihabitats.

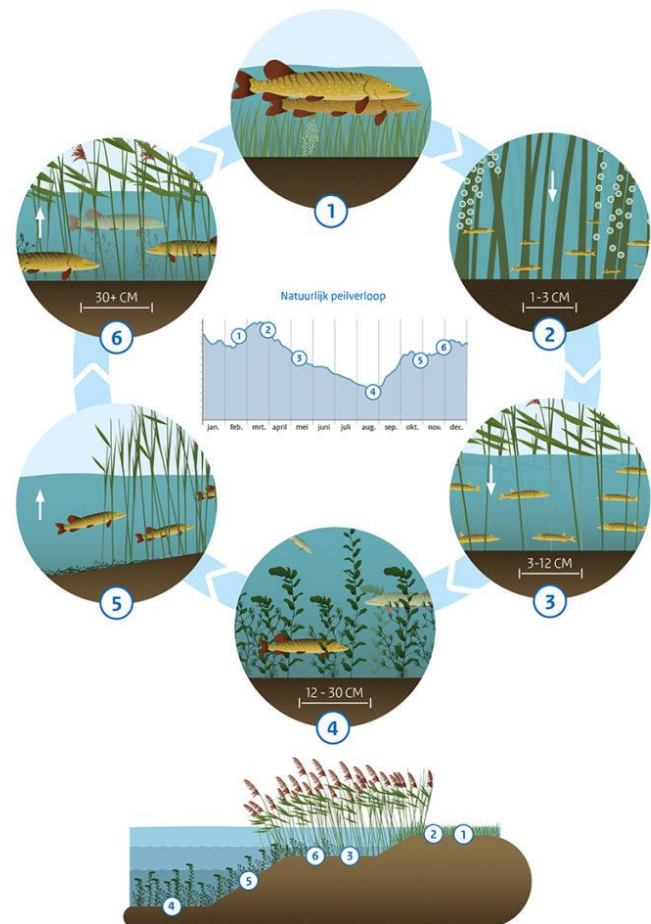
In Figuur 2-6 is een overzicht van de verschillende vormen van vismigratie schematisch weergegeven. Deze habitats kunnen allemaal in éénzelfde waterlichaam liggen, maar ook in verschillende waterlichamen waartussen langere migratiebewegingen plaatsvinden. Migratiebewegingen tussen deze habitats zijn zeer soortspecifiek en kunnen enkele meters bedragen in hetzelfde waterlichaam of zelfs meerdere kilometers en tussen meerdere waterlichamen zijn.



Figuur 2-6. Vismigratie tussen en binnen verschillende habitats (Coeck e.a. 2000).

2.3.2 Voorbeeldcasus: Levenscyclus snoek

Eén van de soorten die in grote wateren leeft en baat heeft bij functionele visverbindingen is de snoek. De snoek maakt gebruik van verschillende habitats in zijn levenscyclus, waarin de rol van een natuurlijk peilverloop belangrijk is. In onderstaand schema (Figuur 2-7) is te zien hoe de snoek in verschillende fases gebruik maakt van verschillende oeverzones door het seizoen heen. Volwassen snoeken trekken in het vroege voorjaar (begin februari) vanuit het open water naar ondiepe zones (idealiter overstromingsgraslanden) om te gaan paaien. Eieren worden afgezet tussen de ondergelopen terrestrische vegetatie en komen begin maart uit. Bij een natuurlijk peilverloop staat het grasland in deze periode doorgaans nog onder water. Juvenile snoeken zakken vervolgens geleidelijk af met het peil naar de rietkragen en daarna naar de ondergedoken waterplanten om hiertussen op te groeien. In het najaar, na het afsterven van de onderwatervegetatie trekken snoeken weer richting de rietvelden voor beschutting.



2.3.3 Omgekeerde vismigratie

Vismigratie wordt getriggerd door factoren zoals de lokstroom en chemische samenstelling van het water (feromonen, voedingsstoffen, temperatuur etc.). Vissen zwemmen in natuurlijke situatie naar stroomopwaartse gebieden om te paaien in ondiepere waterzones: **Van laag naar hoog**. In Nederland is deze situatie in veel gevallen anders. Paaiplaatsen zoals boezems en polders liggen namelijk vaak op een lager peil dan de grote wateren. Hierdoor is een tegennatuurlijke migratiebeweging nodig: **Van hoog naar laag**. In sommige gevallen, zoals bij inlaten en (schut)sluizen waar geen duidelijk lokstroom is ontstaan toch jaarlijks migratiepatronen. Vissen lijken routes die al jaren bestaan te kunnen 'leren'. In verreweg de meeste gevallen stoten vissen letterlijk hun neus tegen een gemaal. Wanneer ze een gemaal wel kunnen passeren, middels een vispassage, gaat het vaak toch nog mis bij de terugweg. Gemalen kunnen dodelijk zijn bij passage door de pomp en op zijn minst is het een negatieve ervaring voor vissen waardoor een locatie in de toekomst mogelijk gemeden wordt.

Voor het motiveren van vissen om toch polders in te zwemmen moet er gebruik worden gemaakt van kunstmatige en technische afwateringspunten, die voldoende lokstroom genereren. Deze lokstroom activeert migrerende vissen (die van nature tegen de stroom in willen zwemmen naar hoger gelegen paaihabitat) en worden met een lokstroom geleid naar een vismigratievoorziening richting lageregelegen paaihabitat. Vaak zijn dit locaties waar gemalen actief draaien. Deze hebben, omdat ze vaak het enige waterverplaatsingspunt in de omgeving zijn, een enorm aantrekkende werking op vissen. De tegennatuurlijke migratiebeweging en beperkte vispasseerbaarheid van kunstwerken zorgen er voor dat omgekeerde vismigratie nog veel knelpunten en kennishiaten heeft.



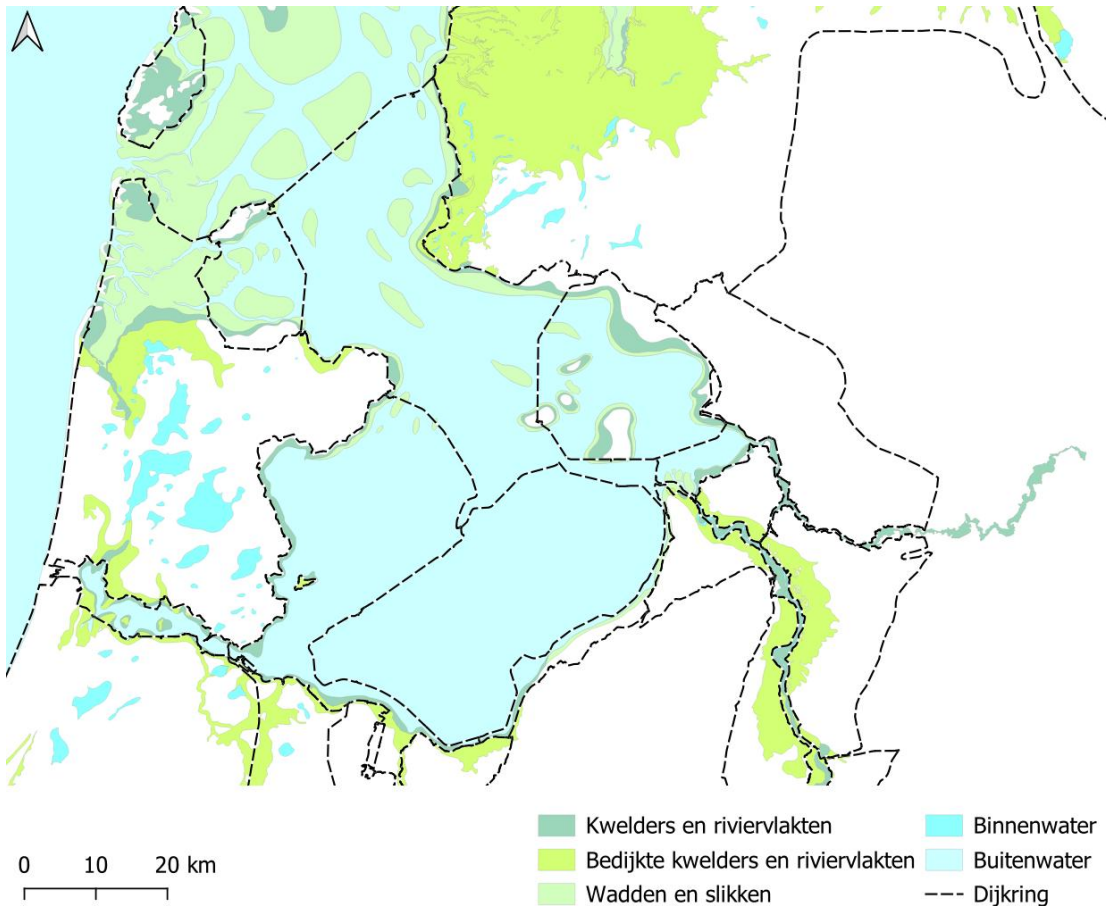
3 Opgave: Visverbindingen voor grote stilstaande wateren

In dit hoofdstuk wordt, met de vismigratietheorie in het achterhoofd, de opgave van het realiseren voor een robuuste en gezonde visgemeenschap voor grote stilstaande wateren uiteengezet. Vervolgens wordt er ingegaan op hoe visverbindingen hierin een rol kunnen spelen en waaraan gedacht moet worden bij het invullen van deze opgave. In de paragrafen komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- Versmalling en verstarring, het verdwijnen van vishabitat – In deze paragraaf wordt de historische achteruitgang en huidige staat van land-waterovergangen in stilstaande wateren in Nederland toegelicht.
- Minimaal areaal voor veerkrachtige en robuuste stilstaande wateren – In deze paragraaf wordt getracht een benadering te doen voor hoeveel areaal aan ecotopen er nodig is voor een goede ecologische kwaliteit in het algemeen en voor een goede visgemeenschap.
- Verbinden grote wateren met achterland – In deze paragraaf worden verschillende typen functionele visverbindingen vanuit grote stilstaande wateren uiteengezet. En hoe deze het achterland en daarmee land-waterovergangen en functioneel vishabitat bereikbaar maken.
- Verbindingslocaties en verbindingzones – In deze paragraaf wordt ingegaan op de visverbinding en de zone eromheen in grote stilstaande wateren en mogelijk achterland. Ook worden factoren die vis motiveren om te migreren genoemd.
- Typen vismigratievoorzieningen en aandachtsfactoren – In deze paragraaf wordt invulling gegeven aan welke typen visverbindingen er bestaan en wat er nodig is voor een functioneel goede verbinding.
- Voorbeeldcasussen - In deze paragraaf worden enkele voorbeeldcasussen kort toegelicht waarbij vismigratievoorzieningen als oplossing zijn ingezet (of gemonitord) om groter stilstaand water met het achterland te verbinden voor vis.

3.1 Versmalling en verstarring, het verdwijnen van vishabitat

Vrijwel alle meren en plassen in Nederland zijn door de mens ontstaan of zijn sterk veranderd door bijvoorbeeld afsluiting van de zee, bedijking, inpoldering, peilbeheer, oeverversterking en effecten van menselijk gebruik zoals lozingen, scheepvaart, visserij en delfstofwinning. Langs vrijwel alle grote wateren en meren liggen nu kades of dijken. Die liggen direct tegen de waterlijn, doorgaans versterkt met stort- en zetsteen of damwanden, of verder landinwaarts zodat er ruimte is voor de overstromingszone en of terrestrische zone. Het gevolg is het verlies van dynamische estuaria en een dynamische brakwaterzone met getijslag, een afname van overstromingszones en/of begroeibaar areaal voor water- en oeverplanten. Deze plekken waren voorheen leefgebieden en kraamkamers voor (juvenile)(zee)vissen. Daarnaast heeft dit effecten gehad op de vrije vismigratie tussen zoet en zout.

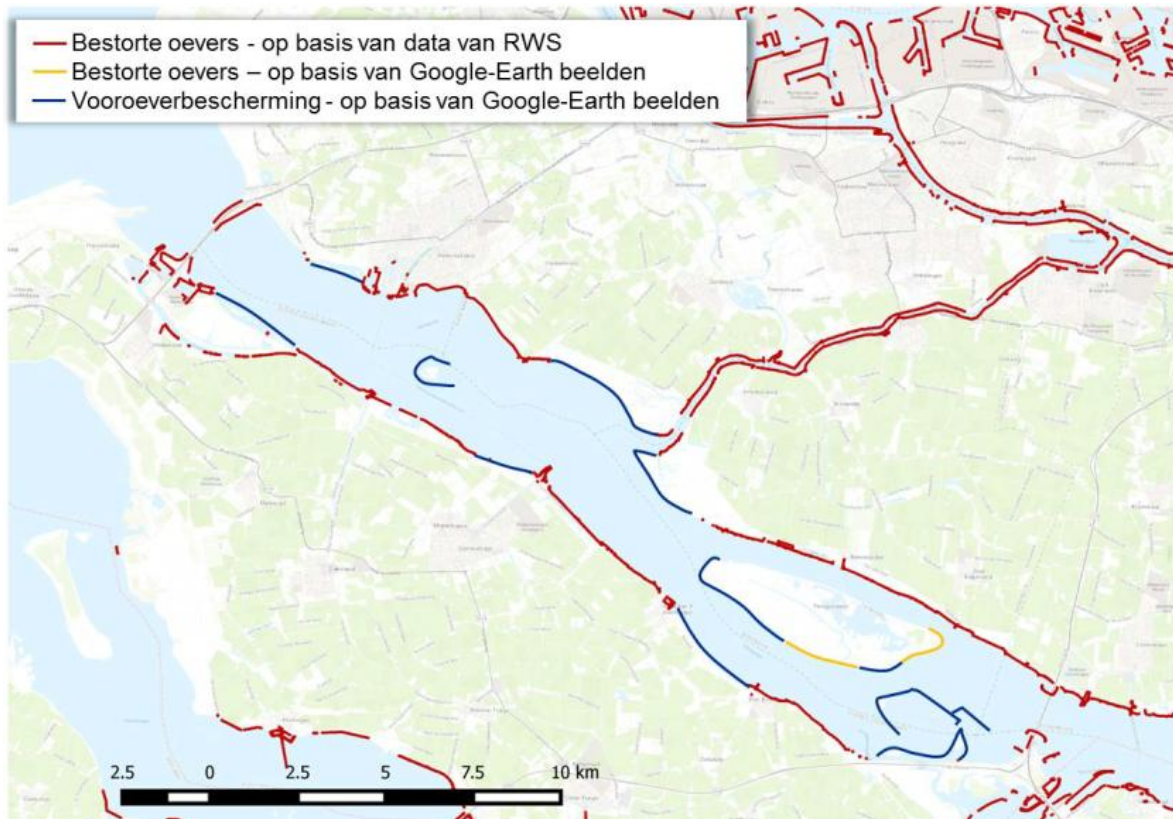


Figuur 3-1. Paleografische kaart van de Zuiderzee, IJssel en Waddenzee anno 1250 n.C. met de huidige dijkkringen. De kleuren tonen de historische ligging van wadden, kwelders, uiterwaarden en reeds ingedijkte delen daarvan die door verdere bedijking, inpoldering en afsluiting van de Zuiderzee en uiterwaarden buitendijks grotendeels zijn verdwenen of veel minder breed zijn geworden.

Ter illustratie toont Figuur 3-1 de paleografische kaart van de Zuiderzee de huidige ligging van de dijken. Dit laat zien hoeveel kwelders en wadden er in het Zuiderzeegebied zijn verdwenen door bedijking, inpoldering, onnatuurlijke waterstandsfluctuaties (minder peilfluctuaties) en oeverafslag als gevolg van het verdwijnen van het getij en het huidige starre waterpeil. Ter referentie zijn er ook natuurlijke meren in Noord-Europa met grote arealen aan overstromingsvlakten en moerasgebieden zoals het Peipusmeer in Estland. De bedijking en het peilbeheer leidde er ook toe dat de open verbindingen met veengebieden, veenstroompjes en veenplassen in het achterland en de oeverlanden aangrenzend aan de grote wateren verbroken werden. Herstel is niet eenvoudig. De dijken en kades hebben een waterkerende functie, maar het maaiveld van de polders is door veenwinning en de toegenomen drooglegging in de loop van de tijd soms ook meters gedaald. Grote droogmakerijen liggen van zichzelf al lager. De Zuiderzeebodem in de Flevopolder bijvoorbeeld ligt op de laagste delen meer dan 5 meter beneden NAP.

Kortom, in veel meren en plassen is de overgangszone van water naar land in de loop van eeuwen van een honderden meters, soms wel kilometers brede zone samengeperst tot een smalle, harde grens. Al voor 1500 waren alle grote polders ingedijkt. Later volgde de afsluiting van de Zuiderzee en wateren in de Zuidwestelijke Delta en de inpoldering van bijvoorbeeld de Flevopolders. De natuurlijke dynamiek aan peilfluctuaties, erosie en sedimentatie en natuurlijke ontwikkeling van vegetatie is sterk ingekaderd tot voor de mens plezierige grenzen. Belangen als waterveiligheid, behoefte aan landbouwgrond en zoetwatervoorziening zijn daarbij sterk doorslaggevend geweest. Het leidde ertoe dat veel oevers die vroeger uit zand, veen of klei bestonden al dan niet met water- en oeverplanten nu in de steenbestorting liggen. Zie als voorbeeld de verstening van het Haringvliet

en Hollands Diep, twee afgesloten rivierarmen waar door een sterke afname van de getijslag slikken en schorren sterk in areaal afnamen en nu beschermd worden door middel van vooroevers en stort- en zetsteen (Figuur 3-2). Dit geldt voor heel veel grote wateren in Nederland. Met het verdwijnen van overstromingszones en rietoevers is een belangrijk vishabitat verdwenen.



Figuur 3-2. De verstening van het Haringvliet, Hollands Diep en het Spui. Door het wegvallen van de getijdendynamiek in combinatie met een toename van de scheepvaartintensiteit nam de oeverafslag sterk toe. Ter bescherming van slikken en schorren legde men vooroeververdediging aan (blauw) en daarnaast oeverbestorting (rood en geel) om de dijken en natuur te beschermen (Wijsman et.al., 2018).

3.2 Minimaal areaal voor veerkrachtige en robuuste stilstaande wateren

Zoals eerder beschreven zijn de oeverzones van natuurlijke meren de meest biodiverse zones in die grote stilstaande wateren. De grote variatie aan ecotopen leidt tot verschillende ecosysteemdiensten, voor de natuur zelf, maar ook voor de mens. Denk aan oeverbescherming, waterzuivering, plek om te recreëren, et cetera. Meren en plassen met een brede oeverzone zijn **robuust en veerkrachtig**. Dat betekent dat de natuur en de waterkwaliteit bestand zijn tegen kortstondige verstoringen. Robuust betekent in dit kader dat het watersysteem tegen een stootje kan. Veerkrachtig betekent in dit kader dat effecten van droge jaren of ziekte onder het waterleven kunnen goed opgevangen worden. De ecologische kwaliteit zal zich relatief snel herstellen.

Voor het IJsselmeergebied is een benadering voor de benodigde arealen aan oever en waterplantenvegetatie voor een natuurlijk systeem gedaan. Uit een studie van verschillende meren in binnen- en buitenland is geconcludeerd dat een minimale omvang van waterriet (riet met de wortels in het water) en van waterplanten nodig is voor een goed ontwikkelde visstand. Voor overstromingsgrasland en overstromingsbos kon men geen waarde onderbouwen, daarvoor heeft



men op basis van expert judgement een keuze gemaakt, namelijk (Jaarsma e.a., 2008; Westendorp e.a., 2020; Heins e.a., 2020):

- 5-10%* voor waterriet (emerse vegetatie in het water);
- 10-25%* voor ondergedoken waterplanten;
- 5%* overstromingsgrasland en overstromingsbossen.

*van het totale wateroppervlak

Voor de diepe, onbegroeide zone is voor grote wateren geen richtwaarde of opgave geformuleerd (Heins e.a., 2020), maar van diep water is doorgaans voldoende aanwezig. De percentages zijn berekend ten opzichte van het totale waterareaal van het meer. Bij deze arealen is het aannemelijk dat de oeverzone een effect heeft op watersysteemniveau van een meer (Westendorp e.a., 2020). Met andere woorden: bij deze percentages mag een goede en robuuste waterkwaliteit en visstand verwacht worden, indien andere chemische en ecologische parameters ook op orde zijn. Dat betekent dat het areaal van ecotopen en zones van land-waterovergangen binnen grote stilstaande wateren, zowel plassen en meren maar daarmee ook lijnvormige wateren zoals kanalen en vaarten, een grote sturend factor is voor de visgemeenschap en daarmee algehele ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

In het kader van de PAGW is o.a. uitgezocht wat de ambitie is voor het IJsselmeer en het Ketelmeer voor een areaal aan verschillende ecotopen. Tabel 3-1 toont de minimale opgave. In de studie is gewerkt met de ecotopen van Rijkswaterstaat. Deze zijn toebedeeld aan de hierboven genoemde habitats. Duidelijk is dat met de huidige bedekkingsaandelen van 1 à 2 % (zie een-na-laatste kolom) de ambitie groot is. Omdat het wateroppervlak van het IJsselmeer en Ketelmeer groot is, gaat het ook in absolute waarden om grote oppervlaktes (zie de laatste kolom).

Tabel 3-1: Opgave voor de ecotopen in het IJsselmeer en Ketelmeer (Code = ecotopencode van RWS; zie Heins e.a., 2020 voor details). De rode kaders tonen de benodigde en huidige bedekkingspercentages.

Ecotoop	Code	Minimale opgave	Benodigd oppervlak in IJsselmeer + Ketelmeer (ca 120.300 ha)	IJM+KM huidige opp. (ha)	IJM+KM huidige opp. (%)	minimale opgave nog te realiseren (ha)
Zeer diep water	MzZ			33.691	28%	
Diep water	MzD			68.511	57%	
Matig diep water	MzM			11.081	9%	
Ondiep water	MzO			3.227	3%	
Matig diep en ondiep water met waterplanten*		10-25%	12.000 - 30.000 ha	2.378	2%	10.000 - 28.000 (9.622-27.622)
Moerasplanten en helofytenzone	IV.1-2-3-6-8-9	5-10%	6.000 - 12.000 ha	672	1%	5.300 - 11.300 (5.328-11.328)
Moerasruigte / gorsruigte in oever	V.1-2-3-4	5%	6.000 ha	960	1%	5.000 (5.040)
Zachthout struweel in oever	VI.2					
Zachthout ooibos in oever	VI.4					
Moerassig structuurrijk overstromingsgrasland	VII.1-2					
Grasland in oever	VII.1-2-3					



Een kanttekening is wel dat hier natuurlijke peildynamiek ontbreekt, wat een negatief effect heeft op de mogelijkheden voor de visstand en ervoor zorgt dat een natuurlijke situatie niet kan worden geëvenaard. Ook voor andere grote Rijkswateren zal dit in meer of mindere mate een rol spelen. Het is de verwachting dat ze niet voldoende areaal hebben van de gewenste ecotopen voor een goed functionerende overgang van land naar water. Tegelijk is het niet eenvoudig om die arealen te realiseren. Zo zijn ze er in sommige gevallen nooit geweest (bij kunstmatige ofwel door de mens gecreëerde oppervlaktewaterlichamen), of zijn ze niet voor niets verdwenen. Dat betekent dat de hydromorfologie en/of de waterkwaliteit niet op orde is, of dat er te veel aan natuur verdwenen is door inpoldering of functiewijzigingen.

Aanvullend op het voorbeeld uit het IJsselmeer en Ketelmeer blijkt ook uit een meta-data analyse door Jaarsma & Klinge (2018) met monitoringsgegevens van ATKB van groot aantal (ondiepe en diepe) zoete meren, kanalen en sloten dat er een positieve correlatie is tussen het aandeel % oeverzone t.o.v. aandeel plantminnende en zuurstoftolerante vis. En een negatieve correlatie met het aandeel brasem. De correlatie is anders voor natuurlijke (meren en plassen) en kunstmatige wateren (kanalen, vaarten en sloten), maar grofweg vanaf 10% en meer oeverzone lijkt de visgemeenschap te reageren naar minder brasem-gedomineerd en meer plantminnende soorten en ook zuurstoftolerante soorten.

Er ligt dus een opgave voor het realiseren van meer natuurlijke land-waterovergangen met een natuurlijke dynamiek. Het waterpeil meer natuurlijk laten fluctueren, vooroevers aanleggen, zomerkades verwijderen, etc. zijn maatregelen die worden beperkt door randvoorwaarden vanuit andere functies. Wanneer deze arealen niet in grote stilstaande wateren ontwikkeld kunnen worden kan er worden gekeken naar het verbinden van binnendijkse gebieden met de grote Rijkswateren. Deze binnendijkse of omkade gebieden moeten voldoende van de bovengenoemde natuurlijke ecotopen bevatten. Voor de volledigheid is het relevant om te melden dat de aanwezigheid van de juiste ecotopen belangrijk is, maar dat ook andere factoren een rol spelen voor een gezonde visstand. Denk aan de chemische waterkwaliteit, zoutgehaltes, watertemperatuur, zuurstofgehaltes, overstromingen (peil, duur en timing) en het effect van visserij, visetende vogels en de opkomst van invasieve rivierkreeften die visbroed eten. Elk watersysteem is hierin uniek.

In de PAGW wordt gekeken of aan de randen van grote stilstaande wateren zoals het IJsselmeergebied zogenaamde 'achteroever' kunnen worden ingericht. Dit zijn gebieden waar onafhankelijk van het hoofdwater een natuurlijk peilbeheer kan worden ingesteld en geschikte ecotopen tot ontwikkeling kunnen komen. Het concept van achteroevers kan buitendijks worden toegepast (in de voorlanden) maar ook binnendijks, als er maar een verbinding is met het grote water. Hiermee kan de benodigde minimale omvang van het areaal geschikt habitat bereikt worden binnen het watersysteem. Hiervoor is het voor vissen van belang dat het om een functionele verbinding gaat. De reden voor voorliggende studie is om te onderzoeken hoe deze gebieden het beste met de grote wateren verbonden kan worden en wat daarvoor nodig is. Uit de expertsessie is gebleken dat bij voorkeur eerst wordt gekeken naar geschikt water in een waterlichaam zelf, maar als dat niet mogelijk is dan kunnen er mogelijk achteroevers worden verbonden. In dit rapport ligt daarom de nadruk op het functioneel verbinden van grote stilstaande wateren (met weinig tot geen land-waterovergang ofwel verlandingsgradiënt) met waterrijke gebieden die veel oppervlakte hiervan hebben.

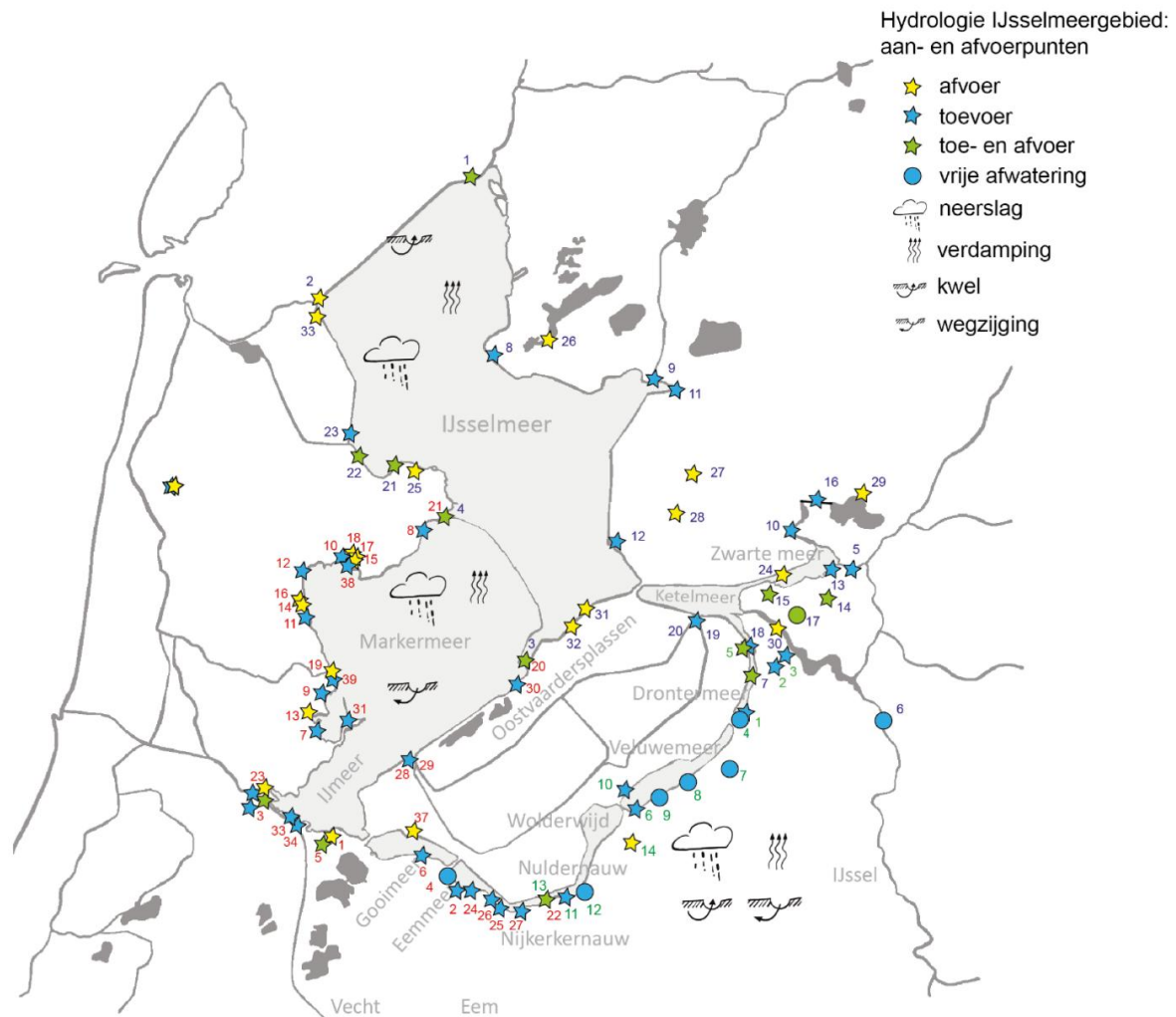
3.3 Verbinden grote wateren met achterland

Door het realiseren van visverbindingen tussen grote stilstaande wateren en wateren in het achterliggend gebied zoals sloten, vaarten, moerassen, kan de hoeveelheid beschikbare paai- en opgroei-habitat worden vergroot. Hiermee wordt functioneel gezien de rol van overstromingsvlakten



en oeverzones van natuurlijke meren benader. Deze maatregel kan een positief effect op de visgemeenschap hebben net zoals de aanleg van natuurvriendelijke oevers, mits er wordt voldaan aan een functionele verbinding.

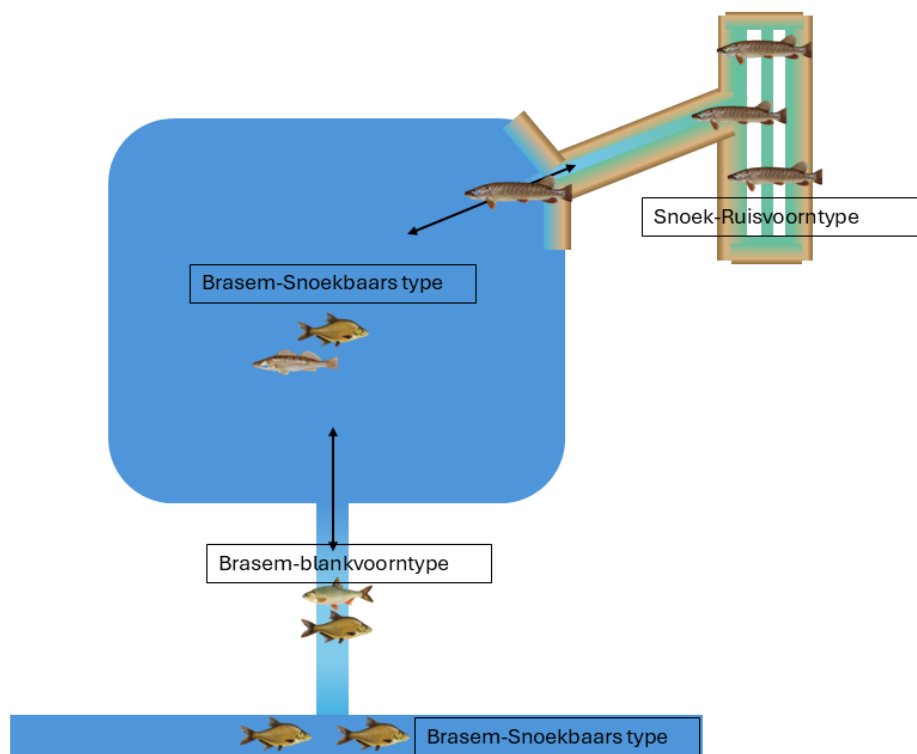
Er liggen nog wel volop waterverbindingen, zie als voorbeeld voor het IJsselmeergebied (Figuur 3-3), maar deze zijn niet zonder meer vispasseerbaar. Het betreft kunstwerken zoals gemalen, sluisen, stuwen en afsluitbare duikers. Fysieke hindernissen dus, waarbij gemalen ook beschadigend en/of dodelijk kunnen zijn voor passerende vissen. Vrij afstromende wateren op meren en plassen zijn zeldzaam geworden.



Figuur 3-3: Grote in- en uitstroompunten van de meren van het IJsselmeergebied (ster = gereguleerde toe- en afvoer; cirkel is vrije afwatering) (Van Riel e.a., 2021).

Bij het verbinden van twee verschillende gebieden veranderen de functies van de twee gebieden: de dynamiek wordt anders en de draagkracht wordt mogelijk groter. Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van de hoge voortplantingsdraagkracht van wateren in achterliggende gebieden, door o.a. de grote oppervlakten aan ondiep paaihabitat en opgroeihabitat zoals onderwatervegetatie. Neem bijvoorbeeld de snoek: De draagkracht van juveniele snoeken is hoog in een polder omdat er veel onderwatervegetatie aanwezig is. Naarmate deze snoeken opgroeien ontstaat er echter veel prooiconcurrentie en kannibalisme in het kleine polderwater – de draagkracht van adulte snoeken is laag in een polder. In een ideale situatie migreren snoeken naar een dieper en groter deel van het water om op grotere prooien te jagen. Bij het combineren van deze twee verschillende ecotopen verandert de totale draagkracht van het systeem. Vissen migreren en zwemmen heen en weer,

waardoor de totale draagkracht in het systeem voor alle levensfasen van verschillende soorten vissen hierdoor kan toenemen (zie voorbeeld Figuur 3-4). Er is in de literatuur weinig beschikbaar aan onderzoeken naar het effect van verbindingen tussen grote wateren op paai- en opgroeihabitat en visgemeenschappen; enkele voorbeelden zijn aangehaald in paragraaf 3.2. Een verandering in de visgemeenschap van het Rijkswater is te verwachten wanneer de gebieden die bereikbaar worden substantieel bijdragen aan de doelstellingen voor het grote water. Dat wil zeggen: een significante (5-10% t.o.v. het oppervlak van het hoofdwater) toevoeging aan het totaalareaal oeverecotopen moerasruigte en/of overstromingsgrasland, emerse vegetatie en ondergedoken waterplanten. Het is wenselijk dat het areaal van deze onderscheidbare ecotopen t.o.v. het oppervlak van het hoofdwater in de richting van de percentages toeneemt zoals beschreven in paragraaf 3.2. Daarnaast is het noodzakelijk dat deze gebieden en de verbindingen functioneel zijn. Ze moeten zo zijn ingericht dat vissen die deze gebieden gebruiken de verbinding in voldoende mate kunnen vinden, efficiënt kunnen passeren, kunnen paaien en weer terug kunnen keren.



Figuur 3-4. Schematische impressie van de invloed van verbonden binnendijkse vegetatierijke polders met de meren en plassen op kenmerkende vissoorten en visgemeenschappen.

Wij kijken naar drie vormen van verbindingen bij grote stilstaande wateren:

- Groot water – Binnendijks systeem (Boezem; kanalen of sloten): Deze worden vooral vanuit de KRW uitgevoerd bij gemalen of inlaatpunten als koppeling tussen twee verschillende watersystemen.
- Groot water – Poldersysteem: Hierbij wordt een achterliggend waterrijk poldergebied aan het grote water gekoppeld om dit gebied te laten bijdragen aan de opgave van het grote water. Dit is dan bij voorkeur binnendijks moerasgebied (bv Oostvaardersplassen) of een waterrijke polder met veel natuurlijke oevers.
- Groot water – Buitendijks voorland: Hierbij wordt een aangrenzend stuk voorland aan het grote water gekoppeld. Soms moeten er extra maatregelen genomen worden om dit voorland en wateren tot functioneel habitat om te vormen. Achteroever Koopmanspolder is hier een mooi voorbeeld van. Dit gebied wordt dan specifiek ingericht als paai- en opgroeigebied voor vissen.



Er komen in Nederland ook verbindingen voor tussen groot water en een beek of rivier. Denk aan de Vecht met het IJmeer, de Eem met het Eemmeer, het Ketelmeer met de IJssel en het Zwarte Water. Deze vallen dus buiten de scope van deze studie. De Vecht zou echter ook goed als type Groot water - Binnendijks systeem kunnen doorgaan aangezien er een sluis in de monding ligt en ze ook de functie van boezem vervult. De grenzen zijn dus niet altijd heel hard en duidelijk. Verbindingen tussen rijkswateren onderling vallen ook buiten de scope, denk aan IJsselmeer met de Waddenzee of het Volkerak-Zoommeer met het Haringvliet. Onderstaande tabel geeft een overzicht met voorbeelden van de voor vismigratie prioritaire overgangen tussen stilstaande Rijkswateren die er zijn vastgesteld in de studie 'Nederland Leeft met Vismigratie' (inmiddels Nationale Visroutekaart, zie ook [Nationale Visroutekaart \(arcgis.com\)](http://NationaleVisroutekaart(arcgis.com))). Het betreffen zowel overgangen tussen Rijkswateren onderling als ook tussen Rijks - en regionale wateren. Het type water binnen de verbinding is met illustratieve voorbeelden aangegeven in de tabel eronder (Tabel 3-2).

Tabel 3-2. Illustratieve voorbeelden van typen verbindingen

Type verbinding	Overgang	Peilverschil	Water	Type knelpunt	Naam knelpunt	Type oplossing
meer-meer	Rijk-Rijk	klein (enkele dm) en wisselend door windopzet	IJsselmeer-Markermeer	dijk en spuisluisen	Houtribdijk	aangepast beheer
meer-zee	Rijk-Rijk	wisselend door getij	IJsselmeer-Waddenzee	dijk	Afsluitdijk, den Oever	vissluis
meer-kanaal	Rijk-regio	Klein verschil IJsselmeer > Schermerboezem	IJsselmeer-Schermerboezem	gemaal	Gemaal Monnickedam	vissluis
meer-slotenstelsel/ moeras	Rijk-regio	IJsselmeer > Koopmanspolder, maar sterke peilwisseling in polder mogelijk	IJsselmeer-Koopmanspolder	kade/dijk	Dijk Enkhuizen-Wieringen	vijzel naar IJsselmeer

3.4 Verbindingslocaties en verbindingszone

Het verbinden van gebieden met verschillende of aanvullende ecotopen zorgt ervoor dat het beschikbare oppervlakte functioneel paai- en opgroeigebied voor vissen in een watersysteem (zoals bijvoorbeeld het IJsselmeer) toeneemt. Het te verbinden water/gebied dient de juiste ecotopen te bevatten om een toegevoegde natuurwaarde te hebben. Er is een aantal aspecten die meespelen bij een succesvolle verbindingslocatie:

- Bestaande wateruitwisselingspunten
- Geschikt en bestaand habitat
- Migratiebereik van soorten
- Lokale omstandigheden

Bestaande wateruitwisselingspunten

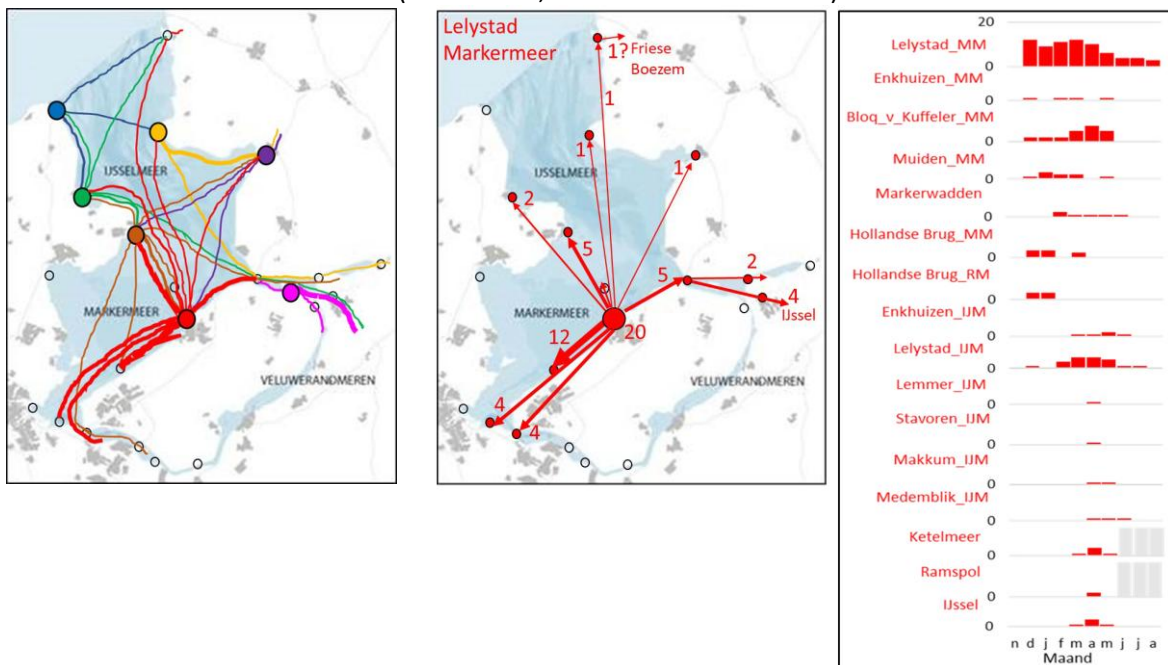
In internationale literatuur wordt vaak aangehaald: 'Fish follows flow', vrij vertaald: hoe meer debiet des te meer visbeweging je kan verwachten. Ook in Nederlandse onderzoeken zien we dat lokstroom voor het overgrote deel bepalend is voor het aantrekken van vis naar punten waar wateruitwisseling plaatsvindt. Zo heeft telemetrieonderzoek aangetoond dat 76% van de salmoniden, die het IJsselmeer optrekken via de spuisluisen bij Kornwerderzand en den Oever de IJsselmonding vinden, worden aangetrokken door het grootse waterlozingspunt in het IJsselmeer (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). Ook bij stroomafwaartse migratie zien we een soortgelijk fenomeen. Wanneer het merendeel van het water op een lozingspunt via een bepaalde route gaat, bijvoorbeeld een gemaalpompe of een spuissluis, dan blijkt dat het merendeel van vissen deze route kiest. De kleinere route, zoals een bypass of vispassage, wordt echter slecht gevonden. Dit verklaart mogelijk ook waarom er op locaties met beperkte wateruitwisseling, zoals een waterinlaat van het grote water



naar een polder, over het algemeen alleen dispersie wordt waargenomen. Hier komt dus alleen 'random' verspreidingsmigratie en geen gerichte migratie voor.

Op diverse knelpunt locaties is informatie beschikbaar over de aanwezigheid van migrerende vissen. Deze informatie is beschikbaar vanwege bijvoorbeeld gesignaleerde knelpunten, zoals bij het gemaal De Blocq van Kuffeler. Hier verzamelen jaarlijks in de voorjaarsperiode grote scholen brasem in de uitstroombanding van het gemaal en kunnen dan ingesloten raken als de keermiddelen weer sluiten na stopzetten van de pompen.

Daarnaast komt er steeds meer informatie beschikbaar over migratieroutes en aanbod bij kunstwerken door zenderonderzoeken in stilstaande wateren. Zo toonde onderzoek in 2020 naar de migratie van brasem op het IJsselmeer en Markermeer aan dat er vanaf maart, en met name in april en mei (dus rondom de paaiperiode) op grotere schaal verplaatsingen optreden (Figuur 3-5). Het gecombineerde beeld van waarnemingen op verschillende locaties geeft aan dat er paaigebieden langs de Friese kust en/of het achterland liggen. Daarnaast liggen er paaigebieden in en rond de IJsselmonding, inclusief het Zwarte Water en de Overijsselse Vecht. In totaal zijn van de 100 gezenderde brasems minimaal 5 naar de Friese boezem getrokken, 11 naar de IJssel en het Zwarte water en 6 naar de Randmeren (Vossemeer, Gooimeer en Eemmeer).



Figuur 3-5: Voorbeeld van migratieroutes van in het IJsselmeer gevangen, getagde en uitgezette brasems.

Links: grove grafische weergave van alle aangetroffen migratieroutes van alle getagde brasems (per uitzet verschillende kleur). Midden: De brasem-migratie vanuit uitzetlocatie Lelystad, pijlen vanuit de uitzetlocatie geven de verbinding met andere locaties aan en het aantal individuen dat op een andere locatie is geregistreerd. Rechts: aantal brasems dat vanuit uitlocatie Lelystad op verschillende locaties op verschillende momenten wordt aangetroffen (Leeuw e.a. 2020)

In het Noordzeekanaal is in 2020 zenderonderzoek uitgevoerd om te evalueren of zogenaamde 'standvissen' gebruik maken van de aangelegde vismigratie voorzieningen en in hoeverre zij heen en weer zwemmen tussen Rijkswater (Noordzeekanaal en Markermeer) en polders/boezems. De resultaten laten zien dat de met zenders gemerkte brasems op grote schaal (tientallen kilometers) migreren in relatief korte tijd. Individuele brasems worden op meerdere locaties gezien door de telemetrie. Ook wordt waargenomen dat gemerkte vissen langdurig in de buurt van een gemaal uitstroom blijven rondzwemmen (Leeuw e.a. 2020; Griffioen & Kroes, 2020).

De aantlokkende werking van punten waar water onder vrij verval wordt geloosd of wordt uitgeslagen door een gemaal, wordt door verschillende factoren beïnvloed. In welke mate factoren belangrijker zijn dan andere is minder goed bekend. De attractiviteit wordt o.a. bepaald door:

- Debiet (Q);
- Temperatuur (verschil ΔT)
- Feromonen van soortgenoten
- Samenstelling van het water (organisch materiaal, humuszuren, nutriënten etc.)
- Interne motivatie om te migreren

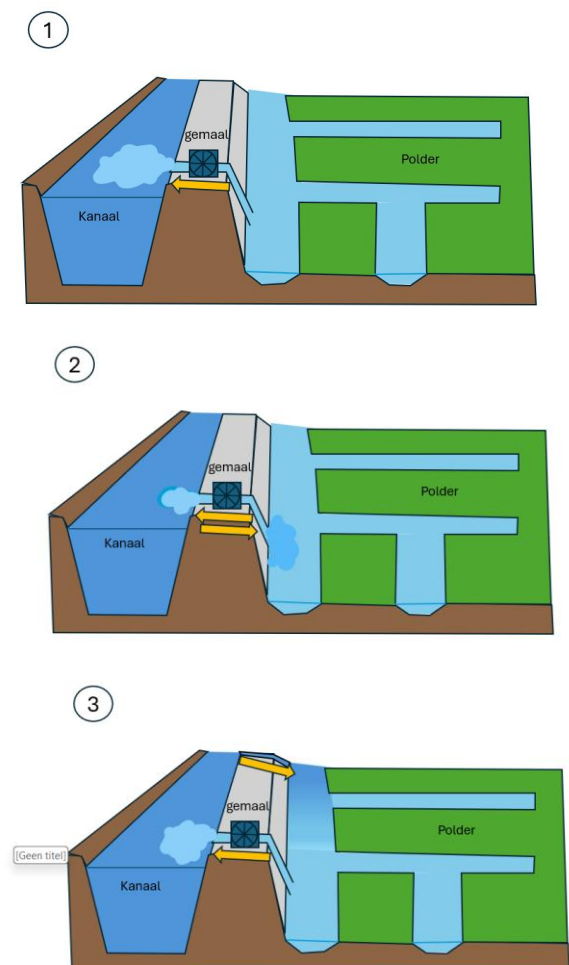
Voor een efficiënte werking van een verbinding is het dus noodzakelijk aan te sluiten bij een bestaand uitslagpunt van water en daarbij zoveel als mogelijk het beschikbare water benutten voor de visverbinding. Met andere woorden; de verbinding dient de kenmerken te hebben van bestaande uitslagpunten. Voor een goede functionele verbinding moet er een grote mate van wateruitwisseling zijn waarbij zoveel als mogelijk het water uit achterliggend gebied wordt gebruikt. Denk daarbij aan:

- Inlaat en uitlaat ver van elkaar af;
- Inlaat en uitlaat beiden als vismigratievoorziening uitvoeren;
- Lange verblijftijd van water in een gebied (samenstelling water);
- Gebruik maken van bestaande uitslagpunten (gemalen), mits migratieroute naar het achterliggende waterlichaam is (dus niet vis naar een ander gebied toe leiden);

Figuur 3-6 schetst verschillende situaties waarin de locatie van een wateruitwisselingspunt en de verwachte aantlokkende werking is weergegeven. Situatie 1 is een voorbeeld waarbij er alleen sprake is van het uitlaten van water uit een achterliggend gebied (bijvoorbeeld een polder) naar groter water. Hier is naar verwachting de lokkende werking het grootst vanwege de andere chemische samenstelling van het uitslaande water.

In situatie twee is sprake van inlaat en uitmalen van water op een punt, bijvoorbeeld een gemaal waarmee ook kan worden ingelaten. De menging van inlaatwater met het polderwater is beperkt, waardoor er binnendijks een bel ontstaat van inlaat water. Dit water wordt ook weer uitgemalen en heeft van een vergelijkbare kwaliteit als het buitenwater. De lokkende werking is dan naar verwachting minder.

In situatie drie is sprake van grote afstand tussen de locatie waar water wordt ingelaten en een locatie waar water weer wordt uitgemalen. Door een langere verblijftijd kan de chemische samenstelling van inlaat water veranderen waardoor de lokkende werking van het uitlaatpunt naar verwachting toeneemt.





Figuur 3-6. Aanlokkende werking in drie situaties. Situatie 1 is bij een gemaal met één afvoerpunt zoals in een polderbemaling. Situatie 2 is een inlaat en uitlaat dicht bij elkaar. Situatie 3 is een inlaatpunt verder weg van het uitlaatpunt waardoor de verblijftijd van inlaatwater toeneemt.

Geschikt en bestaand habitat rondom vispassage

Op locaties waar geschikt habitat al aanwezig is in de nabijheid van een potentiële verbindinglocatie is het aanbod van vissen naar verwachting beter dan gebieden waar geen geschikt habitat is. Bij visstandonderzoek met electrovisserij en zegens is aangetoond dat de soortenrijkdom van plantenrijke zones vele malen hoger is dan bij locaties met weinig variatie in diepte en het ontbreken van vegetatie. Het is dus raadzaam om de meest optimale verbindinglocatie goed in te richten qua habitat. Anderzijds is het mogelijk om aan te sluiten op bestaand habitat om de vindbaarheid en potentieel aanbod van vissen te vergroten.

Het is belangrijk dat de vispassage gebieden verbindt die een aanvulling zijn op elkaar door bijvoorbeeld een groot water zonder waterriet te verbinden met rietrijke polders. Daarnaast is het belangrijk dat er geschikt habitat voor vis is, in zowel de aanzwem- als landingszone. Hierbij dient rekening te worden gehouden met voedselbeschikbaarheid en schuilgelegenheid. Vooral dat laatste is een belangrijk aspect omdat deze zones vaak kwetsbare plekken zijn door vispredatie van bijvoorbeeld aalscholvers. Aan de hand van de verschillende habitatseisen van de doelsoorten kan een vispassage worden ingericht met bijvoorbeeld natuurlijke oevers of een vissenbos.

Dood hout als biotoop krijgt mogelijk te weinig aandacht van water- en natuurbeheerders in Nederland. In rivieren wordt het ondertussen mondjesmaat toegepast en ook in stilstaande wateren experimenteert men met allerlei vormen van zogenaamde vissenbossen: structuren van dood hout, vrij hangend in het water, drijvend of opgesloten in kratten. Uit onderzoek in buitenlandse meren blijkt dat er grote hoeveelheden hout kunnen voorkomen in natuurlijke en minder natuurlijke meren. Een voorbeeld hiervan heeft de orde van tientallen tot honderden stammen per strekkende kilometer aan oever (Czarnecka, 2016). Die studie maakt ook duidelijk dat er door de mens veel minder hout in meren is dan voorheen. Hoe dit ooit, voordat de mens veel invloed kreeg, in de Nederlandse wateren was, is niet duidelijk. Sowieso zijn veruit de meeste meren en plassen in Nederland ontstaan door menselijke ingrepen. En als ze wel een natuurlijke oorsprong hebben, zijn ze sterk veranderd. Voor de Rijkswateren gaat het dan vooral om de afgesloten zeearmen zoals IJsselmeer en Markermeer, Haringvliet en Hollands Diep, het Grevelingenmeer (zout) en het Volkerak-Zoommeer. Wanneer het niet mogelijk is om vegetatierijke zones te realiseren kan het aanbrengen van dood hout een functionele boost geven aan het gebied rondom een vispassage. De voordelen van vissenbossen/dood hout voor vissen in stilstaand water zijn:

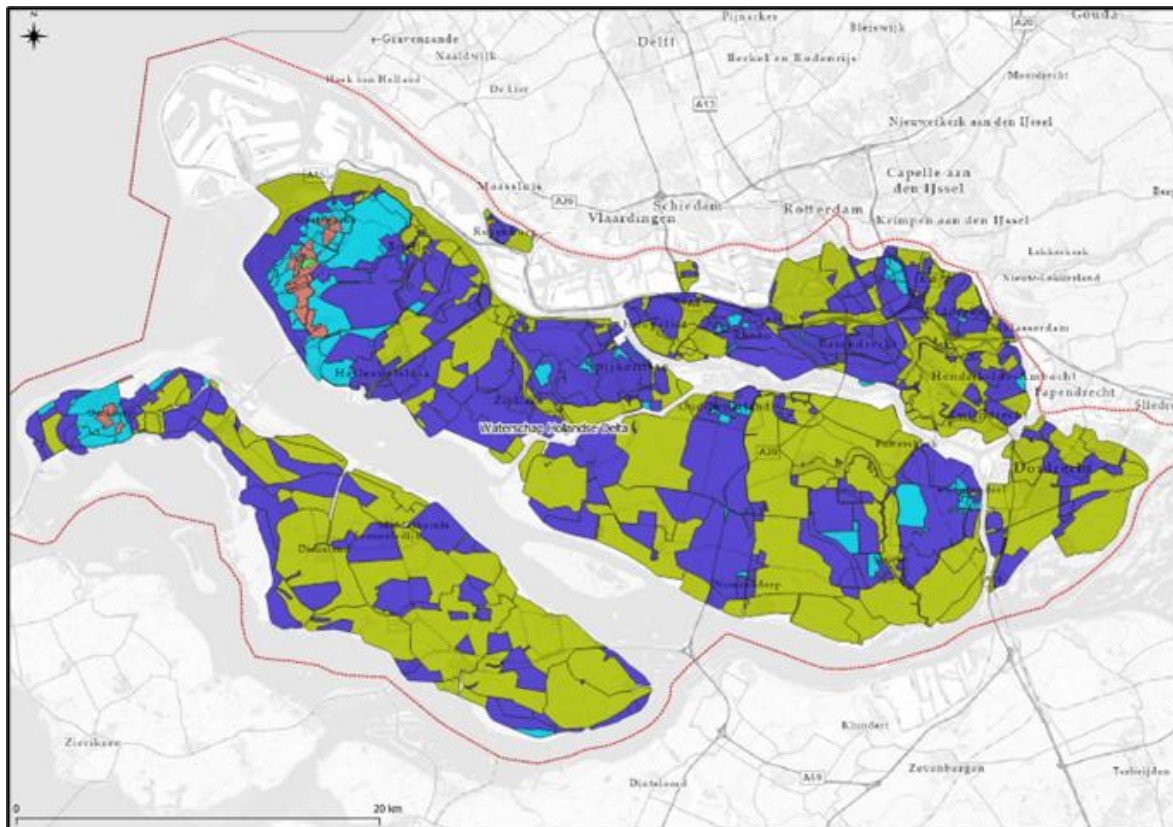
- Voedselbron voor vissen: Het onderwaterleven krijgt een boost, omdat hout een substraat is waar veel lagere organismen van leven. Deze organismen dienen vervolgens als voedsel voor vissen.
- Schuilgelegenheid: Hout biedt veiligheid tegen predatoren en luwte in stromende delen.
- Stepping stones: In een kale omgeving kan hout ervoor zorgen dat vissen zich aangetrokken voelen door het hout en zich veilig kunnen verplaatsen via hout. Dit principe zorgt ervoor dat het een aanlokkende werking naar een vismigratievoorziening kan hebben.

Migratiebereik van soorten

Wanneer er aan grote wateren gewerkt wordt is het soms nodig om meerdere verbindingen te maken. Afhankelijk van de migratierange van soorten kan de afstand tussen verbindingpunten variëren. De migratierange van de snoek is bijvoorbeeld vele malen groter dan van de bittervoorn. Bij

het hoogheemraadschap van Delfland is bijvoorbeeld de migratierange van soorten gebruikt om te bepalen waar stapstenen moeten worden gerealiseerd om een aaneengesloten structuur van natte ecologische zones te creëren (NEZ-structuur).

In onderstaande figuur (Figuur 3-7) is te zien hoe het beheergebied van waterschap Hollandse Delta is verdeeld in verschillende stapstenen door de aanwezigheid van migratieknelpunten. Op deze manier kan er makkelijk worden gekeken naar aaneengesloten habitats.



Figuur 3-7. Vismigratiekaart WSHD: Bereikbaarheidskaart achterliggend gebied in relatie tot het aantal knelpunten dat gepasseerd dient te worden, gezien vanaf het buitenwater. De groene peilvakken zijn te bereiken via 1 migratieknelpunt, de donkerblauwe via 2 knelpunten, de lichtblauwe via 3 knelpunten, de oranje via 4 knelpunten en de felgroene 5 of meer. Bron: Vismigratieplan WSHD/OAK consultants.

Lokale omstandigheden

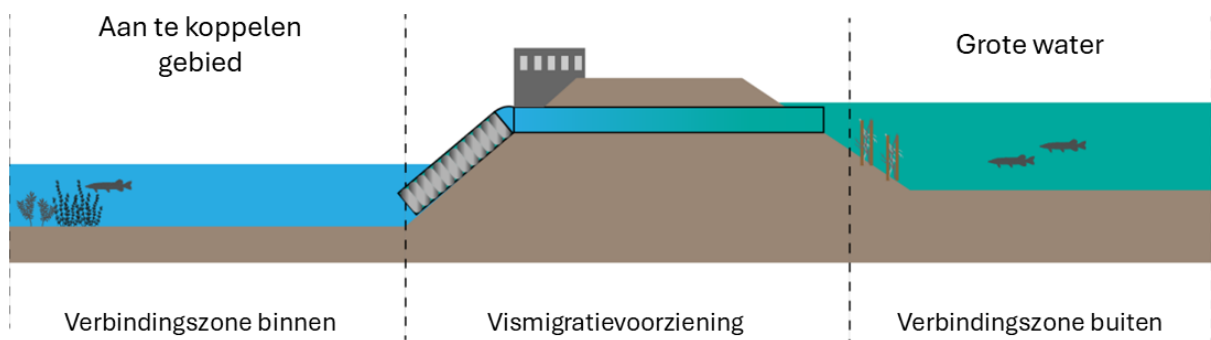
Ten slotte zijn lokale omstandigheden zoals maaiveldhoogte, breedte van waterkeringen, bestaande constructies van kunstwerken etc. ook bepalend voor de technische mogelijkheden en onmogelijkheden van het realiseren van verbindingen.

Op dit moment zijn er een groot aantal visverbindingen die niet optimaal functioneren. Uit een analyse van 281 monitoring studies omtrent vispassages bleek dat de vispassages in 142 gevallen (52%) voldoende presteerde. De overige vispassages hadden gebreken die voornamelijk werden toegewezen aan ontwerp (onvoldoende attractie, te hoge stroomsnelheid en constructiefouten) en onderhoud (overgroeiing, afvalophoping en algemeen onderhoud) (Krijnsen, 2023). Opvallend genoeg bleek in een eerdere evaluatie dat driekwart van de vismigratievoorzieningen optimaal werkte (Willemse, 2013). In de vorige paragraaf werden de factoren voor attractiviteit behandeld. In deze paragraaf wordt ingegaan op factoren die van belang zijn voor het succes van de verbindingvoorziening zelf.

Een visverbinding zoals in dit rapport bedoeld kan worden opgedeeld in verschillende zones:

- Het grote water/ verbindingszone buiten
- De migratievoorziening
- Het aan te koppelen gebied/ verbindingszone binnen

De migratierichting kan zowel naar de verbindingszone binnen als buiten gericht zijn. In het schematische voorbeeld hieronder (Figuur 3-8) is de migratie tussen een rijkswater en regiowater afgebeeld. Bij de paaimigratie van bijvoorbeeld de snoek beweegt de vis vanaf de **verbindingszone** buiten door de vismigratievoorziening naar de verbindingszone binnen. Elk van deze zones moet goed functioneren om succesvolle migratie mogelijk te maken. Het passeren van een vispassage gaat mogelijk gepaard met energieverlies, tijdsverlies en stress. Het is daarom met name van belang dat (juvenile) vis geschikt habitat vindt in de nabijheid van een vispassage om te rusten, schuilen en foerageren nadat een de vispassage gepasseerd is. Dat betekent dat voor sommige grote wateren lokaal extra natuurlijke inrichting van de oever en aanleg van ondieptes gewenst is daar waar vispassages ingepast worden, indien dat habitat in de nabijheid ontbreekt.



Figuur 3-8. Verschillende zones in een visverbinding. In dit voorbeeld is het rijkswater afgebeeld als aanzwemzone en het regionale water als landingszone. Zowel het rijks- als regiowater kan de aanzwem- of landingszone zijn.

3.5 Typen vismigratievoorzieningen en aandachtfactoren

3.5.1 Typen vismigratievoorzieningen

Voor het realiseren van de daadwerkelijke verbinding zijn verschillende vismigratievoorzieningen beschikbaar. Deze kunnen worden ingedeeld in de volgende categorieën (op alfabetische volgorde, gebaseerd op o.a. Kroes, 2024; Monden & Kroes, 2005):

- Aalgoten
- Aangepast beheer bestaande kunstwerken – gemalen
- Aangepast beheer bestaande kunstwerken – schutsluizen
- Vishevels
- Visluizen
- Vrij verval vispassages

In bijlage 5 worden deze zes categorieën verder toegelicht. Verder wordt verwezen naar het rapport Omgekeerde vismigratie in de lage landen 'van hoog naar laag' (Kroes, 2024). Hierin wordt een uitgebreid overzicht gegeven van de verschillende beschikbare technieken, het toepassingsbereik en de voor- en nadelen per voorziening.



3.5.2 Aandachtsfactoren

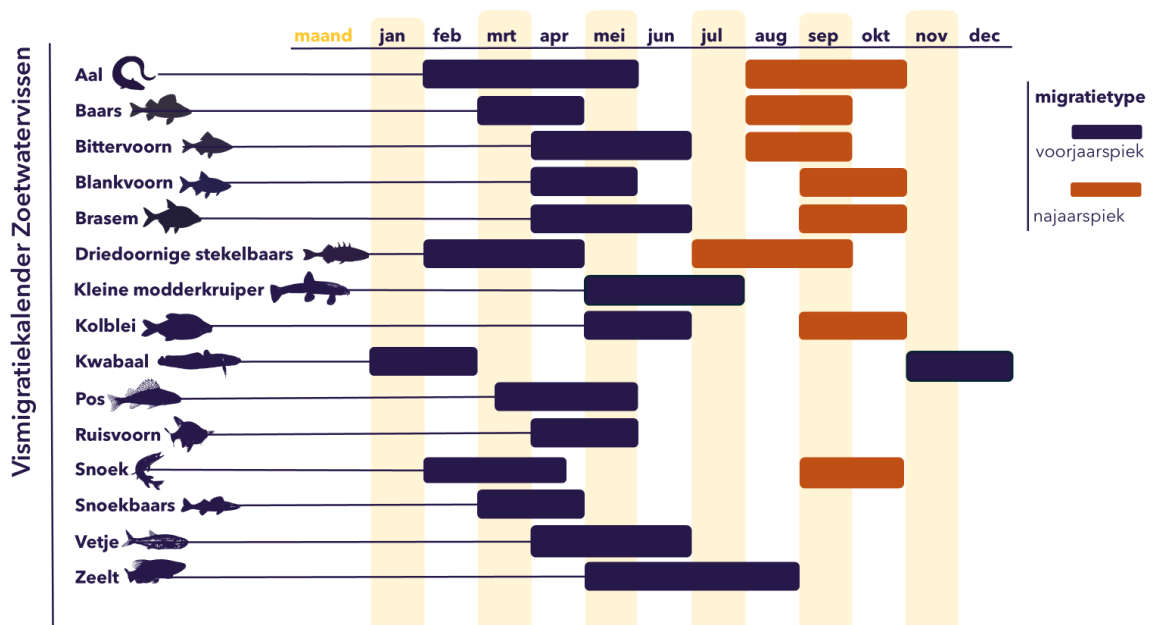
Er zijn een aantal factoren die sturend zijn voor een succesvolle visverbinding:

- Periode van werking
- Geschikte stroomsnelheden voor doelsoorten
- Lokstroom eigenschappen
- Inrichting vispassage/ positie aansluiting
- Barotrauma beperking vispassage
- Veilige route terug t.b.v. overwintering/opgroeien.

Periode van werking

Stroomop- en afwaartse migratie is bij voorkeur het hele jaar mogelijk. Het zwaartepunt van de stroomopwaartse paaimigratie ligt in het voorjaar (maart tot en met mei voor de meeste soorten). Stroomafwaartse migratie vindt plaats van het voorjaar tot het najaar. Dat komt omdat in een natuurlijke situatie o.a. hoge waterstanden met hoge afvoeren vissen triggert om de verlandingszones op te zoeken voor paai. De vispassage moet werkzaam zijn bij zowel zomer- als winterpeil en dient vanuit minimaal 90% van het jaar te functioneren.

Naast een jaarronde werking is ook het tijdstip van werking van belang. Sommige vissoorten migreren 's nachts, terwijl andere overdag migreren. Figuur 3-9 toont een vismigratiekalender voor zoetwatervissen en geeft een overzicht van piekmigraties van de meest voorkomende zoetwatervissen (zie ook Bijlage 3). Dit is slechts ter indicatie omdat er regionaal grote verschillen kunnen optreden tussen migratietijdstippen. Daarnaast weten we ondertussen dat de meeste vissen jaarrond migratiebewegingen kennen en is de onderstaande kalender vooral op paaimigratie gericht. In de bijlages staan meer details over migratiebewegingen.



Figuur 3-9: Vismigratiekalender van zoetwatervissen met piekmigraties in voorjaar en najaar. Dit is slechts ter indicatie omdat er regionaal grote verschillen kunnen optreden tussen migratietijdstippen. ©OAK

Stroomsnelheden

De stroomsnelheden die worden bereikt in de vispassages moeten lager zijn dan de zwemsnelheden van de doelsoorten en dus rekening houden met de zwemcapaciteit van een vis. Er zijn drie soorten zwemcapaciteiten die vaak in de literatuur worden genoemd:

- Sprintsnelheid: Een zwemsnelheid die een vis voor enkele seconden kan volhouden;

- Verlengde sprintsnelheid: Een duurzamere vorm van sprinten die voor vissen enkele minuten mogelijk is;
- Kruissnelheid: Dit is de zwemsnelheid die vissen voor langere tijd (uren) kan worden aangehouden.

In hoofdstuk 5 worden de ontwerpeisen en zwemsnelheden van de doelsoorten genoemd.

Lokstroom eigenschappen

Vaak staan migratievoorzieningen nabij sluizen of gemalen. Deze kunstwerken hebben een aantrekkende werking op vis door de waterafvoer. Sommige vissoorten zoals glasalen zijn afhankelijk van een lokstroom om tot migratie getriggerd te worden. Een vuistregel voor lokstroom in stromende wateren is dat het 5-10% van de totale capaciteit van de afvoer op die locatie moet zijn. Voor gemalen is er geen vuistregel, maar voor de vindbaarheid van een concurrerende lokstroom aan de uitstroomzijde van het gemaal is het redelijk om van eenzelfde percentage uit te gaan. Voor stroomafwaartse migratie is dit anders omdat de meeste vissen de hoofdstroom gebruiken om een gebied stroomafwaarts te verlaten. Op locaties waar er geen groot wateruitwisselingspunt, zoals een gemaal of spuisluis is, is er geen concurrerende stroming voor een eventuele visverbinding (bijvoorbeeld tussen een meer en een achterliggend moerasgebied). Hier kan de grootte van de lokstroom bepaald worden door een combinatie van de omvang (volume) van het achterliggende gebied en de verblijftijd van daarin ingelaten water. Om een andere chemische waterkwaliteit te krijgen dient de verblijftijd ordegrrootte enkele honderden dagen te zijn (expert judgement). In combinatie met het watervolume van het gebied kan er dan uitgerekend worden hoeveel water op etmaalbasis uitgelaten kan worden.

Inrichting vispassage / positie aansluiting

De vispassage dient bij voorkeur zowel vis te faciliteren die over de bodem, als vis die hoger in de waterkolom migreert. Hiervoor moet de vispassage een aansluiting hebben die goed aansluit op de bodem, mogelijk met behulp van materialen die voor een helling zorgen richting de doorgang. Dit helpt zwakke zwemmers en bodemgebonden soorten. Indien mogelijk heeft het de voorkeur om de gehele waterkolom te benutten als aansluiting, zo kunnen ook vissen passeren die in de bovenste waterlagen migreren.

Drukschade (barotrauma) beperking

Sommige vispassages zoals vishevels overbruggen een hoogteverschil van meerdere meters waarbij een verschil in atmosferische druk of atmosfeer (atm.) ontstaat. Schade ontstaat vervolgens door het

Physostome en physocliste vissoorten

Je kunt onderscheid maken tussen physostome vissen, die **wel** een verbinding hebben tussen de zwemblaas en slokdarm en physocliste vissen, die hier **geen** verbinding tussen hebben. Met een open verbinding tussen de zwemblaas en slokdarm is het mogelijk om snel te compenseren voor drukwisselingen. Physostomen kunnen lucht uitstoten of inslikken, waardoor ze weinig tijd nodig hebben om zich aan te passen aan een veranderende omgevingsdruk. Bij physoclisten diffunderen gassen via het bloed en de zwemblaasklier. Deze adaptatie kost relatief veel tijd en maakt deze vissen gevoeliger voor veranderende omgevingsdruk. Bij deze vissen kost het tussen de 17 en 24 uur om een drukverschil van 1 atmosfeer te compenseren. Grofweg vallen de meeste doelsoorten in stilstaande wateren onder de physocliste vissoorten. Er zijn ook enkele zoetwatervissoorten die geen zwemblaas hebben, zoals grondels en steuren. Deze soorten hebben doorgaans minder last van drukverschillen.

snel uitzetten van aanwezig gas in de zwemblaas. Typische verwondingen zijn gescheurde zwemblazen, expulsie van maag/darmen, scheuring van bloedvaten en gasbellen in verschillende organen.



Gevoelige vissoorten voor drukverandering zijn physoclisten als baars en driedoornige stekelbaars. Er worden in de literatuur meerdere waarden en manieren gebruikt om deze drukverschillen aan te duiden:

- Een maximale drukverlaging van **30%** wordt als acceptabel gezien bij physoclisten (Boys e.a. 2016; Vriese 2018).
- Over het algemeen is een drukverlaging van **0,4 atm.** nog acceptabel (Čada e.a. 1997).
- Bij een drukverschil vanaf **0,5 atm.** kan al een sterfte optreden van tientallen procenten (Turnpenny e.a. 2000).

Veilige route terug t.b.v. overwinteren of opgroeien juveniele vis

Het is belangrijk dat een verbinding met het achterland voor zowel in- als uittrek functioneert. Het paaiseizoen begint voor veel soorten tussen februari en juni, dat wordt gevolgd door het opgroeiseizoen dat uitloopt tot in de late herfst. Wanneer de winter intreedt zullen veel vissen zich willen bewegen naar dieper water met een stabielere temperatuur om te overwinteren. De route vanuit een achterland naar het grote water is dus een belangrijke om de jaarlijkse cyclus te volbrengen. Daarnaast is het essentieel dat vissen heen en weer kunnen zwemmen, anders heeft de visverbinding geen toegevoegde waarde voor de visstand in het grote water. Een jaarronde en tweezijdige werking van de vispassage is daarmee belangrijk voor goede connectiviteit met het hoofwater. Het is ook mogelijk dat intrek en uittrek van vis via verschillende verbindingen gerealiseerd wordt, zoals intrek bij een inlaatpunt van water en uittrek via een visvriendelijk gemaal.

3.6 Voorbeeldcasussen

Achteroever Koopmanspolder

De Koopmanspolder is een pilot met het achteroeverconcept (Figuur 3-10): Buitendijks van de primaire waterkeringen van het IJsselmeer is een gebied ingericht met natuurvriendelijke oevers dat 1,5 meter lager ligt dan het IJsselmeer. Het is een bufferzone waarin waterberging mogelijk is door het hanteren van flexibele waterpeilen. Onder vrij verval stroomt water vanaf het IJsselmeer de Koopmanspolder in. Met een visvriendelijke buisvijzel kan het water teruggepompt worden naar het IJsselmeer. Een aantal soorten lukt het te migreren via de buisvijzel. Dit zijn: snoek, paling, blankvoorn, rietvoorn, dunlipharder, spiering, alver, baars, pos, winde, zeelt, bittervoorn, marmergrondel en driedoornige stekelbaars. De polder functioneert als kraamkamer voor jonge vis, alleen lijkt er meer vis de polder in te gaan dan er weer uit te gaan. De volgende vissoorten migreren **niet** via de buisvijzel terug naar het IJsselmeer: snoekbaars, riviergrondel, pontische stroomgrondel, kolblei, vetje en brasem (van Ek, 2016; Emmerik & de Laak, 2017). Een ander onderzoek door Kleppe et al. (2021) toont aan dat vis vanuit het IJsselmeer de Koopmanspolder intrekt, maar dat uittrek zeer gering is. De auteurs schatten in dat dit achterland een geringe bijdrage zal leveren aan de visstand op het IJsselmeergebied.

De volgende redenen kunnen invloed hebben op de geringe uittrek van vis:

- De vijzel werkt als een barrière voor vis en alleen kleine vissen (met uitzondering van enkele grote palingen) trekken er doorheen;
- De diepe vijzelput lijkt een goede overwinteringsplek voor vissen te zijn;
- De buisvijzel staat haaks op de stroomrichting;
- De motivatie om uit de polder te trekken ontbreekt.

Door het peil in de Koopmanspolder te verlagen kan vis mogelijk gemotiveerd worden om uit te trekken.



Figuur 3-10: Achteroever Koopmanspolder (Bron: Google Earth)

Zuidpolder Delfgauw

In de Zuidpolder van Delfgauw zijn natte ecologische zones en twee vispaaiplaatsen aangelegd (Figuur 3-11). Er zijn drie verbindingen tussen de boezem (de Schie) en de polder: Een vislift (type Delfland), een visvriendelijk gemaal Rotterdamse weg en gemaal Balthasar van der Polweg. Daarmee heeft de polder veel aantrekkelijk functioneel paaihabitat voor vis gekregen en is deze als achterland aangekoppeld aan de Schie als groot stilstaand water.

Bij een PIT-tag onderzoek uitgevoerd door ATKB in opdracht van het Hoogheemraadschap van Delfland bleek dat de intrek van het gebied vooral (93%) kleine vis (8 tot 13 cm) betrof. De intrekefficiëntie was laag (4%) en komt mogelijk door:

- Hoge stroomsnelheden in de aanzwemleiding;
- Vindbaarheid van de ingang;
- Vislift die vaak dicht is door storing.

6% van de gezenderde vissen is de polder weer uitgetrokken. Net als bij de KMP is dit een laag uittrekpercentage. Uittrek verliep hoofdzakelijk via gemaal Rotterdamseweg en zeer beperkt via de vislift. Het gebied wordt waarschijnlijk gebruikt als overwinteringsgebied in plaats van paaigebied.



Figuur 3-11: Natte ecologische zone als extra achterland in de Zuidpolder Delfgauw (Bron: Google Earth)

Migratie Noordzeekanaal en achterland via gemalen

Bij een studie naar vismigratie bij vijf gemalen tussen het Noordzeekanaal en de achterliggende polders is het volgende onderzocht: Ruimtelijk gebruik van het Noordzeekanaal en omliggende gebieden door vis; timing van de migraties; benutting van migratievoorzieningen. Het bleek dat een klein deel van de vissen daadwerkelijk het achterland in zwemmen, en dat vooral volwassen vis de migratievoorzieningen niet gebruikt. Er is onvoldoende motivatie geweest voor de vissen in dit gebied om richting het achterland te migreren. Het aanbod van vis aan de aanbodzijdes was relatief groot, maar de passeerbaarheid was rond de 3-5%. De gezenderde soorten van deze studie waren: blankvoorn, brasem, snoekbaars en baars. Mogelijk waren de paaioomstandigheden voor deze soorten voor de gemalen zeer gunstig waardoor de motivatie voor migratie laag is. De auteurs raden aan om wanneer mogelijk een continue lokstroom te genereren met een verhoogd aantal schuttingen (huidige aantal is 6/dag) (Griffioen e.a. 2022).

Visintrek gemaal Colijn

De inlaatvoorziening bij gemaal Colijn is onderzocht op de functionaliteit voor vismigratie richting de Flevopolder. Naast gemaal Colijn zit een inlaatwerk van 85 meter lang waarmee water vanuit het Ketelmeer in de Hoge Vaart gelaten kan worden onder een verval van 5 meter (Figuur 3-12). In het voorjaar (tussen eind maart en eind mei) is vis hier bemonsterd, waarbij in totaal 24 vissoorten gevangen zijn. Het inlaatwerk functioneert goed voor de doelsoorten paling en driedoornige stekelbaars, waarbij de migratiepiek van driedoornige stekelbaars ongeveer 3 weken eerder was dan die van paling. De meest abundante soorten zijn driedoornige stekelbaars, pos en spiering. Snoek was één van de minst gevangen soorten. Het effect van de grootte van de inlaatopening werd getoetst en had een optimale vispasseerbaarheid van de meeste soorten bij 50 cm doorsnede. De stroomsnelheid en het debiet waren daarbij respectievelijk 0,5 m/s en 7,17 m³/s.



Figuur 3-12: Bovenaanzicht gemaal Colijn aan het Ketelmeer (Bron: satellietdataportaal.nl)

Snoekpaaiplaatsen

1) *Binnenschelde*

Tussen de Binnenschelde en het Markiezaatsmeer ligt een natuurbufferzone (Figuur 3-13). Deze smalle waterrijke strook is aangelegd ten behoeve van o.a. paai- en opgroeigebied voor snoeken. De visstand in de Binnenschelde is van 1989 tot en met 1997 jaarlijks bemonsterd en vanaf 2005 eens in de drie jaar. Daarmee is zowel de situatie vóór en tijdens de aanleg van het paaigebied (1995–1996) als de periode daarna in beeld gebracht.

De opbrengst van het paaigebied zelf, uitgedrukt in het aantal jonge snoeken, is van 1997 tot en met 2010 jaarlijks vastgesteld. Na een tijdelijke stop in het beheer is de opbrengst in 2014 opnieuw bepaald. Vanaf 2019 wordt deze weer jaarlijks gemonitord. Hierdoor is veel informatie beschikbaar over zowel de werking van het paaigebied als de invloed daarvan op de visstand in de Binnenschelde.

Uit de resultaten blijkt echter dat snoek niet in staat is gebleken het witvisbestand in de Binnenschelde zodanig te beperken dat een blijvend heldere situatie ontstaat. Het paaigebied is destijds ontworpen voor een helder systeem met een lage visstand, waarin snoek door predatie de ontwikkeling van witvis zou afremmen en zo de helderheid kon behouden. Tijdens de aanleg van het paaigebied nam het doorzicht in de Binnenschelde echter sterk af. Dit hangt vermoedelijk samen met de transitie van een zout naar een zoet ecosysteem, waarbij het vrijkomen van nutriënten een belangrijke rol speelde. Sindsdien is snoek niet meer in staat geweest het witvisbestand voldoende te reguleren.



Figuur 3-13: Natuurbufferzone tussen Markiezaatsmeer en de Binnenschelde (Bron: satellietdataportaal.nl)

2) Delfland

De snoekpaaiplaatsen bij Oranjbuitenpolder en de Zeven Gatén van Hoogheemraadschap van Delfland werken als paaiplaats (Figuur 3-14). Er zijn 1600 jonge snoeken gevangen in de twee gebieden na het paaiseizoen. De snoekpaaiplaats bij Zeven Gatén is ongeveer 0,6 hectare groot en de paaiplaats bij de Oranjbuitenpolder rond de 1 hectare groot. Een andere snoekpaaiplaats bij Delft had een aantal van 821 jonge snoeken op een gebied van 0,8 hectare. Er is echter ook kritiek op de paaiplaatsen omdat er op dit moment onvoldoende opgroeigebied zou zijn voor de jonge snoeken door het gebrek aan watervegetatie. Hiermee zouden de vispaaiplaatsen en uitzettingen van jonge snoek geen toegevoegde waarde hebben op de vispopulatie in de polders.



Figuur 3-14: Eén van de snoekpaaiplaatsen van Hoogheemraadschap van Delfland (Bron: Google Earth)

Lering uit voorbeeldcasussen

Bovenstaande voorbeeldcasussen laten zien dat het niet zo eenvoudig is om goede functionele visverbindingen aan te leggen die paai-, opgroei- en leefhabitat bieden voor vis. Vrijwel alle factoren die in paragraaf 3.5.2 worden genoemd blijken bij één of meerdere genoemde visverbindingen tekort te schieten, voor de vismigratievoorziening zelf dan wel voor de verbindingzone. Voor andere visverbindingen missen soms monitoringgegevens die iets vertellen over uittrek en effectieve rekrutering naar het grote stilstaande water. Hierdoor is het niet mogelijk om iets te kunnen zeggen over de effectiviteit. In andere gevallen blijkt dat door relatief kleine aanpassingen op de vismigratievoorziening de effectiviteit verhoogd kan worden. Bijvoorbeeld door het beheer aan te passen.

De complexiteit van dit soort maatregelen betekent dat een multidisciplinair en kundig projectteam met inhoudelijke kennis en gebiedskennis - van waterbeheerders, ecologen, tot terreinbeherende organisaties- nodig is om dit soort project succesvol te laten slagen.



4 Prioritering van locaties

In de volgende hoofdstukken is een vertaling gemaakt van de hierboven beschreven theorie en opgave naar concrete oplossingen voor het toevoegen of verbinden van gebieden met land-waterovergangen en geschikt habitat voor vis. De eerste stap is het nadenken over en het bepalen van een locatie waar een oplossing het meest effectief en efficiënt is.

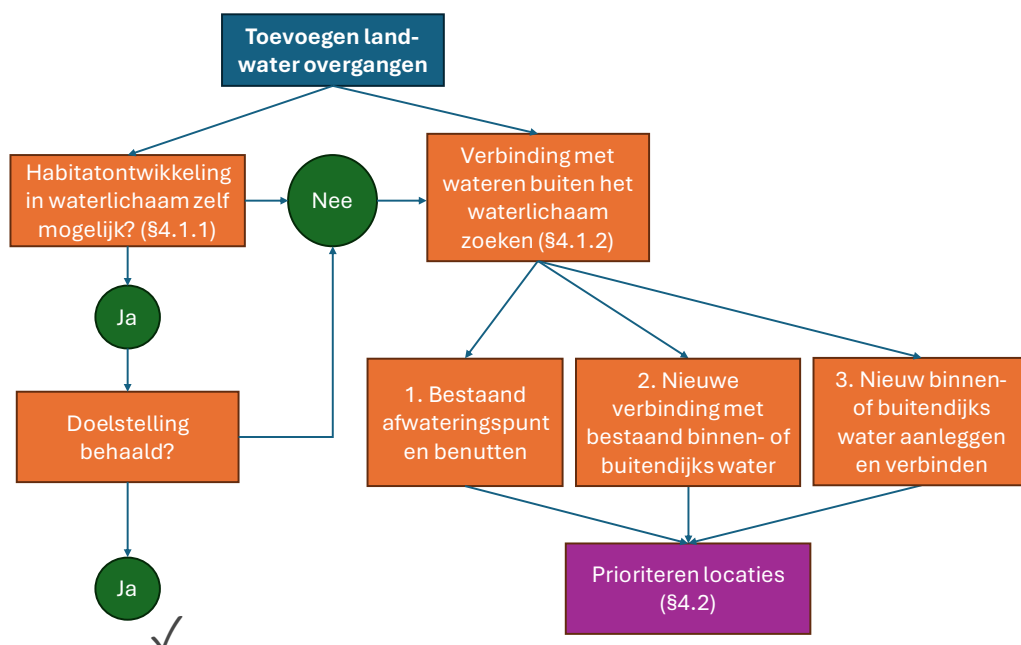
In dit hoofdstuk wordt de onderbouwing gegeven voor het selecteren van de juiste locatie voor het toevoegen of verbinden van gebieden met land-waterovergangen en geschikt habitat voor vis. Wanneer de ontwerplocatie al bekend is, kan direct worden doorgedaan naar Hoofdstuk 5.

4.1 Het toevoegen en verbinden van land-waterovergangen

Door land-waterovergangen toe te voegen in het waterlichaam of door geschikte gebieden te verbinden, wordt het areaal aan paai- en opgroeigebied voor veel vissoorten vergroot (zie hoofdstuk 3). Bij het afwegen van de mogelijkheden zien we twee routes:

1. Habitatontwikkeling in het waterlichaam zelf;
2. Verbinding met wateren buiten het waterlichaam zoeken.

Habitatontwikkeling in het waterlichaam zelf is het meest effectief, voornamelijk omdat er geen migratie barrières zijn. Als dat niet of onvoldoende haalbaar is, kan worden gezocht naar verbinding met wateren buiten het waterlichaam. Vervolgens moeten er keuzes worden gemaakt. Onderstaand schema (Figuur 4-1) biedt een overzicht. In de volgende paragrafen worden deze stappen nader toegelicht. De corresponderende paragraafnummers staan in het schema vermeld.



Figuur 4-1. Schematisch afwegingsschema van de verschillende stappen die doorlopen kunnen worden bij het zoeken naar mogelijkheden, om land-water overgangen toe te voegen aan grote wateren.



4.1.1 Habitatontwikkeling in het waterlichaam zelf

Het toevoegen van habitat in het waterlichaam zelf is het meest effectief voor vis. Als het habitat in het waterlichaam zelf niet wordt verbeterd zal de visstand naar verwachting niet significant veranderen (zie ook verslag expertsessie, d.d. 14 december 2024, bijlage 5). Binnen het waterlichaam zijn geen knelpunten (bottlenecks) zoals gemalen of andere kunstwerken die migratie hinderen. Dat is wel het geval wanneer achterliggende gebieden worden verbonden, waar migratie-efficiëntie doorgaans lager is.

Een eerste stap is om te bepalen welk oppervlaktepercentage habitat kan worden toegevoegd in het waterlichaam zelf. Als dit niet (of onvoldoende) mogelijk is, wordt gekeken welke nabijgelegen wateren kunnen worden verbonden om habitat toe te voegen. Richtlijnen voor benodigde arealen staan in paragraaf 3.2:

- 5-10% voor waterriet (emerse vegetatie);
- 10-25% voor ondergedoken waterplanten;
- 5% overstromingsgrasland en -bossen.

Opties voor het aanleggen van habitat in het waterlichaam zelf zijn bijvoorbeeld het aanleggen van natuurvriendelijke oevers, eilanden zoals de Markerwadden, luwtedammen en ondiepe zones. Zoals in de inleiding op dit rapport beschreven, is aanleg vaak (te) kostbaar vanwege het benodigde grondverzet. De focus van het rapport ligt daarom ook op de verbindingen met naastgelegen wateren, zie de volgende paragraaf. Tegelijk blijft deze overweging belangrijk: maatregelen in het waterlichaam zelf zijn voor vis doorgaans efficiënter dan verbindingen maken met wateren in het achterland.

4.1.2 Verbinding met wateren buiten het waterlichaam zoeken

Als aanleg van habitat in het waterlichaam niet mogelijk is, kan gekozen worden voor een verbinding met andere wateren. Bij voorkeur worden dan bestaande afwateringspunten zoals sluzen of gemalen geoptimaliseerd. Als dat niet mogelijk is, kunnen nieuwe verbindingen worden gerealiseerd. Deze drie opties zijn hieronder toegelicht. Voor alle drie deze opties is het belangrijk om te **prioriteren** met duidelijke criteria (zie paragraaf 4.2). Wanneer de locaties zijn geprioriteerd kunnen de **ontwerpeisen** voor de visverbindingen worden toegepast (zie hoofdstuk 5).

Bestaande afwateringspunten benutten

Op deze punten is vaak al sprake van een sterke lokstroom en zijn er visbewegingen aanwezig. Een voorbeeld is brasemmigratie in het voorjaar naar gemaal De Blocq van Kuffeler, dat onder andere de Oostvaardersplassen bemaalt (De Leeuw e.a., 2020). De eerste stap is het uitvoeren van een systeemanalyse en het identificeren van de werking van het watersysteem en de aanwezigheid van bestaande visbewegingen en visaanbod bij bestaande afwateringspunten.

Op deze locaties kan mogelijk een groot effect worden bereikt door te investeren in tweezijdige veilige vismigratie en inrichten van een verblijfs- of verbindingzone in het buiten- en binnenwater. Met verbindingzone wordt geschikt vishabitat voor en na het te passeren knelpunt bedoeld, zodat vissen kunnen schuilen, rusten en foerageren als ze een migratievoorziening hebben gepasseerd (zoals toegelicht in paragraaf 3.4). Tegelijk zorgt dit voor een aantrekkelijk effect, waardoor vissen de afwateringspunten beter kunnen vinden. Op zulke locaties is vaak al tientallen jaren een lokstroom aanwezig en verzamelen zich veel vissen. Kortom, een eerste logische stap is om deze locaties te beschouwen voordat nieuwe verbindingen met binnendijkse gebieden worden gerealiseerd, de volgende stap.



Nieuwe verbindingen maken met bestaand water binnen- of buitendijks

Als tweede optie kan worden gekeken naar gebieden die op korte afstand van het waterlichaam liggen, maar geen bestaande water uitwisselingspunten hebben. Een voorbeeld is plantenrijke polders waarvan de bemaling uitslaat op een boezemwater (dus niet op het grote stilstaande waterlichaam). Ook kan gekeken worden naar de mogelijkheden voor het herinrichten van bestaande buitendijkse voorlanden. Hier en daar komen zulke oeverlanden nog voor, maar niet altijd zijn deze voor vis intrekbaar of zijn de oevers visvriendelijk ingericht.

Hier kan het dus gaan om:

- Bestaande binnendijkse gebieden aankoppelen;
- Bestaande buitendijkse voorlanden verbinden.

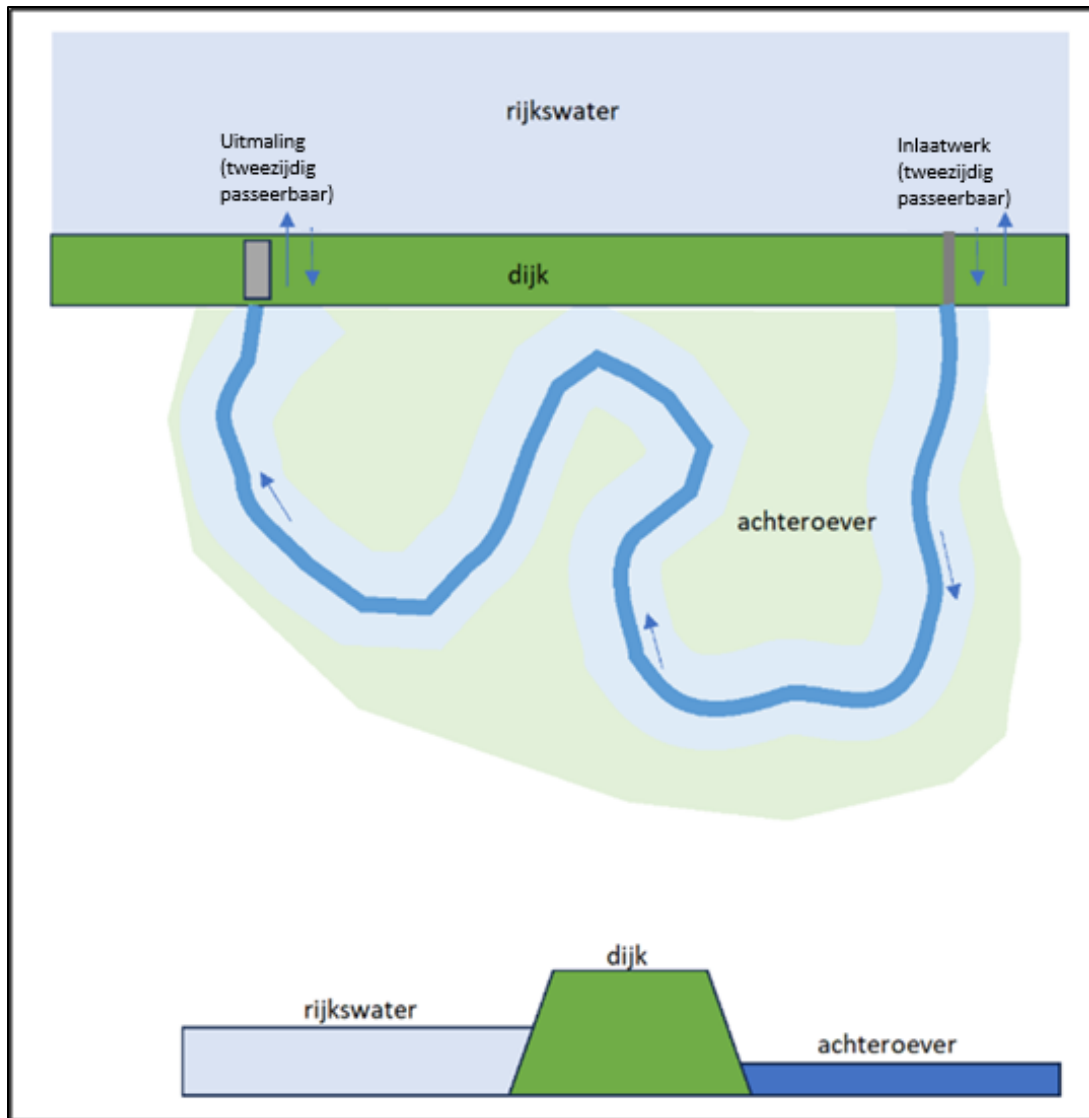
Nieuw binnen- of buitendijks water aanleggen en verbinden

Een derde optie is het aanleggen, inrichten en verbinden van nieuwe binnen- of buitendijkse gebieden. De Koopmanspolder is hiervan een voorbeeld: een buitendijkse polder die is heringericht en verbonden met het IJsselmeer. Ook binnendijkse gebieden kunnen geschikt zijn. Agrarische gebieden nabij grote wateren zoals in kogen en uiterwaarden kunnen heringericht worden als waterrijke natuurgebieden en zo ook nieuw (paai)habitat vormen voor vis. Uit monitoring van bestaande projecten blijkt dat het bereiken van efficiënte in- en uitrek van vissen niet gemakkelijk is, zie voorbeeldcasussen in paragraaf 3.6.

In de gesprekken met verschillende experts ten behoeve van dit kennisdocument zijn een aantal suggestie gedaan voor de inrichting van nieuwe gebieden. Deze zijn onderstaand opgesomd:

- Realiseer een eventuele inlaat op afstand van het uitmaaspunt. Wanneer inlaat en uitmaling op eenzelfde punt worden gerealiseerd ontstaat voor vissen een verwarrende situatie omdat de stroomrichting dagelijks kan veranderen.
- Realiseer een zo lang mogelijke verblijftijd van water bij eventueel inlaat. Hierdoor kan het water opwarmen, feromonen van soortgenoten opnemen en chemisch van samenstelling veranderen. Wanneer het na een bepaalde periode weer uitgemalen wordt is het anders van samenstelling en mogelijk effectiever als lokstroom.
- Uit monitoring met camera's en gezenderde vissen blijkt dat vissen veel meer bewegingen maken dan we op basis van versimpelde theorie wellicht zouden verwachten. Zo trekken vissen jaarrond zowel stroomop- als stroomafwaarts, bijvoorbeeld om te foerageren of verspreiden (dispersie). Zo zijn er voorbeelden van vissen die iedere dag een gebied in- en uittrekken. Maak daarom zowel de inlaat als de uitmaling van een gebied tweezijdig passeerbaar indien mogelijk. Zo biedt je vissen ruime mogelijkheden om hun natuurlijke migratiegedrag te laten vertonen en het gebruik van een nieuw gebied door vissen te optimaliseren.

Bovenstaande punten zijn visueel weergegeven in Figuur 4-2. Door op één punt water op afstand van de uitmaling in te laten, kan de verblijftijd van het water gemaximaliseerd worden en attractie-efficiëntie vergroot worden. De inlaat kan een (visvriendelijke klep)duiker zijn maar ook bijvoorbeeld een hevel.



Figuur 4-2: Visualisatie optimale inrichting verbinding achteroever met groot stilstaand rijkswater.

4.2 Afwegen van locaties

Wanneer bovenstaande stappen zijn doorlopen en er een overzicht is gecreëerd van potentiële locaties waar een verbinding kan worden gerealiseerd, kunnen de locaties worden gewogen met behulp van een Multi Criteria Analyse (MCA). Er zijn 6 criteria geselecteerd waarmee de locaties kunnen worden beoordeeld op geschiktheid. In onderstaande tabel zijn deze criteria kort toegelicht, vervolgens worden ze behandeld in onderstaande tekst.

In paragraaf 4.3 is een methode toegelicht waarmee de criteria kunnen worden gewaardeerd en kunnen worden voorzien van een wegingsfactor om de locaties te prioriteren.

Tabel 4-1. Criteria voor het afwegen van een locatie

Criteria	Onderdelen	Toelichting
Technische mogelijkheden	Hydrologie	Bij voorkeur: Hoger gelegen gebied (natuurlijke migratierichting), kleine peilverschillen, hoge debieten, mogelijkheid voor water doorstromen door gebied.
	Bestaande constructies	Leeftijd van bestaande constructies en mogelijkheid tot integratie vismigratievoorziening in bestaande constructies



	Locatiespecifieke omstandigheden	Ruimte voor realisatie voorziening en mate van scheepsvaart en andere verstoring
	Waterveiligheid	Ruimte voor realisatie maatregelen binnen waterveiligheid kaders
Grootte aan te sluiten leefgebied	Oppervlakte aaneengesloten leefgebied	Aaneengesloten gebieden, gebieden op één peil zonder barrières
Potentiële kwaliteit leefgebied	Functietoekenning	Bij voorkeur natuurfunctie zoals: N2000, NNN, KRW wateren met hoge kwaliteit. Mindere voorkeur voor agrarisch of stedelijk water
	Natuurkwaliteit	Aanwezigheid land-water overgangen, lengte aan NVO's en oppervlakte aan watervegetatie. Daarnaast de beoordelingen van het waterlichaam zoals: KRW-score of visbemonsteringen. Mogelijkheid tot peildynamiek
Kwaliteit verbindingzone	Aanwezigheid geschikt habitat binnenzijde	Zoals beoordeling kwaliteit leefgebied maar dan specifiek voor de verbindingzone.
	Aanwezigheid geschikt habitat buitenzijde	
Visaanbod	Substantieel aanbod van doelsoorten	Monitoringsgegevens benutten om inschatting te maken van potentieel aanbod op de locatie. Bij nieuw aan te leggen gebieden is er nog geen aanbod, dan is dit niet van toepassing. Bij locatievoorkeur (hieronder) staan factoren die invloed hebben op potentieel visaanbod.
	Locatievoorkeur	Indien aanbod onbekend voorkeur voor locatie nabij: Zoet-zout overgang, groot uitwateringspunt of kwalitatief goed habitat in het buitenwater.
Beleid, wetgeving en omgeving	Planvorming/ waterveiligheid	Letten op toekomstige toekenning natuurdoelen / KRW doelen en andere planvorming/bestemmingsplannen. Waterveiligheid speelt ook een rol bij het realiseren van verbindingen of habitat.
Kosten	Kosten voor planvorming en realisatie.	Voor de af te wegen locaties kan een beknopte kostenraming worden opgesteld die wordt meegenomen in de MCA.

4.2.1 Technische mogelijkheden

Of een locatie geschikt is voor het inpassen van een visverbinding wordt in grote mate bepaald door de technische (on)mogelijkheden en daaraan gerelateerde kosten. We delen deze in de volgende categorieën in:

1. Hydrologie;
2. Bestaande constructies;
3. Locatie specifieke omstandigheden;
4. Waterveiligheid.

Hieronder volgt een toelichting.

Hydrologie

Hiermee worden de hydrologische omstandigheden bedoeld die bepalen of een vismigratievoorziening mogelijk is en zo ja welk type. Het peilverschil tussen binnen en buitenwater en de peilfluctuaties bepalen welk type voorziening mogelijk geschikt is. Ook het beschikbare debiet is belangrijk, omdat dit invloed heeft op de duur en frequentie van de werking. Zonder beschikbaar debiet is er geen lokstroom en migratie mogelijk. Er is een minimaal debiet vereist in de migratieperioden van de doelsoorten maar bij voorkeur jaarrond. Beschikbaar debiet kan worden gerealiseerd door gebruik te maken van bestaande afwateringspunten, water te benutten dat anders op een ander punt uitgemalen zou worden en dat via de nieuwe verbinding te laten stromen, of door water via een nieuwe inlaat door het aangekoppelde gebied te laten stromen en door uitlaat naar



het hoofdwater met een vismigratievoorziening in de uitstroomlocatie. Hoe groot dit debiet moet zijn heeft ook te maken met de orde grootte verblijftijd van het water in het aan te koppelen gebied waardoor het water eigenschappen overneemt (fysisch-chemische eigenschappen) en vismigratie aantrekt.

Beoordeling t.b.v. MCA

Positief: Beschikbaar debiet i.v.m. grotere lokstroom, klein peilverschil, weinig en kleine fluctuaties peil binnen en buiten.

Negatief: geen debiet beschikbaar, groter peilverschil en veel en grote peilfluctuaties.

Bestaande constructies

Bestaande constructies kunnen voordelen en nadelen hebben. Bestaande schutsluizen, gemalen en inlaten kunnen soms benut worden als route voor vismigratie, bijvoorbeeld door ze anders te beheren. Daarnaast kunnen bestaande constructies gebruikt worden om een vismigratievoorziening te integreren, mits niet te oud. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van de draagkracht van de bestaande fundering of kwelschermen om een voorziening te funderen. Bij oude constructies is het vaak de wens van de beheerder om niet in de invloedssfeer van de constructies te graven, vanwege mogelijk negatieve effecten.

Beoordeling t.b.v. MCA

Positief: Bestaande constructie geschikt voor alternatief beheer en/of inpassing vispassage.

Negatief: Bestaande constructie niet geschikt voor alternatief beheer en/of inpassing vispassage vanwege ouderdom of risico's stabiliteit/waterveiligheid.

Locatie specifieke omstandigheden

Daarnaast zijn er allerlei locatie specifieke omstandigheden die van invloed kunnen zijn op de mogelijkheden om een verbindingzone aan te leggen. Denk hierbij aan het voorkomen van (beroeps)scheepvaart, beschikbare ruimte, te overbruggen afstand maar ook het voorkomen van zeldzame flora en fauna, niet gesprongen explosieven, archeologie etc. etc.

Beoordeling t.b.v. MCA

Positief: Geen/weinig locatiespecifieke beperkingen.

Negatief: Veel/onoverkomelijke locatiespecifieke beperkingen.

Waterveiligheid

Ten slotte is waterveiligheid in grote mate bepalend voor de technische mogelijkheden voor het aanleggen van visverbindingen. In veruit de meeste gevallen zal een primaire kering moeten worden gepasseerd om een rijkswater te verbinden met een regionaal water. De eerste vraag is of de kering kan worden doorboord of dat de migratieverbinding boven de kerende hoogte van de betreffende kering moet worden aangelegd. In dat laatste geval zijn de mogelijkheden voor het realiseren van vismigratie beperkt. Als een verbinding door de kering loopt, moet deze worden getoetst op waterveiligheid. Dit hangt af van de faalkans van kerende middelen, de afmetingen van leidingen of duikers, en de hoogte van de kering.

Beoordeling t.b.v. MCA

Positief: Waterveiligheid niet of in geringe mate beperkend.

Negatief: Waterveiligheid ernstige beperking of niet haalbaar.



4.2.2 Grootte leefgebied

De keuze voor een succesvolle visverbinding wordt mede bepaald door de hoeveelheid gebied er vrijkomt, dit heeft namelijk invloed op factoren zoals beschikbaar debiet (en lokstroom) en beschikbaar (kwalitatief) habitat, zoals beschreven in paragraaf 3.5.2 en paragraaf 4.2.3. De kwaliteit van het habitat speelt een belangrijke rol in het voortplantings- of opgroeipotentieel van een gebied voor een aantal doelsoorten.

Voor het bepalen van de grootte van het leefgebied wordt het **gehele beschikbare wateroppervlak inclusief overstromingsvlakten en rietmoeras (km² of m²) binnen een toegankelijk areaal of peilgebied** bedoeld. Wanneer er sprake is van obstakels, al dan niet verbonden door vispassages kan er niet meer gesproken worden van een volledig toegankelijk gebied.

Beoordeling t.b.v. MCA

Wanneer een aantal gebieden worden beoordeeld kunnen deze naar grootte worden gerangschikt en een corresponderende score krijgen. Bijvoorbeeld kleinste gebied score '1' en grootste gebied score '6' in geval van zes gebieden.

4.2.3 Kwaliteit leefgebied

De kwaliteit van een leefgebied kan door meerdere factoren worden beïnvloed. In onderstaande tekst wordt er ingegaan op twee sporen:

- Functietoekenning;
- Natuurkwaliteit.

Functietoekenning

Met behulp van leggers van de waterschappen en informatie van de provincies kan er worden gekeken naar gebieden die overlappen met huidige natuurfuncties zoals die van het Natuurnetwerk Nederland (NNN), Kaderrichtlijnwater (KRW), Programmatische aanpak grote wateren (PAGW) of Natura 2000-gebieden (N2000). Hiermee staan (toekomstige) doelen op het programma om de kwaliteit van het gebied te handhaven of te verbeteren. Dit is een belangrijke zekerheidsfactor voor de kwaliteit van het habitat dat beschikbaar komt met de visverbinding. De KRW is hierin prioritair omdat deze specifiek gericht is op het verbeteren van de waterkwaliteit en de doelen het meest zullen overlappen met de doelstelling van een visverbinding.

Habitatkwaliteit voor vis

De huidige of te realiseren kwaliteit van het aan te koppelen gebied speelt een belangrijke rol. Voor succesvolle paai- en opgroeigebieden voor veel vissoorten zijn land-waterovergangen van belang, meer specifiek (onder)watervegetatie en oevervegetatie. Informatie over de volgende parameters is nodig (o.a. door raadplegen van GIS-data):

- **Het aantal strekkende meters natuurvriendelijke oevers (NVO's):** Deze bepalen voor een groot deel de aanwezigheid van voldoende variatie in water- en oevervegetatie langs een watergang. Er zijn verschillende gradaties van oevers die onder de noemer 'natuurvriendelijke oever' vallen, van flauwe oevers met volledige gradiënt van onderwater- tot oevervegetatie tot relatief harde oevers met een smalle plas-dras zone achter beschoeiing. Voor geschikt paai-, larvaal- en juveniel habitat van vis is voornamelijk van belang dat er ondiepe begroeide en daarmee beschutte zones zijn die via het water bereikbaar zijn.
- **Het totale oppervlak aan onderwatervegetatie ten opzichte van het totale wateroppervlak:** Onderwatervegetatie is naast oevervegetatie belangrijk voor één of meerdere levensfasen



van een aantal doelsoorten. Zie ook paragraaf 2.2.2 en paragraaf 3.2 van dit rapport. Er moet zowel oevervegetatie als onderwatervegetatie aanwezig zijn voor vis in een aan te verbinden gebied. Voor een goede land-waterovergang gaan we uit van ondiep water met onderwatervegetatie, helofyten/waterriet/overgromingsgras (grasland dat in het paaizeizoen onder water staat). Dit in verhouding 4:2:1, zie ook paragraaf 3.2 van dit rapport.

Naast vegetatie speelt natuurlijke **peildynamiek** een belangrijke rol voor de voortplanting van o.a. snoek. Natuurlijke dynamiek wil zeggen hoge peilen in de winter, onder invloed van regen en smeltwater, langzaam uitzakken van het peil in het voorjaar en lage peilen in de zomer. Natuurlijke peildynamiek is daarnaast ook heel belangrijk voor de productiviteit van een oever en ontwikkeling van waterriet. De aanwezigheid van natuurlijke peildynamiek bepaalt in sterke mate hoe geschikt een gebied is voor de doelsoorten.

Naast het kwantificeren van habitatkwaliteit in een gebied kan er worden gekeken naar **beoordelingen van de waterkwaliteit**. Gaat het om een KRW-water? Dan kunnen de KRW-factsheets worden geraadpleegd voor beoordelingen van waterplanten, macrofauna en vissen. Gebieden met een goede beoordeling kunnen worden geprioriteerd. Daarnaast zijn er manieren om kwalitatieve beoordelingen te doen. Dit kan door middel van *quickscans* (watersysteemanalyse met de ESF-methodiek, veldbezoek), visbemonstering of analyse van andere beschikbare data om meer te weten te komen van de biologische, chemische en fysisch-chemische waterkwaliteit:

- Kwaliteit watervegetatie/oevervegetatie;
- Kwaliteit macrofauna, vis;
- Chemische waterkwaliteit: toxische stoffen;
- Fysisch-chemische waterkwaliteit: waterdoorzicht, chloridegehalte, zuurstofgehalte, nutriëntengehaltes, etc.)

Waterschappen en Rijkswaterstaat meten op veel plekken de waterkwaliteit. Analyse daarvan heeft de voorkeur omdat er tussen KRW-beoordelingen van bijvoorbeeld waterplanten en vis niet altijd een directe correlatie is. Gericht habitatsgeschiktheidsonderzoek kan meer bruikbare informatie leveren. Als laatste is het aantrekken van (lokale) ecologische expertise bij de beoordeling van de natuurkwaliteit binnen en tussen gebieden essentieel.

Of het de investering waard is om een gebied te verbinden zal altijd locatie specifiek zijn en is een afweging van het oppervlak, de kwaliteit van het gebied en de kosten. Het hangt ook af van de doelstelling, een bepaald gebied kan voor een specifieke doelsoort van waarde zijn maar voor een andere doelsoort wellicht minder. Het is dus lastig om op voorhand een harde ondergrens of minimale kwaliteit of oppervlak te duiden.

4.2.4 Kwaliteit verbindingzone

De kwaliteit van een verbindingzone gaat over zowel bestaande verbindingen als nieuw aan te leggen gebieden. Met verbindingzone wordt bedoeld het aanwezige habitat direct voor en achter de vismigratievoorziening (dus zowel binnen- als buitendijks) waar vissen kunnen schuilen en foerageren voor en na passage van de vismigratievoorziening.

Er moet worden gekeken naar:

1. Hoeveelheid habitat dat al beschikbaar is in de directe nabijheid <500m;
2. Of extra kan worden toegevoegd.

Hoe deze verbindingzone er uit kan zien wordt verder behandeld in Hoofdstuk 5.



De aanwezigheid van kwalitatief goed habitat nabij een verbindingzone zorgt ervoor dat deze een aantrekkelijke werking heeft op vissen. Daarnaast kunnen uitgespoelde (juvenile) vissen schuilplekken en opgroei-plekken vinden wanneer ze door de visverbinding bewegen. Vooral bij wateren zoals kanalen en grote meren ontbreekt het vaak aan geschikt habitat voor juvenile vis die uitspoelen vanuit grote afwateringspunten.

Beoordelen habitatkwaliteit

Wanneer locaties tegen elkaar worden afgewogen kan een beoordeling worden gemaakt van het aanwezige habitat in de verbindingzone direct voor en achter de vismigratievoorziening.

Beoordeling kan worden gedaan op basis van de volgende elementen:

1. Aanwezigheid habitat aan beide zijden van de verbinding;
2. Kwaliteit en areaal habitat grenzend aan de verbinding (oeverlengte of areaal).

Vissen volgen vaak structuren, het is dus positief als er aan beide zijden van een vismigratievoorziening begeleidend habitat aanwezig is. De kwaliteit kan beoordeeld worden op basis van de aanwezigheid van ondiep water met onderwatervegetatie, helofyten/waterriet en overstromingsgrasland in verhouding 4:2:1, zie ook paragraaf 3.2 van dit rapport.

Beoordelen ruimte

Daarnaast speelt de beschikbare ruimte in nabijheid van de vismigratievoorziening een rol. Wanneer er veel ruimte is om (extra) habitat bij de verbindingzone aan te leggen, verdient dit een hogere beoordeling dan wanneer dit niet het geval is.

4.2.5 Visaanbod

Het belang van bestaande uitwisselingspunten en visaanbod is beschreven in hoofdstuk 3. Voor het beoordelen van locaties is het van belang een beeld te hebben van het visaanbod op de locaties. Locaties met een hoog aanbod aan vissen die gemotiveerd zijn te migreren worden hoger beoordeeld dan locaties waar geen of weinig aanbod is. In sommige gevallen is er al onderzoek uitgevoerd naar het aanbod van migrerende vis, vaak is het echter anekdotisch van aard. Bijvoorbeeld visuele waarneming van migrerende vissen of de aanwezigheid van veel visetende vogels in het voorjaar of najaar. Vaak is er geen informatie beschikbaar, in dat geval is het raadzaam gericht onderzoek uit te voeren naar het visaanbod ten behoeve van de beoordeling. De onderzoekskosten zijn vaak verwaarloosbaar ten opzichte van de realisatiekosten van een visverbinding terwijl het wel of niet aanwezig zijn van gemotiveerde migrerende vissen doorslaggevend is voor het effect van een maatregel. Ook kan door slim malen/beheer van kunstwerken het visaanbod worden vergroot op de locatie, dit kan eventueel worden meegenomen in het onderzoek zodat verschillende beheeropties kunnen worden getest. Bij een geheel nieuwe verbinding die niet aansluit op bestaande uitwateringspunten of bij een geheel nieuw aan te leggen en aan te koppelen water mag verwacht worden dat het visaanbod even de tijd nodig heeft om zich te ontwikkelen (afhankelijk van visbestand en locatie, maar denk in periode van jaren).

4.2.6 Beleid, wetgeving en omgeving

Op basis van de functietoekenning is het mogelijk om locaties/gebieden te prioriteren. Gebieden met een KRW, Natura2000 of PAGW-doelstelling hebben een hogere potentie als kwalitatief goed leefgebied voor vis dan gebieden zonder specifieke doelstelling. De visstand is een belangrijke indicator voor de KRW-doelen, waarvoor speciale maatregelen zijn ontwikkeld. Natura2000 instandhoudingsdoelen zijn veelal gericht op andere diersoorten, met name vogels, en daar dient een goede visstand vooral als voedselbron. Voorbeelden van voedselbronnen voor vogels zijn spiering of andere kleine/jonge vissoorten. Sommige omgevingsaspecten kunnen beperkend zijn voor het realiseren van visverbindingen. Gedacht kan worden aan aspecten als



- eigendomssituatie;
- archeologie en monumenten;
- plannen van derden;
- obstakels (onder- en bovengrond);
- huidig of historisch landgebruik (voedselrijke bemeste grond);
- beeldkwaliteit;
- natuurwaarden.

Een omgevingsscan is nodig om een scherp beeld te krijgen van de invloed van de omgeving en geldende wet- en regelgeving op de mogelijke beperkingen voor een verbindingszone en kwalitatief goed leefgebied voor vis.

4.3 Prioriteringsmethode MCA

De beschrijving van de parameters in voorgaande paragraaf is voornamelijk kwalitatief van aard. Ecologische processen en parameters zijn vaak niet in harde grenzen te vatten en daarbij ook per locaties en doelsoort(en) verschillend. Het afwegen van locaties kan daarom het beste worden gedaan door ze ten opzichte van elkaar te scoren. Een Multi Criteria Analyse (MCA) leent zich daar het beste voor, waarbij verschillende potentiële locaties ten opzichte van elkaar worden getoetst en gerangschikt op basis van de gewogen totaalscore.

De locaties worden ten opzichte van elkaar beoordeeld, in onderstaande voorbeeld zijn er 6 locaties waardoor de scores van 1 t/m 6 lopen (zie Tabel 4-2). 6 wil zeggen dat een locaties ten opzichte van de andere locaties op het betreffende criterium het beste scoort en 1 het laagste. Een alternatief kan zijn om de verschillende criteria per locatie te beoordelen met een ++, +, 0, - of --, waarbij wel helder moet zijn beschreven waarom een bepaalde locatie voor criteria X een bepaalde score krijgt (++, +, 0, - of --). Niet alle criteria lenen zich even goed voor deze beoordelingsmethode, het wege van de locaties ten opzichte van elkaar is het eenvoudigst.

Daarnaast kunnen wegingsfactoren worden toegevoegd. Bijvoorbeeld de criteria “Kwaliteit leefgebied” en “Visaanbod” krijgen een **wegingsfactor 2** omdat deze aspecten grotendeels bepalen hoe succesvol een visverbinding zal zijn. Daarnaast kunnen er **knock-out criteria** worden vastgesteld: Bij het ontbreken van bijvoorbeeld visaanbod of onmogelijkheden in beleid, wetgeving en regelgeving valt een locatie per definitie af. Wanneer op deze criteria een score van 1 of 2 wordt gescoord worden de betreffende locaties buiten beschouwing gelaten. Een voorbeeld van een ingevulde MCA-matrix staat hieronder. In dit fictieve voorbeeld vallen locaties 1, 2, 4 en 5 af omdat ze een score 1 en/of 2 hebben gekregen op de *knock out* criteria. De resterende locaties worden op basis van de gewogen score als volgt geprioriteerd: 3, 6.



Tabel 4-2. Matrix om tot een voorkeurslocatie te komen op basis van de multi criteria analyse (fictief ingevuld).

Criteria	Locatie						Knock-out criteria	Wegingsfactor
	1	2	3	4	5	6		
Technische mogelijkheden	6	5	3	2	1	4		1
Grootte leefgebied	4	5	6	1	2	3		1
Kwaliteit leefgebied	4	5	6	1	2	3	x	2
Kwaliteit verbindingzone	1	2	3	4	5	6		1
Visaanbod	4	2	1	5	6	3		2
Beleid, wetgeving, regelgeving	2	1	6	3	4	5	x	1
Kosten	1	2	1	5	6	2		
Gewogen totaalscore	30	29	33	27	34	32		
Voorkeursvolgorde	4*	5*	2	6*	1*	3		

*Let op: De voorkeursvolgorde op basis van de ranking, echter door knock-out criteria vallen mogelijk sommige voorkeuren toch nog af.

De beschreven criteria zijn overigens richtinggevend, afhankelijk van het project kunnen criteria gewijzigd of toegevoegd worden.

5 Type voorziening & ontwerpeisen

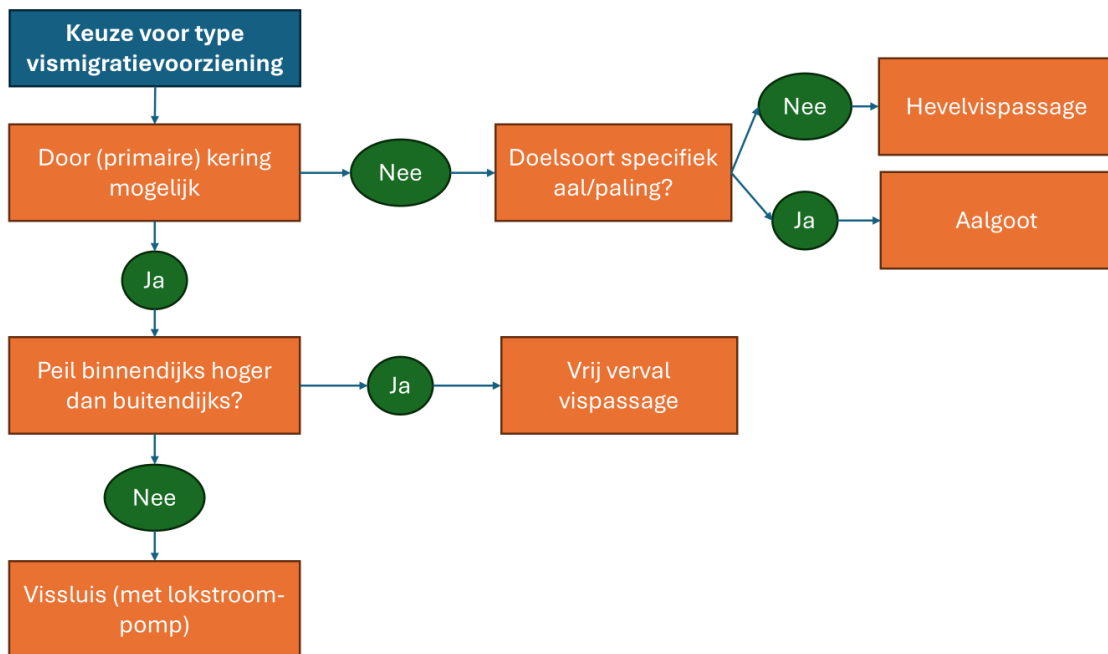
In het voorgaande hoofdstuk is een afweging gemaakt voor een locatie. In dit hoofdstuk worden handvatten gegeven voor de keuze van het type vismigratievoorziening, de bijbehorende concrete ontwerpeisen op die locatie en het inrichten van de verbindingzone.

5.1 Keuze voor type vismigratievoorziening

In hoofdstuk 2 zijn de verschillende typen vismigratievoorzieningen toegelicht. De voorzieningen zijn globaal in te delen naar zes categorieën:

- Aalgoten
- Aangepast beheer van bestaande kunstwerken – gemalen
- Aangepast beheer van bestaande kunstwerken – schutsluizen
- Vishevels
- Vissluizen
- Vispassages met vrij verval

Mits goed ontworpen, aangelegd en onderhouden, kunnen deze verschillende typen allemaal goed functioneren. Maar welk type kies je in welke situatie? Los van locatie- en projectspecifieke eisen zijn er omstandigheden waardoor bepaalde typen afvallen of juist in aanmerking komen. Om de keuze te ondersteunen is onderstaand afwegingsschema samengesteld (Figuur 5-1).



Figuur 5-1. Schematisch overzicht keuze voor een type vismigratievoorziening.

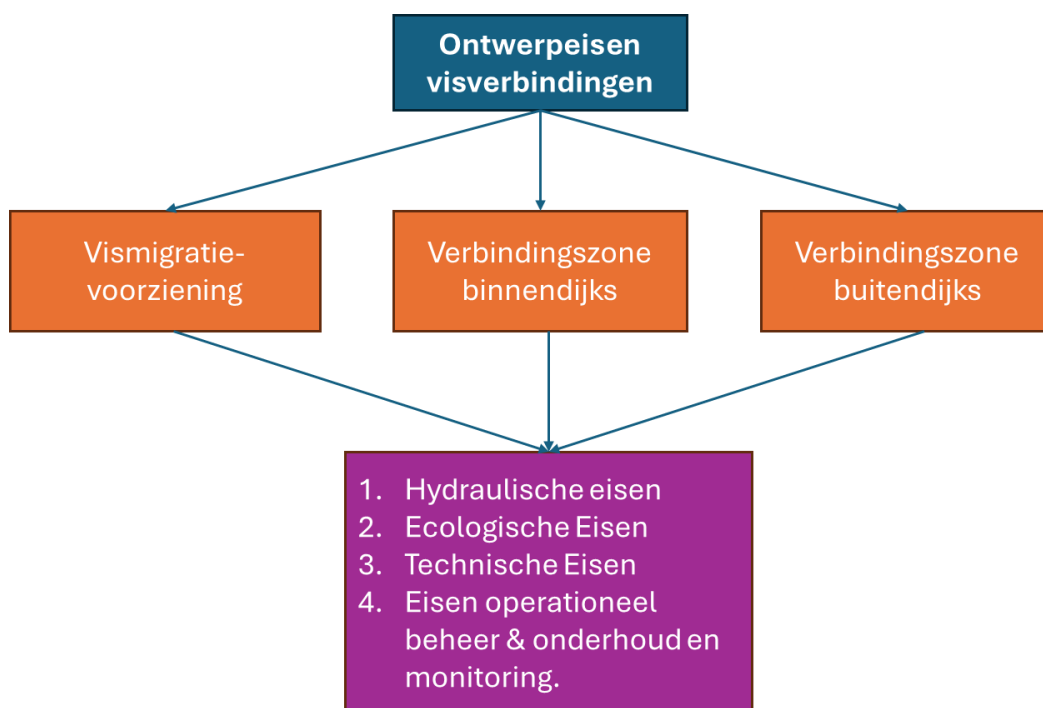
Daarnaast zijn bij het maken van een keuze de volgende vragen relevant:

- Welke vissoorten betreft het en wat is de grootte van de doelsoorten?
- Is de migratiebehoefte van de doelsoorten periodiek of gedurende het gehele jaar?
- Wat is het budget voor aanleg en onderhoud?

- Hoe groot is het peilverschil?
- Is er voldoende debiet beschikbaar?
- Is tweezijdige migratie gewenst en mogelijk? M.a.w.: wanneer intrek wordt gefaciliteerd, kan de vis er ook weer veilig uit? Een opmerking daarbij is dat een visveilig gemaal kan werken voor paling maar wel een barrière kan vormen voor veel schubvissoorten.

Bovenstaande lijst is niet uitputtend. Locatie- en project-specifieke eisen kunnen de keuze voor een bepaald type voorziening beïnvloeden. Het is daarom aan te raden om voor iedere voorziening een programma van eisen op te stellen in overleg met alle stakeholders. Vismigratievoorzieningen zijn altijd maatwerk. Standaardoplossingen die zonder kennis van zaken kunnen worden aangelegd zijn niet van toepassing. Wanneer meerdere typen vismigratievoorzieningen toepasbaar zijn op een locatie kan een keuze worden gemaakt d.m.v. de eerdergenoemde MCA-methoden (paragraaf 4.3). Criteria zijn dan bijvoorbeeld: Vismigratie efficiëntie – intrek, vismigratie efficiëntie – uittrek, kosten aanleg, kosten beheer, belevingswaarde, ruimtelijke inpassing, hoogwaterveiligheid, peilbeheer etc. De criteria kunnen variëren per locatie, ook kunnen criteria zwaarder wegen door een wegingsfactor toe te voegen.

De hydraulische, ecologische en technische ontwerpisen zijn in de basis gelijk voor de verschillende categorieën vismigratievoorzieningen. Deze eisen zijn namelijk gebaseerd op de zwemcapaciteiten (hydraulische ontwerpisen), migratiegedrag en -periode (ecologische ontwerpisen) en fysieke randvoorwaarden voor veilige migratie (technische ontwerpisen). Deze ontwerpisen zijn samengevat in Figuur 5-2 en worden in onderstaande paragrafen toegelicht.



Figuur 5-2: Overzichtsschema ontwerpisen visverbindingen.

5.2 Ontwerpisen vismigratievoorziening

Met de vismigratievoorziening wordt de daadwerkelijke verbinding door de dijk of langs een barrière bedoeld. Vaak gaat het hierbij om een vispassage (zie ook Figuur 3-8). De ontwerpisen voor de



vismigratievoorzieningen zijn gebaseerd op ervaring en literatuur, maar het is noodzakelijk om een ecooloog te betrekken bij het ontwerp van een vismigratievoorziening om te toetsen of een gekozen oplossing past bij de doelsoorten en lokale omstandigheden. Elke locatie en elk project is namelijk uniek. Onderstaande tabel (Tabel 5-1) geeft een overzicht van de ontwerpisen die in de volgende paragrafen nader worden toegelicht.

Tabel 5-1. Categorisering ontwerpisen vismigratievoorziening

Categorisering ontwerpisen vismigratievoorziening		
Doel:	Vismigratie van A naar B faciliteren	
Hydraulische ontwerpisen § 5.2.1	Attractie-efficiëntie (lokstroom)	Bestaand afwateringspunt
		Omleggen afwatering
		Water inlaten en weer uitmalen (lokaal of inlaatpunt op afstand)
	Passage-efficiëntie	Stroomsnelheid
		Debiet
		Peilverschil
Ecologische ontwerpisen §5.2.2	Frequentie van werking voorziening	
	Werkingsduur van voorziening	
	Timing (seizoenen en dag-nacht ritme)	
Technische ontwerpisen §5.2.3	Dimensies doorzwemopeningen	
	Optredende drukverschillen	
	Visbescherming - Geen scherpe/ haakse hoeken, visveilige (lokstroom)pompen, geen terugslagkleppen etc.	
	Inpassing - Aansluiting op waterbodem, plaatsing ingang t.o.v. wateroppervlak etc.	
	Aansluiting op te passeren obstakel.	

5.2.1 Hydraulische ontwerpisen

De efficiëntie van een vismigratievoorziening wordt bepaald door:

- Attractie-efficiëntie: hoeveel vissen die gemotiveerd zijn te migreren kunnen de ingang lokaliseren;
- Passage-efficiëntie: hoeveel vissen die de ingang vinden passeren daadwerkelijk de vispassage.

Deze twee efficiëntieparameters hangt grotendeels samen met hydraulische omstandigheden. Vissen gebruiken onder andere 'homing' (navigatie m.b.v. als het ware natuurlijke GPS), doormiddel van het waarnemen van een andere waterkwaliteit of van feromonen van soortgenoten bovenstrooms. Eenmaal aangekomen bij een intrekpunt bepalen de hydraulische omstandigheden of vissen fysiek in staat zijn het obstakel te passeren.

Attractie-efficiëntie

De attractie-efficiëntie van de lokstroom wordt in grote mate bepaald door de duur en frequentie van de lokstroom, hier over meer in paragraaf 5.2.2. Hydraulisch zijn de volgende ontwerpisen van toepassing:

- Maak zoveel mogelijk gebruik van bestaande wateruitwisselingspunten. Lokstromen die al lang bestaan zijn over het algemeen effectief en hebben veelal een bestaand visaanbod (zie beoordeling locaties hoofdstuk 4).



- Gebruik water met andere fysisch-chemische eigenschappen dan het hoofdwater, wanneer er geen bestaand wateruitwisselingspunt is op de doellocatie is. Dit kan worden gerealiseerd door water uit het achterliggende gebied te benutten of door water in te laten, door een binnendijks water te laten stromen en na enige tijd weer te benutten als lokstroom (zie Figuur 4-2).
- Het minimale debiet om een vispassage te laten werken is over het algemeen 50 l/s; de meeste vispassages functioneren hydraulisch goed met 100-200 l/s. Op bijvoorbeeld IJsselmeerschaal is dit debiet zeer gering. Om de aantrekkende werking te verhogen kan gewerkt worden met een extra lokstroomleiding om het debiet te verhogen naar bijvoorbeeld 1.000-2.000 l/s. Bij aansluiting op een wateruitwisselingspunt, zoals een gemaal, dan dient de lokstroomcapaciteit zoveel als mogelijk in verhouding te staan tot de uitstroom. Als vuistregel in stromende wateren wordt aangehouden dat de lokstroom capaciteit ca. 5-10% bedraagt van de hoofdstroom. Dit is bij een gemaal meestal niet haalbaar vanwege de dimensies die er dan nodig zijn om grote debieten te realiseren. Bovendien draaien gemalen maar een heel beperkt percentage van de tijd. Bovendien kan het gemaalbeheer worden afgestemd op de vispassage (zogenaamd 'slim malen'). Dit betekent dat de vispassage vooral dient te werken direct na bemaling, op de momenten dat het gemaal niet in bedrijf is of op een lager toerental draait. Het aanbieden van een lokstroom op het juiste moment op de juiste plek is van veel groter belang dan het gegenereerde debiet
- Houd bij het ontwerp van de lokstroomsnelheid rekening met de zwemcapaciteiten van de zwakste doelsoorten. Bijvoorbeeld: glasaal kan geringe stroomsnelheden actief zwemmend passeren: sprint-capaciteit 0,4 tot 0,5 m/s, duurzwevermogen is circa 0,2 tot 0,3 m/s. De volwassen anadrome stekelbaars heeft, door zijn beperkte lengte, een sprintsnelheid van 0,6 m/s en een duurzwevermogen van 0,2 tot 0,3 m/s. 0,2 m/s is tevens de minimale stroomsnelheid die veel soorten kunnen waarnemen (rheotaxis). Het is van belang te kunnen variëren na realisatie, kies daarom een maximale stroomsnelheid voor de lokstroom en toer deze desgewenst af. Op die manier kan aan de hand van monitoring het beheer van een voorziening worden geoptimaliseerd.
- Hydraulische eisen verschillen per doelsoort maar zijn ook afhankelijk van temperatuur.

Passage-efficiëntie

Passage-efficiëntie is het aandeel vissen dat daadwerkelijk de obstakels (zoals gemalen, stuwen) passeert en de snelheid waarmee dit gebeurt. De hydraulische ontwerpisen spelen een belangrijke rol bij de passage-efficiëntie en hangen samen met het gedrag van de doelsoorten. Een voorziening is effectief als zo veel mogelijk vissen die gemotiveerd zijn om te migreren, het daadwerkelijk lukt om zonder onoverkomelijk verlies van tijd en energie te passeren. Dit kan worden aangetoond door bijvoorbeeld een passagecheck met merk en terugvangst. In de praktijk blijkt dat veel vismigratievoorzieningen die goed functioneren ca. 60% van het visaanbod laten passeren (Hershey et al, 2021). Een vismigratievoorziening houdt altijd barrièrewerking en is dus nooit een 100% functionerende oplossing.

Om een zo hoog mogelijke passage-efficiëntie te bereiken moeten voorzieningen inspelen op het gedrag en de zwemcapaciteiten van de doelsoorten. Voor de in paragraaf 2.1.4 geselecteerde doelsoorten zijn literatuurwaarden opgenomen voor de sprintsnelheid en kruissnelheid (Tabel 5-2). De hier genoemde waarden zijn indicatief en worden mede bepaald door watertemperatuur en lichaamsgrootte/levensstadium. In de bijlage 2 is per soort ook een nog een gemiddelde kruissnelheid en sprintsnelheid opgenomen op basis van deze en andere literatuur.



Tabel 5-2. Zwemsnelheden van een aantal visdoelsoorten

Doelsoort	Sprintsnelheid (cm/s)	Kruisnelheid (cm/s)	Referenties
Aal (adult)	145 ⁽⁵⁾ , 170 ⁽⁶⁾ , 100 ⁽¹²⁾		1. Tudorache, 2007
Glasaal	40 ⁽⁴⁾ , 50 ⁽⁵⁾ , 50 ⁽¹²⁾	20 ⁽⁵⁾	8. Lemmers e.a. 2017)
Baars	80 ⁽¹⁾ , 145 ⁽¹²⁾		2. Hartgers, 2001
Bittervoorn	-	-	
Blankvoorn	30-40 ⁽¹⁰⁾ , 28 -100 ⁽¹⁾ , 210-450 ⁽¹²⁾		3. Kemper, 2000
Brasem	40-80 ⁽⁸⁾ , 80 ⁽⁹⁾ , 90 -100 ⁽¹²⁾		4. Sørensen, 1951
Driedoornige stekelbaars anadroom	80 ⁽¹⁾ , 30 ⁽²⁾	43 ⁽¹⁾	5. Solomon & Beach, 2004)
Driedoornige stekelbaars onbepaald	30-150 ⁽³⁾ , 150 ⁽¹²⁾		6. Tesch, 1974
Driedoornige stekelbaars zoetwater	58 ⁽¹⁾	36 ⁽¹⁾	7. Froese & Pauly, 2004)
Pos	15-30 ⁽¹¹⁾ , 130 ⁽¹²⁾		9. Riemersma & Quak, 1991
Ruisvoorn	174 ⁽¹²⁾		10. Videler, 1993
Snoek	140-280 ⁽⁷⁾ , 300 - 690 ⁽¹²⁾	44 ⁽⁷⁾	11. de Boer & Kroes, 2013
Snoekbaars	-	-	12. Kroes & Monden, 2005

Op basis van bovenstaande literatuurwaarden kunnen we vervolgens concluderen dat de stroomsnelheid over langere afstanden (o.a. in lange verbindingsdikers/-leidingen) ca. 0,2-0,4 m/s mag zijn (kruisnelheid doelsoorten). De maximale stroomsnelheden in doorzwemopeningen over korte afstanden mag maximaal 0,4 m/s voor o.a. glasaal bedragen en 0,8 tot 1,0 m/s voor grotere vissen (sprintsnelheid doelsoorten). Opmerking hierbij is dat literatuurbronnen verschillende waarden geven maar gemiddeld lijken deze waarden passend te zijn voor de doelsoorten. Turbulentie in de kamers/bekken mag maximaal 100 W/m² bedragen (Kroes en Monden, 2005; DWA 2014).

5.2.2 Ecologische Ontwerpeisen vismigratievoorziening

De ecologische ontwerpeisen zijn vooral gericht op de timing, duur en frequentie van passeerbaarheid. In onderstaande Tabel 5-3 zijn gegevens samengevat per doelsoort.

Tabel 5-3 Migratie gegevens van een aantal te verwachten soorten in stagnante (grote) wateren. Naar: Kroes & Monden, 2005; Klein Breteler & Kranenbarg, 2000

Vissoort	Migratie type	Paai migratie maand	Opgroeimaanden larve/juvenielen	Migratie tijdstip	Positie waterkolom
Aal (juвениel)	katadroom	2-5		geen voorkeur	pelagisch
Aal (adult)	katadroom	6-10		geen voorkeur	benthisch
Baars	lokaal/regionaal	3-4	5-10	dag	pelagisch/ demersaal
Bittervoorn	lokaal	4-6	6-10		pelagisch/ demersaal
Blankvoorn	lokaal/regionaal	4-5	6-10	dag	pelagisch
Brasem	lokaal/regionaal	4-6	5-9	nacht	pelagisch/ demersaal
Driedoornige stekelbaars	anadroom	4-6	5-8	dag	pelagisch/ demersaal



Karper	lokaal/regionaal	4-6	5-11		pelagisch/ demersaal
Kolblei	lokaal	5-6	6-9	geen voorkeur	pelagisch/ demersaal
Kwabaal	lokaal/regionaal	11-2	2-5		demersaal
Pos	lokaal	3-5			demersaal
Ruisvoorn	lokaal	4-5	6-10	geen voorkeur	pelagisch
Snoek	lokaal/regionaal	2-4	4-12	geen voorkeur	pelagisch/ demersaal
Snoekbaars	lokaal/regionaal	4-5	5-10		pelagisch/ demersaal
Spiering	anadroom	3-4	5-6		pelagisch
Vetje	lokaal	4-6	6-10		pelagisch
Zeelt	lokaal	5-8	6-10	nacht	pelagisch/ demersaal

De meeste vissoorten migreren jaarrond, met pieken in het voorjaar (paai), zomer (dispersie van juveniele vis) en najaar (overwintering). Daarom moet een vismigratievoorziening idealiter continu beschikbaar zijn. Ook dag- en nachtritmes zijn van belang; sommige soorten migreren uitsluitend 's nachts, andere overdag. De voorziening moet geschikt zijn voor alle relevante vissoorten en lengteklassen. Dit betekent dat zowel bodemgebonden als pelagisch zwemmende vissen toegang moeten hebben. De doorgang moet bovendien in beide richtingen bruikbaar zijn, zodat zowel intrek als uittrek gefaciliteerd wordt.

De belangrijkste ecologische eisen voor een vismigratie voorziening zijn (Schiphouwer e.a 2022b):

- Voor alle gekozen doelsoorten per gebied, moeten alle lengteklasse kunnen migreren;
- De passage moet jaarrond beschikbaar zijn (24/7), bij voorkeur gelijktijdig voor in- en uittrek;
- Timing moet aansluiten op seizoenen (met name piekmigratie) en dag-nachtritmes;
- De passage moet een groot deel van het visaanbod faciliteren.

Daarnaast zijn er ecologische aspecten die in andere paragrafen worden behandeld:

- De openingen moeten voor zowel oppervlaktezwemmers als bodemzwemmers toegankelijk zijn (zie Tabel 5-3).
- Inrichting van de aan- en uitzwemzone moet aantrekkelijk zijn voor vissen (zie paragraaf 3.5.2).

5.2.3 Technische Ontwerpeisen vismigratievoorziening

De technische ontwerpeisen richten zich op toegankelijke en veilige doorgang.

Groote doorzwemopeningen

De diameter van de doorzwemopeningen is afhankelijk van de doelvissoorten. Voor grotere vissoorten als brasem en snoek zijn deze eisen kritischer.

- Bij voorkeur wanneer mogelijk 0,5 m voor grote soorten zoals brasem en snoek;
- Minimaal 0,2 m voor kleinere soorten zoals glasaal en stekelbaars.

Drukverschillen

De vispassage mag geen grote drukverschillen hebben (zie ook paragraaf 3.5.2). In hevels zal dit onvermijdelijk zijn. Over het algemeen is een drukverschil van **0,4 atm.** nog acceptabel en kan er bij een drukverschil vanaf **0,5 atm.** sterfte optreden (praktijkervaring M. Kroes, niet gepubliceerd).

Visbescherming

Eventuele lokstroompompen moeten visveilig te zijn. Hiervoor geldt:

- De inzuigstroom moet minstens 10 m verwijderd zijn van de vismigratieroute;

- De visveiligheid van de gemalen moet geoptimaliseerd worden, zodat uittrek via de gemaalpompe veiliger wordt en het gemaal tweezijdig passeerbaar is.
 - Vermijd traditionele terugslagkleppen;
 - Haakse bochten en ruwe wanden moeten worden vermeden om de kans op schade door schuren of botsen in de leiding te minimaliseren. Sponningen, schuiven, wanden etc. worden voorzien van afgeronde hoeken.

Inpassing

De plaatsing van de ingang van de vispassage (uitstroomvoorziening) is cruciaal. Deze dient zo dicht mogelijk bij het uitwateringspunt van een kunstwerk te liggen, maar niet in turbulente zones of zones waar hoge (>1,0 m/s) stroomsnelheden heersen. De meest optimale locatie voor de ingang van de vispassage in stromende wateren is de zogenaamde 'migratielimietzone' (Riemersma, 1994). Deze (denkbeeldige) lijn geeft de afstand vanaf een kunstwerk aan tot waar stroomopwaarts migrerende vis zal (kunnen) zwemmen. Vanaf die lijn gaan vissen op zoek naar een alternatieve doortrekroute. De ligging van de migratielimietlijn verschilt per soort en is afhankelijk van het debiet. Aangezien de stroomsnelheid in het midden van de stroom hoger is dan aan de oevers, heeft de migratielimietlijn meestal een zekere bolling. Vissen kunnen het kunstwerk dichter benaderen aan de oever en zullen zich daar dan ook verzamelen. De uitstroomvoorziening moet daarom langs de oever geplaatst worden. Door de uitstroomvoorziening aan de rand van het stortbed te plaatsen, wordt voorkomen dat de vispassage uitmondt voorbij de migratielimietlijn. Bij gemalen is de situatie anders dan voor stuwen in stromende wateren. Een migratielimietlijn is bij gemalen alleen van toepassing wanneer het gemaal in bedrijf is. Afhankelijk van de werking van de vispassage (tijdens bemaling of na bemaling) kan de optimale positie van de ingang dus per locatie verschillen.

Voor vissoorten die over de bodem migreren is het van groot belang dat de overgang van de bodem van de watergang naar de ingang van de vispassage zo geleidelijk mogelijk verloopt. Voor deze soorten is het daarnaast van belang dat zij de vispassage via de bodem kunnen passeren (ook de bodem in de vispassage loopt geleidelijk op). De bodem van de watergang dient dan ook aan te sluiten op de bodem van de vispassage. In de gehele vispassage wordt een bodembedekking met grove stenen aangebracht om de stroomsnelheid bij de bodem te reduceren en passage van bodemgebonden vissoorten mogelijk te maken. Voor pelagisch migrerende soorten zoals (glas)aal is dit minder van belang. Afhankelijk van de doelsoorten dient hier rekening mee te worden gehouden.

In het kort geldt voor de inpassing:

- De ingang moet liggen in de zogenaamde migratielimietzone, bij voorkeur langs de oever en niet in zones met hoge stroomsnelheden;
- Voor bodemtrekkende soorten moet de bodem naadloos aansluiten op de vispassage;
- Gebruik van grove stenen op de bodem is wenselijk voor luwte en grip.

Te passeren obstakel

Te passeren knelpunten betreffen o.a. gemalen, sluisen, stuwen en dijken. De oplossingsrichting voor een vismigratievoorziening moet hierop worden afgestemd zoals beschreven in paragraaf 5.1. In alle gevallen betreft het maatwerk v.w.b. type voorziening en inpassing.

5.3 Ontwerpeisen verbindingzone binnen- en buitendijks

Ook voor het inrichten van de verbindingzone binnen- en buitendijks gelden ontwerpeisen die ingedeeld kunnen worden middels het schema in figuur 5-1. De focus ligt in onderstaande toelichting met name op de ecologische ontwerpeisen.



5.3.1 Ecologische ontwerpeisen verbindingzone binnen- en buitendijks

De verbindingzone is het gebied rond de migratievoorziening dat vissen begeleidt, aantrekt en beschutting biedt (zie ook Figuur 3-8, onderdelen van de verbindingzone als geheel).

De verbindingzone rondom de migratievoorziening dient te worden ingericht om twee doelen te dienen:

1. **Schuilgelegenheid, voedsel en paaivoorziening** voor vis aan de aanbodzijde van grote water, maar ook voor uitgespoelde en net gemigreerde (juvenile) vissen.
2. **Het verhogen van de attractie efficiëntie** door aanlokkende werking van het habitat. Dit geldt voor beide zijden van de verbindingzone

De ontwerpeisen voor de verbindingzones zijn gebaseerd op ervaring en literatuur, maar het is noodzakelijk om bij het ontwerp van een verbindingzone een ecooloog te betrekken. Elke locatie en project is namelijk uniek. Tabel 5-4 geeft een overzicht van de ontwerpeisen die onderstaand nader worden toegelicht.

Tabel 5-4. Overzicht ontwerpeisen verbindingzones binnen- en buitendijks

Categorisering ontwerpeisen verbindingzones binnen- en buitendijks		
Doel:	Paai-, schuil- en foerageergelegenheid in nabijheid van de vismigratievoorziening	
Ontwerpeisen verbindingzones	In te richten habitat	Lijnvormig – in geval van kanalen en sloten
		Areaal – in geval van open water
	Luwte creëren - vooroevers, ondieptes, palenrijen etc.	
	Minimaal benodigd oppervlak	

Habitatinrichting

Voor een hoogwaardige verbindingzone is minimaal 500 m² aan in te richten habitat vereist, waar doortrekkende vissen voldoende schuil- en foerageergelegenheid hebben. Het gaat hier om ondiep water met onderwatervegetatie, helofyten/waterriet en overstromingsgrasland (grasland dat in het paaiseizoen onder water staat, hiervoor is natuurlijke peildynamiek nodig). Dit in verhouding van respectievelijk 4:2:1 (zie ook paragraaf 3.2). Daarnaast zorgt het toevoegen van structuren zoals dood hout/vissenbos voor jaarronde bescherming wanneer de planten zijn afgestorven.

In lijnvormige wateren of diepe wateren kan dit habitat worden geïntegreerd met natuurvriendelijke oevers. Om 500 m² habitat aan te leggen kan bijvoorbeeld tweezijdig van het te passeren knelpunt 50m natuurvriendelijke oever worden aangelegd welke 5 meter breed is (natte zone) met onderwatertalud 1:5. Deze kan bestaan uit 1/3^e waterriet en 2/3^e drijfblad en/of ondergedoken vegetatie. In sommige wateren is het lastig om ondergedoken vegetatie te laten ontwikkelen, bijvoorbeeld vanwege het lichtklimaat, nutriëntenbelasting of andere factoren. De ESF methodiek van Stowa kan handvatten bieden om in te schatten of het ontstaan van submerse vegetatie realistisch is en aan welke systeemknoppen eventueel gedraaid kan worden. Daarnaast kan het inlaten van gebiedsvreemd water tot een toename van de nutriëntenconcentratie, maatwerk per locatie is nodig om te kijken naar geschikt peil/waterbeheer.

Ten slotte kunnen in de nabijheid van de te passeren knelpunt ook vlakvormige habitats worden aangelegd in open water. Dit zijn bijvoorbeeld windwadden (markerwadden) in grote meren of een paaibaai (een afgegraven weiland om plas-dras zone te creëren die zomer en winter onder water staat) voor polders.



Luwte creëren

Het creëren van luwte is van groot belang in verbindingszones waar bijvoorbeeld sprake is van scheepvaart, zoals in meren of kanalen, of op wateren met een lange strijklengte. Onafhankelijk van het type habitat dat wordt ingericht, kunnen diverse beschermingsconstructies worden toegepast om beschutting te realiseren voor de habitatmaatregelen. Voorbeelden hiervan zijn strekdammen van stortsteen, ondieptes of vooroevers met wiepen en palenrijen.

Een bijkomend voordeel van een dergelijke luwtezone is dat deze functioneert als buffergebied. Binnen deze zone kunnen vissen zich verder ontwikkelen en wordt het aangevoerde organisch materiaal en de nutriënten effectief opgenomen in het lokale voedselweb. Dit bevordert de ecologische productiviteit ter plaatse. Zonder een dergelijke beschutte zone verdwijnen vissen en voedingsstoffen sneller naar open water, waar ze minder goed worden opgenomen in het voedselweb (Noordhuis & Vonk, 2022).

5.4 Ontwerpeisen operationeel beheer en onderhoud en monitoring

Bij het ontwerp van vismigratievoorzieningen en ecologische verbindingszones voor vissen, zowel binnen- als buitendijks, worden specifieke eisen gesteld vanuit het operationeel beheer, onderhoud en ten behoeve van monitoring.

Een belangrijke voorwaarde is dat de regeling van een vismigratievoorziening eenvoudig aanpasbaar moet zijn. Beheerders moeten de mogelijkheid hebben om op basis van nieuwe ecologische of technische inzichten instellingen of parameters te wijzigen zonder ingrijpende technische aanpassingen. Dit maakt adaptief beheer mogelijk en vergroot de effectiviteit van de voorziening op de lange termijn.

Daarnaast is het van belang dat de werking van de vispassage aansluit op de maalmomenten (het actief lozen van water via gemalen). Meest optimaal is om een vispassage in werking te hebben wanneer het gemaal draait en een aantal uren na bemaling. Dit zijn de momenten waarop de meeste visbewegingen (migratie) wordt verwacht. Wanneer er langdurige periodes zonder bemaling zijn is het van belang de vispassage dagelijks in bedrijf te stellen, bij voorkeur in de ochtend- en avondschemering, met name in het paaimigratie seizoen (februari-juni).

Om goed onderhoud en betrouwbare monitoring mogelijk te maken, worden in het ontwerp sponningen en andere bevestigingspunten opgenomen. Deze voorzieningen maken het mogelijk om eenvoudig meetapparatuur, vangconstructies of tijdelijke afsluitingen te installeren ten behoeve van onderzoek en inspectie. Hierdoor kunnen gegevens worden verzameld over het functioneren van de voorziening en het gedrag van vissen, wat belangrijk is voor evaluatie en optimalisatie.

Bovendien moet het ontwerp rekening houden met de toegankelijkheid voor onderhoudspersoneel. Onderhoud moet veilig, snel en doelmatig uitgevoerd kunnen worden. Dit vraagt om heldere inrichting, bereikbaarheid en veilige werkplekken. Regelmatig onderhoud is noodzakelijk om verstoppingen, beschadigingen of slijtage te voorkomen en om de werking van de voorziening te waarborgen.

Een integrale samenwerking tussen waterbeheerders, ecologen, technici en onderzoekers is essentieel om de systemen goed te laten functioneren. Alleen met een doordacht ontwerp dat ook beheer en monitoring faciliteert, kunnen vismigratievoorzieningen op lange termijn bijdragen aan gezonde vispopulaties en een robuust ecologisch netwerk.



6 Aanbevelingen en aandachtspunten

Bij het realiseren van vismigratievoorzieningen en bijbehorende verbindingzones komen diverse technische, ecologische en organisatorische vraagstukken kijken. Op basis van opgedane kennis en praktijkervaring uit bestaande projecten zijn hieronder belangrijke aanbevelingen en aandachtspunten geformuleerd die relevant zijn voor de verdere uitwerking, implementatie en het beheer van visverbindingen. Deze aandachtspunten verdienen nadrukkelijk een plaats in de planvorming, uitvoering en monitoring van toekomstige maatregelen. Het gaat onder meer om de volgende aspecten:

- **Zorg voor goed beheer en onderhoud** van zowel de vismigratievoorzieningen als de omliggende ecologische verbindingzones. Alleen met regelmatige inspecties en onderhoud blijven voorzieningen functioneel en effectief voor migrerende soorten.
- **Houd rekening met de inzet van gebiedsvreemd water**, bijvoorbeeld wanneer dit wordt gebruikt om een lokstroom te genereren. Hoewel dit de migratie kan bevorderen, kan het ook nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit en het functioneren van ecosystemen. Een zorgvuldige beoordeling is hierbij noodzakelijk.
- **Let op systeeminvloeden bij aanpassingen aan inlaten of bemalingspunten.** Dergelijke ingrepen kunnen elders in het watersysteem invloed hebben op verblijftijden, verversing en waterkwaliteit. Het is belangrijk deze effecten vooraf te analyseren en zo nodig in te perken.
- **Wees bewust van de dynamiek in vispopulaties en migratiepatronen.** Wanneer nieuwe verbindingen worden gerealiseerd, kunnen ook onverwachte veranderingen optreden in soortensamenstelling, migratiegedrag of ruimtelijke spreiding.
- **Stem maatregelen goed af met regionale waterbeheerders** en andere betrokkenen. Door stakeholders vroegtijdig en actief te betrekken, wordt de kans op een samenhangende en goed ingebedde maatregel vergroot. Betrek daarom de daadwerkelijke beheerder van het object vroegtijdig, zorg voor goede instructies en afstemming met andere beheerders. Bijvoorbeeld een boswachter die het beheer doet van de vismigratievoorziening en de peilbeheerder. Zorg dat beide partijen weten waarom ze het doen, wat er gebeurt en evalueer dit vervolgens regelmatig.
- **Monitoring laat zien dat de aanvoer van juveniele vissen naar grote wateren soms beperkt blijft.** Mogelijke oorzaken zijn een suboptimaal ontwerp van de vismigratievoorziening of het ontbreken van goed functionerende verbindingzones tussen binnen- en buitendijkse gebieden. Dit rapport beoogt handvatten te bieden om dergelijke knelpunten in toekomstige projecten te voorkomen. Toch blijven op basis van bestaande monitoring en praktijkervaringen diverse kennislacunes bestaan, waaronder:
 - Reden voor gebrekkige motivatie of prikkel voor vissen om naar grote wateren te migreren;
 - Is er voldoende beschikbaarheid of kwaliteit van geschikte opgroeigebieden voor juveniele vis in de grote wateren;
 - Belemmeringen of barrières van de vismigratievoorzieningen zelf;
 - De geringe schaal of beperkte ecologische effectiviteit van aangekoppelde habitatmaatregelen.

Een gerichte monitoringsaanpak en adaptief beheer zijn noodzakelijk om deze vragen te beantwoorden en de ecologische werking van vismigratievoorzieningen blijvend te verbeteren.

- **Bij het realiseren van vismigratievoorzieningen is het cruciaal om uitgebreide monitoring structureel mee te nemen in de projectkosten.** Monitoring biedt inzicht in de effectiviteit van de voorziening en maakt het mogelijk om vroegtijdig knelpunten te signaleren en bij te sturen. Afhankelijk van de doelsoorten en lokale omstandigheden is een monitoringsperiode



van minimaal 1 tot 3 jaar noodzakelijk om trends te herkennen, seizoensinvloeden te begrijpen en de werking over meerdere migratiecycli te beoordelen. Alleen met voldoende gegevens kan worden vastgesteld of doelsoorten daadwerkelijk gebruikmaken van de voorziening en of aanvullende optimalisaties nodig zijn. Door monitoring niet als nabehandeling, maar als integraal onderdeel van het project te beschouwen, wordt de effectiviteit van vismigratievoorzieningen onderbouwd en vergroot. Een aandachtspunt hierbij is dat vis tijd nodig heeft om te 'wennen' aan nieuwe vismigratievoorzieningen en -routes. Daarom kan het in stagnante wateren zinvol zijn om een monitoring enkele jaren na oplevering van de vismigratievoorziening te starten.



7 Referenties

- Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J. G., van den Berg, M. S., van den Broek Broek, T., Buskens, R. & Walvoort, D. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027* (No. 2018-49). Stowa.
- Atsma, G. & Beekman, J. (2017). Intrek van aal vanuit de Maas via aalgoot Gansoijen. *RAVON*, 19(1), 9–10.
- Baras, E., & Lucas, M. C. (2001). Impacts of man's modifications of river hydrology on the migration of freshwater fishes: a mechanistic perspective. *International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology*, 1(3), 291-304.
- Bij de Vaate, A., Breukelaar, A. W., de Laak, G., Vriese, T., Dijkers, N. C., & Pakes, U. (2001). De migratie van zeeforel in Nederland. *Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport*, (2001.046), 175.
- Boys, C.A., Robinson, W., Miller, B., Pflurath, B., Baumgartner, L.J., Navarro, A., Deng, Z., (2016). A piecewise regression approach for determining biologically relevant hydraulic thresholds for the protection of fishes at river infrastructure. *Journal of Fish Biology*, 88(5), 1677-1692.
- Briand C., Fatin D. & Legault A. (2002). Role of eel odour on the efficiency of an eel *Anguilla anguilla*, ladder and trap. *Environ. Biol. Fish.* 65 (4): 473-477.
- Brodersen, J., Hansen, J.H., Skov, C. (2018). Partial nomadism in large-bodied bream (*Abramis brama*). *Ecology of freshwater fish*. 2019;28:650-660.
- Broeckx, P. B., & Bergsma, J. H. (2010). Vismigratie onderzoek Hertogswetering.
- Brown, R. S., Colotelo, A. H., Pflurath, B. D., Boys, C. A., Baumgartner, L. J., Deng, Z. D. & Singhanouvong, D. (2014). Understanding barotrauma in fish passing hydro structures: a global strategy for sustainable development of water resources. *Fisheries*, 39(3), 108-122.
- Bruijn, Q.A.A. & Kemper, J.H. (2016). Evaluatie van de vissluis "Wijk bij Duurstede" met geautomatiseerde vistelling, 2016. Visadvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2015_16, 20 pag.
- Buijs, G. (2022). Leve de driedoornige stekelbaars! *Visionair: het vakblad van sportvisserij Nederland*, (64), 36-39.
- Čada, G.F., Coutant, C.C. & Whitney, R.R. (1997). Development of Biological Criteria for the Design of Advanced Hydropower Turbines. Environmental Sciences Division Oak: Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. Prepared for U.S. Department of Energy Idaho Operations Office, Idaho Falls, ID. USA.
- Coenen, J., Antheunisse, M., Beekman, J., & Beers, M. (2013). Handreiking Vispassages in Noord-Brabant. Waterschap De Dommel, waterschap Aa en Maas & waterschap Brabantse Delta.
- Craig, J.F. (1996). Pike: Biology and exploitation. Chapman & Hall, London. *Fish and Fisheries* 19. ISBN 0-412-42960-8.
- Crombaghs, B. H. J. M., Akkermans, R. W., Gubbels, R. E. M. B., Hoogerwerf, G., & Van der Velde, G. (2000). *Beschermingsplan kleine modderkruiper*. Rapport IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- De Boer, M.B.E. & Kroes, M.J. (2013). Onderzoek vispassage boezemgemaal Halfweg, monitoring en optimalisatie bedieningsprotocol vispassage. Rapnr: 1211577 TAUW, 65pp.
- De Leeuw Joep J., Olvin van Keeken & Erwin Winter, 2020. Migratiestudie brasem in het IJsselmeergebied in 2020. Wageningen Marine Research.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. - DWA (2014). *Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung*. Merkblatt DWA-M 509, Hennef
- Dorenbosch, M., Kooiman, M., Ploegaert, S., Vos, M., Kranenbarg, J. (2020). Visgemeenschappen in drie Nederlandse overstromingsvlakten. Rapport 2017.057, RAVON, Nijmegen

- Emmerik, W.A.M. & de Laak, G.A.J. (2017). Visonderzoek achteroever Koopmanspolder. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Evers, C. H. E., Van den Broek, A. J. M., Buskens, R., Van Leerdam, A., Knobben, R. A. E., Van Herpen, F. C. J., & Pot, R. (2018). *Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027* (Vol. 169). STOWA.
- Froese, R. & Pauly, D. (2004). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 10/2004.
- Gardner, C. J., Deeming, D. C., Eady, P. E. (2013). Seasonal movements with shifts in lateral and longitudinal habitat use by common bream, *Abramis brama*, in a heavily modified lowland river. *Fisheries Management and Ecology*, 20(4), 315-325.
- Gardner, C. J., Deeming, D. C., Eady, P. E. (2015). Seasonal water level manipulation for flood risk management influences home-range size of common bream *Abramis brama* L. in a lowland river. *River Research and Applications*, 31(2), 165-172.
- Geeraerts, C., M. Ovidio, H. Verbiest, D. Buysse, J. Coeck, Belpaire, C., Philippart, J-C. (2006). De trekpatronen van blankvoorn (*Rutilus rutilus* L.) in gefragmenteerde rivieren in België. *Congres Watersysteemkennis 2006 – 2007*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Griffioen, A. B., Kroes, R., & Winter, H. V. (2022). *Migratie van zoetwaterstandvis tussen Noordzeekanaal en omliggende boezems en polders: resultaat van drie jaar telemetrieonderzoek op vijf locaties langs het Noordzeekanaal* (No. C034/22). Wageningen Marine Research.
- Griffioen, A.B. & R. Kroes, 2020. Migratie van zoetwaterstandvis tussen Noordzeekanaal en omliggende boezems en polders Datarapportage actualisatie 2020 (geen openbare rapportage). Wageningen Marine Research, Universiteit van Amsterdam.
- Griffioen, A.B., Schiphouwer, M.E., Winter, H.V. & Ploegaert, S. (2018). Aalonderzoeken Hoogheemraadschap van Delfland: Efficiëntie van glasaalintrek bij gemaal Schoute. Rapport C007/18. Wageningen Marine Research Wageningen UR / RAVON Nijmegen.
- Groen, M., Vis, H., Tummers, J. (2021). Effectiviteit vispassage gemaal Stroink 2019-2021. Eindrapportage. Projectnummer 2019.069. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Hall, M., Koch-Schmidt, P., Larsson, P., Tibblin, P., Yildirim, Y., & Sunde, J. (2022). Reproductive homing and fine-scaled genetic structuring of anadromous Baltic Sea perch (*Perca fluviatilis*). *Fisheries Management and Ecology*, 29(5), 586-596.
- Hartgers, E. M., Backx, J. J. G. M., & Walhout, T. (2001). *Vis intrek in de Delta: Een inventarisatie van migratieknelpunten*. Rijkswaterstaat, RIKZ.
- Heins R., I. van Leijenhorst, J. Lourens (2020). Ecologische Opgave land-waterovergangen voor een robuust IJsselmeergebied. Rijkswaterstaat Midden Nederland.
- Hershey H. A, D. A. Young, S. W. Grabowski, and M. E. Mather, 'Meta-analysis of fish passage efficiency: Effects of fish traits and passage design', *Fish and Fisheries*, vol. 22, no. 3, pp. 540–558, 2021.
- Hoorweg M.K., B.E.M. Schaub, M. Dijkstra, R. Verspui & J.H. Kamman, met medewerking van T. Rekelhof. (2014). Europese meerval (*Silurus glanis*) in de Westeinderplassen. Populatieschatting, habitateisen, migratiegedrag en implicaties voor waterbeheer. Hoogheemraadschap van Rijnland. Sportvisserij Nederland.
- Hop, J., (2016). Effectmonitoring vismigratie Hoogheemraadschap van Delfland. ATKB. Kenmerk 20120778, definitief, 23 maart 2016. ATKB, Geldermalsen.
- Hop, J., Vriese, F. T., & Paulus, D. P. (2015). Door getijdenturbines toelaatbare vissterfte in het Grevelingenmeer • Fase 1a—effect van de Flakkeese spuisluis • Fase 1b—effect van de Flakkeese spuisluis en doorlaatmiddel Brouwersdam. in Nederland. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, ISBN 9036954037
- Jaarsma, N., M. Klinge, L. Lamers, B.J. van Weeren (2008). Van helder naar troebel... en weer terug: een ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de kaderrichtlijn water. STOWA-Rapport 2008-04.
- Jaarsma, N., M. Klinge. (2018). Evaluatie vissenmaatlatten zoete M-typen. Witteveen+Bos in opdracht voor Rijkswaterstaat WVL. Referentie: 107351/18-016.940

- Kalt, N., & de Vries, I. (2014). Vismonitoringsrapport Zwarte Haan & Roptazijl. www.wetterskipfryslan.nl
- Kemper, J.H. (2000). Onderzoek naar de intrek van driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), bij het spuicomplex van IJmuiden. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB-Onderzoeks-rapport Ond00090.
- Kemper, J.H. (2023). Evaluatie van de vislift UP bij gemaal Voordijkshoornsepolder. Visadvies B.V., Nieuwegein. Projectnummer VA2022_15, 23 pag.
- Keskinen T., Pääkkönen, J.P.J. Lilja, J., Marjomäki, T.J., Karjalainen, J. (2005). Homing behaviour of pikeperch (*Sander lucioperca*) following experimental transplantation. *Boreal Environ Res* 10:119-124 ISSN 1239-6095
- Klein Breteler, J.P.G. & Kranenbarg, J. (2000). Gidssoortenmatrix ecologische netwerkstudies: annex vis. Organisatie ter verbetering van de binnenvisserij, Nieuwegein. OVB Onderzoeksrapport 87:56 pp + 6 bijlagen.
- Kleppe, R. (2021). Regionale vismigratie Koopmanspolder 2020 en 2021. ATKB. Rapport 20191290/rap01.
- Kleppe, R., Koole, M. (2022). Regionale vismigratie in de Zuidpolder van Delfgauw in 2021 en 2022. ATKB, Hoogheemraadschap van Delfland. 63 pp.
- Klinge, M. (1999). Duurzaam waterbeheer: vergroting van de veerkracht van de Friese boezem door een natuurlijker peilbeheer. Witteveen+Bos.
- Koed, A., Balleby, K. & Mejlhede, P. (2002). Migratory behaviour of adult pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in a lowland river. *Hydrobiologica* volume 483, pages 175-184 (2002).
- Kooiman, M. (2023). Passagecheck Zeeland – 2023. Efficiëntie van zout-zoet migratievoorzieningen bij gemalen Dekker en De Piet voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Kooiman, M., & Valkenaars, M. (2021). Regionale vismigratie en evaluatie van vispassages in de Langbroekerwetering. *RAVON*, 23(3), 52-55.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European Freshwater Fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Kranenbarg, J., Spikmans, F., & Winter, H. V. (2002). *Vissen trekken altijd? Migratie van vissen tussen zoete wateren in Nederland*. Stichting Ravon, Nijmegen.
- Krijnsen, M. (2023). An analysis of fish passages in lakes and canals in the Netherlands. MSc Thesis nr. T2184.
- Kroes, M. & Wilhelm, M. (2022). Monitoring (trek)vis gemaal Spaarndam 2022. Fuikgegevens vergeleken met Camerabeelden. In opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland. TAUW-rapport R001-1285074MFW-V002.
- Kroes, M. J. (2024). Omgekeerde vismigratie in de lage landen ´van hoog naar laag´.
- Kroes, M. J., & Monden, S. (2005). Vismigratie: een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland.
- Kroes, M.J., & Philipsen, P. (2023). Rapportage Nationale Visroutekaart 2021. Resultaten actualisatie landelijke database vismigratie in 2021 (knelpunten, vismigratievoorzieningen en connectiviteitskaarten). In opdracht van Rijkswaterstaat. Maart 2023.
- Kroes, M.J., 2021. Slim malen en schutten voor trekvis Noordzeekanaal en ommelanden. Kroes Consultancy. In opdracht van Rijkswaterstaat West-Nederland Noord namens het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden (EVZ NZK e.o.).
- Leeuw, J. J. de, & Winter, H. V. (2008). *Migration of rheophilic fish in Dutch lowland rivers and streams: Implications for fish conservation*. *Hydrobiologia*, 609, 143–157.
- Leeuw, J. J. de, van Keeken, O., & Winter, E. (2020). Migratiestudie brasem in het IJsselmeergebied in 2020 (No. C086/20). Wageningen Marine Research.
- Lemmers, P., Crombaghs, B. H. J. M., Binnendijk, E., Gubbels, R. E. M. B., Lemmens, D. J. R. C., & Lemmers, W. J. A. M. (2017). Het ecologisch functioneren van de vispassage bij de Vogelmolen

- in de Haelense Beek: Een telemetrisch onderzoek met behulp van PIT-tag-technologie. *Natuurhistorisch Maandblad*, 106(11), 194-199.
- Leuven, R. S. E. W., & Oyen, F. G. F. (1987). Impact of acidification and eutrophication on the distribution of fish species in shallow and lentic soft waters of The Netherlands: An historical perspective. *Journal of Fish Biology*, 31, 753-774.
- Lucas, M. C., & Baras, E. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. Blackwell Science, Oxford.
- Martens, S., Baeyens, R., Jacobs, Y., Coeck, J., Mouton, A., Gelaude, E., Buysse, D., Stevens, M., & Van den Neucker, T. (2009). Glasaalmigratie ter hoogte van het Ganzepoot spuiccomplex te Nieuwpoort. INBO.R.2009.62.
- Morissette, O., Lecomte, F., Vachon, N., Drouin, A., & Sirois, P. (2021). Quantifying migratory capacity and dispersal of the invasive Tench (*Tinca tinca*) in the St. Lawrence River using otolith chemistry. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 78(11), 1628-1638.
- Nagelkerke, L. A. J., Klinge, M., Meier, M., van Scheppingen, Y., & Grimm, M. P. (1999). Waterriet en visfauna: Betekenis voor ecologisch herstel van zoet water. *De Levende Natuur*, 100(2), 54-57.
- Nie, H. W. de (1996). *Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen*. Media Publishing.
- Noordhuis, R., Vonk, A. (2022) Stoffentransport Oostvaardersoevers. 11208073-005-ZWS-0001, 28 september 2022. Universiteit van Amsterdam en Deltares
<https://www.pagw.nl/documenten/2023/07/14/stoffentransport-oostvaardersoevers>
- Ovidio, M., & Philippart, J.-C. (2002). *The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish*. *Hydrobiologia*, 483(1-3), 55-69.
- Ploegaert, S. M. A. (2020). Passagecheck Zeeland – 2019: Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Schore en Poppekinderen voor glasaal en driedoornige stekelbaars (Rapportnr. 2019.045). Stichting RAVON.
- Ploegaert, S. M. A., Smith, F., Schiphouwer, M., & Kranenbarg, J. (2018). Passagecheck Zeeland – 2018: Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij Loohoek en Prommelsluis voor glasaal en driedoornige stekelbaars (Rapportnr. 2018.039). Stichting RAVON.
- Podgorniak, T., Blanchet, S., De Oliveira, E., Daverat, F., & Pierron, F. (2016). To boldly climb: Behavioural and cognitive differences in migrating European glass eels. *Royal Society Open Science*, 3(12), 150665.
- Pohnke, C., & Klinge, M. (2018). Bureaustudie Vis in het IJsselmeergebied. Witteveen+Bos rapport, 108267, 18-018.
- Pollux, B. J. A., Corosi, A., & Pollux, P. M. J. (2012). Verspreiding van de bittervoorn langs de Maas in Noord-Limburg: Indicaties voor een regionale metapopulatiestructuur. *Natuurhistorisch Maandblad*, 101(6), 116-121.
- Pollux, B. J. A., Korosi, A., & Pollux, P. M. J. (2008). Voortplanting van de bittervoorn in een uiterwaardplas langs de Maas. *Natuurhistorisch Maandblad*, 97(6), 133-137.
- Pollux, B. J. A., Pollux, P. M. J., Korosi, A., Verberk, W. C. E. P., & Van der Velde, G. (2006). Reproduction, growth, and migration of fishes in a regulated lowland tributary: Potential recruitment to the river Meuse. *In Living rivers: Trends and challenges in science and management* (pp. 105-120).
- Pouwels, R. (2000). LARCH: Een toolbox voor ruimtelijke analyses van een landschap (Rapport 043). Wageningen: Alterra.
- Pouwels, R., Hensen, S. R., Klein Breteler, J. G. P., & Kranenbarg, J. (2002). Praktijkstudie LARCH-vissen (Rapport 434). Wageningen: Alterra.
- Raat, A. J. P. (1988). Synopsis of biological data on the northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus 1758) (FAO Fisheries Synopsis 30 Rev. 2). Rome: Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, FAO of the United Nations.
- Riemens, R. G. (1976). De invloed van geslikte enkele en drietandige haken op de overleving van de hengelgevangen snoek. Jaarverslag OVB 1975-1976, OVB.
- Riemersma, P., & Quak, J. (1991). Vismigratie en de aanleg van visoptrek-voorzieningen (Deelrapport 2 van de Literatuurstudie Vispassages, Sa/OVB 1991-1). Nieuwegein: Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.

- Rosell, R. S., & Macoscar, K. C. (2002). Movements of pike, *Esox lucius*, in Lower Lough Erne, determined by mark-recapture between 1994 and 2000. *Fisheries Management and Ecology*, 9(4), 189-196.
- Schiphouwer, M., & Kooiman, M. (2021). Landinwaartse migratie van aal via de Noord-Hollandse IJsselmeerkust: Onderzoek naar intrek, aanbod en knelpunten. RAVON, Nijmegen.
- Schiphouwer, M., Kooiman, M., Kroon, T., van den Ende, J., Ploegaert, S., & Peters, B. (2022a). Landinwaartse migratie van glasaal via Scheveningen, Passagecheck complex Keersluis en gemaal Schoute. Projectnummer 2020.053. RAVON, Nijmegen.
- Schiphouwer, M., Ploegaert, S., & Peters, B. (2022b). Vispassage Hoofdgemaal Vier Noorderkoggen; Programma van eisen, variantenstudie en uitwerking.
- Slavík, O., Pfauserová, N., Brabec, M., Kolářová, J., Červený, D., & Horký, P. (2024). The effect of temperature on the dynamics of common bream *Abramis brama* migrations between the reservoir and its tributary. *Ecology of Freshwater Fish*, 33(1), e12736.
- Solomon, D. J., & Beach, M. H. (2004). Fish pass design for eel and elver (*Anguilla anguilla*). *Environment Agency R&D Technical Report W2-070/TR1*.
- Sörensen, I. (1951). An investigation of some factors affecting the upstream migration of the eel. *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, 32, 126-132.
- Spikmans, F., & Kranenbarg, J. (2010). *Ecologische atlas vissen van Nederland*. Stichting Ravon, Nijmegen.
- STOWA. (2024). Nieuwe versies maatlatdocumenten KRW. Retrieved from <https://www.stowa.nl/nieuws/nieuwe-versies-maatlatdocumenten-krw>
- Tesch, F.-W. (1974). Speed and direction of silver and yellow eels, *Anguilla anguilla*, released and tracked in the open North Sea. *Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch.*, 23(2), 181-197.
- Tudorache, C. (2007). Aspects of swimming physiology and behaviour: Consequences for migration fish (Doctoral dissertation, University of Antwerp).
- Van Ek, R. (2016). Pilot Koopmanspolder: Eindrapportage monitoring. Deltares.
- Van Emmerik, W. A. M. (2004). Kennisdocument pos, *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758). OVB.
- van Emmerik, W., & de Nie, H. W. (2006). De zoetwatervissen van Nederland: Ecologisch bekeken. Sportvisserij Nederland.
- Van Riel, M., Verdonschot, R., & Verdonschot, P. (2021). Systeemanalyse van het IJsselmeergebied: Verkenning van de water- en stoffenstromen in het IJsselmeergebied voor de toepassing in een systeemanalyse. Notitie Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR.
- Veraart, J. A., Reijers, V., de Lange, H. J., van Nes, E. H., Kosten, S., Baptist, M. J., ... & Platteeuw, M. (2016). Ecologische kantelpunten in de Nederlandse grote wateren: Discussie memo over recente inzichten, voorbeelden en onderzoeksvragen.
- Visser, E., & Kroes, M. (2015). Monitoring van de vismigratie via de FishTrack vispassage bij gemaal Usquert: Resultaten najaar 2015. In opdracht van waterschap Noorderzijlvest. TAUW rapport R001-121452.
- Voorhamm, T., & Emmerik, W. A. M. (2011). Kennisdocument baars *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) (Kennisdocument 31). Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Vriese, T. (2018). Beoordeling vis en vismigratie selectieve onttrekking-IJmuiden (SO-IJ) en herbeoordeling naar aanleiding van nieuwe inzichten (Rapportnummer: 20170431/rap02). ATKB, Waardenburg.
- Westendorp, P. J., Remke, E., de Fouw, J., & Noordhuis, R. (2020). Onderbouwing ecologische maatregelen IJsselmeergebied: Het areaal land-waterovergangen. Literatuurstudie. Onderzoekscentrum B-WARE.
- Wijsman, J., Escaravage, V., Huisman, Y., Nolte, A., van der Wijk, R., Wang, Z. B., & Ysebaert, T. (2018). Potenties voor herstel getijdenatuur in het Haringvliet, Hollands Diep en de Biesbosch. Wageningen University & Research. Rapport C008/18.
- Willemse, I. (2013). Evaluatie van vismigratievoorzieningen in Nederland: Een compilatie van monitoringsresultaten en aanzet voor een toetsingskader (Stageverslag). Deltares, Utrecht.



- Winter, E. R., Hindes, A. M., Lane, S., & Britton, J. R. (2021). Movements of common bream *Abramis brama* in a highly connected, lowland wetland reveal sub-populations with diverse migration strategies. *Freshwater Biology*, 66(7), 1410-1422.
- Winter, H. D., Bult, T. P., & van Willigen, J. A. (2007). Glasaalintrek in gebied Waterschap Zeeuwse Eilanden (No. C025/07). IMARES.
- Winter, H. V., & Fredrich, F. (2003). *Migratory behaviour of ide: a comparison between the lowland rivers Elbe (Germany) and Vecht (The Netherlands)*. *Journal of Fish Biology*, 63(4), 871–880.
- Winter, H. V., Griffioen, A. B., Nagelkerke, L. A. J., Valkenaars, M., Kooiman, M., Dijkstra, N., & Heuts, P. G. M. (2022). Regional connectivity and movements of freshwater fish in the Langbroekerwetering, a weir-regulated water system with De Wit fishways: A LIFE-IP study using PIT telemetry (No. C045/22). Wageningen Marine Research.
- Zoetemeyer, R. B., & Lucas, B. J. (2001). De OVB-viswatertypering deel 1: Ondiepe wateren. *Vis & Water Magazine*, 1(4), 1-15.
- Zoetemeyer, R. B., & Lucas, B. J. (2002). De OVB-viswatertypering deel 2: Diepe wateren. *Vis & Water Magazine*, 2(1), 1-16.



Bijlage 1: Watertypering volgens KRW

De Kaderrichtlijn Water is een Europese richtlijn die in december 2000 is vastgesteld. De doelstelling is: Realisatie en behouden van chemisch en ecologisch schoon oppervlaktewater en grondwater. De KRW dient in 2027 gerealiseerd te zijn binnen alle EU-lidstaten. In Nederland zijn de waterbeheerders verantwoordelijk voor een deel van de uitvoering van de KRW.

Er zijn verschillende kwaliteitselementen waaruit de KRW-beoordeling is opgebouwd. Deze zijn onderverdeeld in chemische kwaliteit, waarbij een aantal stoffen worden getoetst, en ecologische kwaliteit, die onderverdeeld is in een aantal kwaliteitselementen. Deze kwaliteitselementen gaan over de hydromorfologische, biologische en fysisch-chemische aspecten. Vis valt onder de biologische kwaliteitselementen.

KRW-wateren worden beoordeeld aan de hand van referentiewaarden. Bij **natuurlijke watertypen** beschrijft de referentie een volledig onverstoorde toestand. De ecologische doelstelling is dan afgestemd op een haalbaar scenario bij menselijke verstoring. Kwaliteitsklasse Goede Ecologische Toestand (GET) is de norm. De meeste wateren in Nederland behoren tot **niet-natuurlijke** of kunstmatig en sterk veranderde watertypen. De referentiewateren zijn hierbij het meest vergelijkbare natuurlijke watertype, daarbij is het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) het hoogste ecologische niveau dat haalbaar is. De ecologische norm voor deze wateren is het Goed Ecologisch Potentieel (GEP). Deze wordt bepaald aan de hand van de effecten van herstelmaatregelen. De KRW vereist niet dat we teruggaan naar bijvoorbeeld de Romeinse tijd. De dijken mogen blijven liggen en ook niet al het landgebruik hoeft terug in de natuurlijke staat. Bij het niet halen van de norm bij de kwaliteitselementen geldt het principe “one out, all out”. Dat betekent dat alle kwaliteitselementen de beoordeling GEP of GET dienen te krijgen.

Watertypen

De KRW maakt een onderverdeling in vier watertypen: stilstaande wateren (meren, kanalen en sloten), stromende wateren (beken en rivieren), overgangswateren en kustwateren. Omdat elk watertype weer anders functioneert, zijn deze verder onderverdeeld en beschreven in het handboek hydrobiologie voor natuurlijke en kunstmatige wateren (STOWA, 2024). Niet alle watertypen behoren tot de Rijkswateren. Die wateren zijn dan in beheer bij de waterschappen.

Grofweg kan er onderscheid worden gemaakt tussen de volgende typeringen bij lijnvormige wateren:

- **Sloten (M1, M8, M9):** Deze wateren zijn meestal tot 8 meter breed en 1,5 meter diep. Gebufferde sloten op minerale bodem (M1) komen vooral voor in rivier- of zeeleigebieden of op zand. Gebufferde laagveensloten (M8) komen voor in het laagveengebied. In het hoogveengebied, onder invloed van regenwater en kwel, bestaan er ook zwak gebufferde hoogveensloten (M9). Sloten die regelmatig overstroomd worden door de rivier behoren tot dynamisch rivierbegeleidend water (M5). Kenmerkende aspecten van sloten zijn de hoge temperatuurschommelingen, waterpeilfluctuaties en nutriëntenbelastingen.
- **Gebufferde kanalen (M3) en laagveenvaarten en kanalen (M10):** Op deze wateren speelt scheepvaart soms ook een rol en is de overgang van water naar land abrupt als gevolg van de oeververdediging in de vorm van damwanden, beschoeiing en of zet en stortsteen. Ze zijn gemiddeld groot en kunstmatig.
- **Grote diepe of ondiepe kanalen (M6, M7):** Er wordt onderscheid gemaakt in de grote kanalen zonder scheepvaart (subtype a) en met scheepvaart (subtype b). Dit komt omdat scheepvaart en de bijbehorende waterturbulentie een groot effect hebben op de leefomgeving en het vis fysiek kan beschadigen (denk bijvoorbeeld aan de knaakal).



Binnen plassen en meren worden de volgende typen onderscheiden:

- **Ondiepe gebufferde plassen (M14):** Dit zijn matig grote vlakvormige, vrij ondiepe, semi-stilstaande gebufferde zoete wateren. De meren maken nauwelijks een verlandingsproces door en de bodem bestaat voor minder dan 50% uit organisch materiaal. Kenmerkend voor deze meren zijn de weelderige aanwezigheid van watervegetatie. Voorbeeldgebieden hiervan zijn het Tjeukemeer en het Zuidlaardermeer.
- **Matig grote diepe gebufferde meren (M20):** Dit zijn waterlichamen die voorkomen in de regio's laagveengebied, zeekleigebied, duinen en afgesloten zeearmen. De wateren zijn veelal helder, hebben relatief weinig watermenging door wind door hun beperkte omvang en hebben een diepere waterlaag waardoor gemakkelijk stratificatie optreedt. Voorbeeldgebieden zijn de Klinkenbergerplas en het Oosterduinse meer.
- **Grote diepe gebufferde meren (M21):** Dit zijn grote vlakvormige diepe wateren. In Nederland zijn dit het Markermeer (subtype a: Geen verbinding met zee) en het IJsselmeer (subtype b: Verbinding met zee). Kenmerkend zijn de grote diepte en de aanvoer van water door verschillende rivieren. Deze meren hebben een sterke stratificatie en een relatief dunne zone waarin watervegetatie tot ontwikkeling komt. In meer natuurlijke situaties in het buitenland komen grote oeverzones en verlandingszones voor.
- **Ondiepe kalkrijke (grote) plassen (M23):** Dit zijn ondiepe plassen met een kalkrijke, zandige bodem, vaak gelegen in duingebieden. In Nederland zijn dit vooral de wateren ten zuiden van Bergen (Noord-Holland). Er zijn grote seizoensfluctuaties in de waterstand door de geringe diepte. Het geheel of tijdelijk droogvallen van delen van deze plassen hebben een belangrijk effect op de voorkomende soorten. Er is vaak een rijke vegetatieontwikkeling in deze plassen.
- **Matig grote ondiepe laagveenplassen (M27):** Deze grote ondiepe plassen komen voor in het laagveengebied en hebben een bodem die voor meer dan 50% uit veen bestaat. Het zijn ondiepe waterlichamen met verlandingszones, ondiepe gedeelten en een groot oppervlakte aan watervegetatie. Voorbeeldgebieden zijn de Nieuwkoopse plassen en het Paterswoldsemeer.

Bijlage 2: Beschrijving enkele te verwachten soorten in stagnante wateren

Aal / paling / glasaal

Alen leven vooral langs oevers nabij de bodem waarbij ze gebruik maken van structuren en holtes om zich te verschuilen. De bodem dient bij voorkeur zacht modderig of zanderig te zijn. Ze graven ook holen in zachte grond tot wel 70 cm diep (Klein Breteler e.a. 1990). De aal migreert tussen winter en zomerhabitats, waarbij ze verschillende kilometers kunnen afleggen. Ze trekken bijvoorbeeld naar ondergelopen uiterwaarden om te foerageren. Migraties tussen habitats gebeurt meestal in de nacht (Kooiman & Valkenaars, 2021). Bij stijgend water zwemt de aal stroomopwaarts en wanneer het waterniveau daalt zwemt hij met de stroom mee. Dagelijkse migratie is veel voorkomend en varieert tussen de 100 m en 30 km. Jonge glasalen komen in februari aan in Nederland, soms al in december, en beginnen de migratie landinwaarts doorgaans bij een watertemperatuur van tussen de 10 en 12 °C (Solomon & Beach, 2004).



Figuur 7-1: Aal. Bron: Sportvisserij Nederland

Migratieperiode glasaal	Februari - mei
Migratieperiode volwassen aal	Jaarrond, piek in september-oktober
Migratieafstand	30-100 km (dagelijks - volwassen aal) 150 km (glasaal eerste jaar)
Zwemsnelheden glasaal	40 cm/s
Zwemsnelheden volwassen aal	Kruissnelheid 70-145 cm/s Sprintsnelheid maximum 170 cm/s
<i>Bron: Sørensen, 1951; Solomon & Beac, 2004; Tesch, 1974</i>	

Snoek

Snoeken zijn deels plantminnende vissen en hebben voor een aantal fasen in hun levenscyclus ondergedoken waterplanten nodig. Snoeken migreren voor de paai in het vroege voorjaar in februari en maart. Larven groeien op in grasland, juvenielen in helofyten in de moeras- en/of rietzone. Grotere individuen trekken naar water met veel waterplanten. Het optimale leefgebied voor een snoekpopulatie bestaat voor 50% uit ondergedoken waterplanten en 20% uit boven het water uitstekende planten zoals riet. De rietzone mag een breedte hebben van 2 tot 3 meter en een begroeiingsdichtheid van 25%. Daarnaast is er ongeveer 30% aan open water aanwezig waar grote adulte snoeken foerageren. De totale oeverlengte die begroeid is (met geschikte begroeiing zoals hierboven beschreven) bepaalt de dichtheid van de jonge snoek (Riemens, 1976). Najaarsmigratie wordt mogelijk getriggerd door hoge waterafvoeren (Craig, 1996).



Figuur 7-2: Snoek. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	Februari – april
--------------	------------------



Migratieafstand	Enkele tot tientallen kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 40-50 cm/s Sprintsnelheid tot 140 cm/s (juveniel) Sprintsnelheid tot 280 cm/s (adult), al zijn er tweemaal zo hoge sprintsnelheden waargenomen door Kroes & Monden (2005)
<i>Bron: Rosell & Macoscar, 2002; Froese & Pauly, 2004.</i>	

Brasem

Brasem is een eurytope soort die weinig eisen aan zijn leefomgeving en voedsel stelt. Bij een gebrek aan predatoren en voedselrijke omstandigheden kan de brasempopulatie snel dominant worden. Brasems migreren zowel voor voedsel als voortplanting (Slavik e.a. 2024), met pieken in migratie rond half april (Griffioen e.a. 2022). In de lente en winter migreren ze vooral in de schemering en nacht, terwijl dit in de zomer vaker overdag gebeurt. Migratiepatronen variëren per populatie; sommige zijn honkvast, anderen migreren willekeurig (Brodersen e.a. 2018; Winter e.a. 2022). In een studie in het IJsselmeergebied vertrokken brasems in het voorjaar naar de Friese kust en het achterland om te paaieren, terwijl anderen naar randmeren en de IJssel trokken. Dit wijst op regelmatige migratie tussen deelgebieden, wat belangrijk kan zijn voor de instandhouding van een gezonde populatie (Leeuw e.a. 2020). Een bekend verzamelpunt in het voorjaar is het gemaal de Blocq van Kuffeler, waar eerder vissterfte optrad door vis die achterbleef in de persbuizen van het gemaal. Migratie wordt vooral getriggerd door watertemperatuur en afvoer (Gardner e.a. 2013). Bij een onderzoek met een groep brasems bij onnatuurlijke peil fluctuaties bleek de migratieafstand van de vissen af te nemen (Gardner e.a. 2015). Brasems hebben een voorkeur voor ondiepe waterplantrijke gebieden voor de paai, maar kunnen ook op kale basaltblokken paaieren als het nodig is.



Figuur 7-3. Brasem. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	April - juni
Migratieafstand	Enkele tot tientallen kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 40-80 cm/s. Sprintsnelheid tot 100 cm/s.
<i>Bron: Lemmers e.a. 2017; Riemersma & Quak, 1991</i>	

Baars

Baarsen migreren tussen zomer en winter habitats, in de zomer verblijven ze in ondiepere wateren en in de winter trekken ze terug naar dieper water. Daarnaast kent de baars voedselmigratie, waarbij ze parallel langs de oever trekken. Jonge baarsen hebben een ander leefgebied dan oudere baarsen. Jonge baars leeft in plantenrijke oeverzones in scholen en naarmate baarsen groter worden trekken ze naar dieper water en leven ze in kleine groepjes of solitair. Baarsen vertonen ook paaimigratie en reproductieve homing (Hall e.a. 2022). Baarsen hebben een voorkeur voor paai op ondergelopen gebieden of vegetatierijke oevers, maar kunnen ook paaieren op takken, zand of stenen. Naast horizontale migratie vertonen ze ook verticale migratie (Voorhamm & Emmerik, 2011). De hoogste migratieactiviteit vindt doorgaans plaats eind maart, met visbewegingen in het voorjaar tussen week 12 en 16. In het najaar is er een hoge migratieactiviteit tussen week 32 en 39 (Griffioen e.a. 2022).

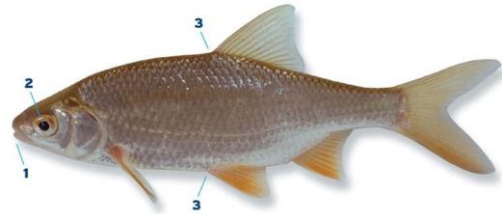


Figuur 7-4: Baars. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	Maart - april
Migratieafstand	Enkele tot tientallen kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 10-40 cm/s. Sprintsnelheid 80-145 cm/s.
<i>Bron: Kroes & Monden, 2005; Tudorache, 2007</i>	

Blankvoorn

De blankvoorn is een eurytope soort die over het algemeen weinig eisen stelt aan zijn leefomgeving. Blankvoorns paaieren bij voorkeur op structuren zoals vegetatie of boomwortels in de ondiepe oeverzone. Blankvoorns migreren tussen winter en zomer habitats, daarnaast migreren blankvoorns in april en mei in grote aantallen naar geschikte paaihabitats. Migratie van blankvoorns tussen het Noordzeekanaal en boezems vonden zo vroeg plaats als week 11, met een piek in week 18 en 19 (Griffioen e.a. 2022). In meren migreren blankvoorns naar ondiepe delen met veel water- en oevervegetatie. Er vindt ook dagelijkse voedselmigratie plaats, waarbij jonge blankvoorns 's nachts naar het open water trekken om op plankton te foerageren. Grote blankvoorns leven overdag het liefst in diepere waterlagen, terwijl ze 's nachts naar de ondiepe delen van de oever trekken om te foerageren (Baras, 2001). Blankvoorns vertonen reproductieve homing, maar zijn zeer gevoelig voor migratiebarrières en zullen snel geneigd zijn minder ver te migreren (Geeraerts e.a. 2006).



Figuur 7-5. Blankvoorn. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	April - mei
Migratieafstand	Enkele tot tientallen kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 40-100 cm/s (juveniel – adult) Sprintsnelheid tot 150 cm/s, al zijn tweemaal zo hoge sprintsnelheden waargenomen door Kroes & Monden (2005)
<i>Bron: Videler, 1993; Tudorache, 2007</i>	

Driedoornige stekelbaars

De driedoornige stekelbaars is een eurytope soort en kan ook als trekvis worden beschouwd. Qua habitat en inrichting zijn stekelbaarzen niet kieskeurig, ze komen voor in zowel stilstaand als stromend water van bijna alle watertypen. Er zijn populaties die permanent in zoetwater leven (Leirus-vorm) en populaties die tussen zoet en zout migreren (Semiarmatus-vorm) en populaties die permanent in zee leven (Trachurus-vorm). Driedoornige stekelbaarzen zijn over het algemeen geen goede zwemmers vergeleken met andere trekvissen en hebben hierop aangepaste migratievoorzieningen nodig. Zo is er een speciale vismigratie voorziening in de Moksloot bij Texel met een stapsgewijs verval van maar 5 cm, waardoor stekelbaarzen succesvol kunnen migreren (Buijs, 2022). Intrek van de driedoornige stekelbaars begint meestal rond de maanden februari, maart en april bij temperaturen tussen de 10 en 15 °C, de terugtrek begint in juli.



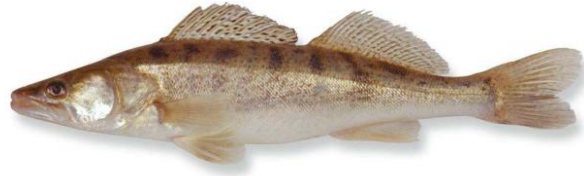
Figuur 7-6. Driedoornige stekelbaars. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	Februari - april
Migratieafstand	Enkele tot honderden kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 40 cm/s. Sprintsnelheid 50-80 cm/s

Bron: Kemper, 2000; Hartgers, 2001; Tudorache, 2007.

Snoekbaars

Snoekbaarzen prefereren voedselrijk en troebel water omdat het een lichtschuwe soort is. Ze hebben een sterke voorkeur voor een habitat met veel structuren, ze zwemmen en bevinden zich vaak vlak bij de bodem. Snoekbaars heeft complexe migratiepatronen in zowel grote als kleine wateren (Koed e.a. 2002). Finse



Figuur 7-7. Snoekbaars. Bron: Sportvisserij Nederland

onderzoekers toonden in een onderzoek aan dat snoekbaarzen plaatstrouw zijn en jaarlijks terugkomen voor de paai (Keskinen e.a. 2005). Paaimigratie vindt plaats tussen maart en april, snoekbaarzen trekken van grote wateren naar ondiepere zones, waarbij afgelegde afstanden meestal kleiner zijn dan 35 km (Lappalainen e.a. 2003). Griffioen e.a. 2022 toonden aan dat snoekbaars veel beweging tussen migratievoorzieningen liet zien vanaf eind april tot half mei. In de herfst trekken snoekbaarzen van ondiepere naar diepere plekken.

Paaimigratie	Maart - april
Migratieafstand	Enkele tot tientallen kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 20-70 cm/s. Sprintsnelheid 120 tot 250 cm/s
Bron: Lappalainen et al. 2003; Lucas & Baras (2001); Ovidio & Philippart (2002)	

Bittervoorn

De bittervoorn leeft in stilstaande en langzaam stromende wateren en worden vaak aangetroffen in een plantenrijke oeverzone. De bittervoorn is voor voortplanting afhankelijk van de aanwezigheid van de zwanenmossel. De bittervoorn heeft behoefte aan een groot oppervlak aan waterplanten (vergelijkbaar met snoek). Succesvolle (dagelijkse) migratie is grotendeels afhankelijk van het oppervlak aan waterplanten of oevervegetatie aan beide oeverzijdes. Een oever die meer dan 50 meter kaal is, vermindert



Figuur 7-8. Bittervoorn. Bron: Sportvisserij Nederland

migratiebewegingen van de bittervoorn (Klein Breteler & Kranenbarg, 2000). Migratie vindt over het algemeen plaats op lokale schaal waarbij in de zomer oeverzones worden opgezocht, terwijl in de winter diepere delen worden opgezocht (Van Emmerik, 2006). Lokaal kunnen migratievoorzieningen worden gebruikt wanneer bittervoorns naar geschikt voortplantingshabitat migreren, de paai begint in april en duurt tot eind juni. Er zijn gevallen waarbij bittervoorns langere afstanden zwerven en ook gebruik maken van overstromingslanden en uiterwaarden om zich voort te planten en uitspoeling vormt hierbij een rol in terugwaartse migratie (Pollux, 2008). Pollux e.a. 2012. Vermelden de aanwezigheid van metapopulaties in Limburg waarbij jaarlijkse bittervoorn migraties tussen verspreide uiterwaardplassen plaatsvinden.

Paaimigratie	April - juni
Migratieafstand	Enkele kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 5-15 cm/s. Sprintsnelheid 30-60 cm/s.
Bron: Klein Breteler & Kranenbarg, 2000; Van Emmerik, 2006; Lucas & Baras (2001); Kottelat & Freyhof (2007)	



Zeelt

De zeelt is een zuurstoftolerante soort die voorkomt in kleine en grote wateren met een rijke onderwatervegetatie, waar ze bij voorkeur in de oeverzone foerageren. Zeelt is een plaatsgebonden soort die veelal lokale migratie vertoont, in sommige gevallen kunnen zeelten veel verder migreren. Zeelten vertonen ook paaimigratie (Winter e.a. 2022), waar ze migreren naar vegetatierijke zijstromen van bijvoorbeeld grote rivieren of kanalen. In deze plantenrijke, ondiepere wateren groeien jonge vissen op (Pollux e.a. 2006). Bij zeelten in Canada verschillen migratiebewegingen sterk per individu en zijn afstanden tot wel 250 km waargenomen (Morissette e.a. 2021). Aangezien zeelt de voorkeur geeft aan vegetatierijke habitats, kan het bevorderen van dergelijke omgevingen nabij de vismigratievoorziening de effectiviteit verhogen.



Figuur 7-9. Zeelt. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	Mei - augustus
Migratieafstand	Enkele tot tientallen of zelfs honderden kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 20-40 cm/s. Sprintsnelheid 80-120 cm/s
<i>Bron: Morissette et al. (2021); Lucas & Baras (2001); Kottelat & Freyhof (2007); Ovidio & Philippart (2002)</i>	

Pos

De Pos is een kleine eurytope baarsachtige die voornamelijk in grote wateren leeft in de onderste waterlagen. Pos staat niet bekend om paaimigratie, maar dagelijkse- en seizoenmigraties op korte afstanden komen wel voor. Er wordt melding gemaakt van mogelijk doelgerichte paaimigratie of dispersie vanuit de boezems naar het Noordzeekanaal door de Boer & Kroes (2013) waarbij grote aantallen pos zijn aangetroffen in de vispassage. De stroomsnelheid in het onderzoek betrof 0,15 tot 0,30 cm/s. Verder is pos over het algemeen een relatief slechte zwemmer, maar is er weinig literatuur beschikbaar die dit exact definieert (Emmerik, 2004).

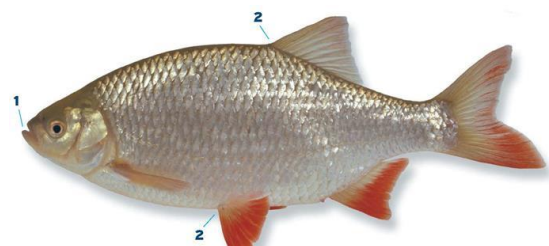


Figuur 7-10. Pos. Bron: Sportvisserij Nederland

Paaimigratie	Maart - mei
Migratieafstand	Enkele tot tientallen kilometers
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 15-30 cm/s. Sprintsnelheid waargenomen tot 130 cm/s door Kroes & Monden (2002)
<i>Bron: Kroes & Monden, 2005; De Boer & Kroes, 2013.</i>	

Ruisvoorn

De ruisvoorn is een limnofiele vissoort, die met name voorkomt in heldere, plantenrijke stilstaande wateren zoals meren, plassen en langzaam stromende kanalen. De soort vereist voor het paaien ondiepe, vegetatierijke oevers met een watertemperatuur van minimaal 15°C. Volwassen ruisvoorns vertonen korte seizoensgebonden



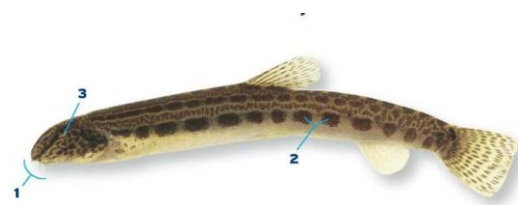
Figuur 7-11: Ruisvoorn. Bron: Sportvisserij Nederland.

migraties naar geschikte paaigebieden, doorgaans binnen hetzelfde watersysteem. In Nederlandse wateren migreren volwassen ruisvoorns doorgaans kortdurend en kleinschalig naar ondiepe, zonbeschenen waterzones met veel ondergedoken en drijvende waterplanten. Na de ei-afzetting verblijven juveniele vissen en visbroed bij voorkeur in dezelfde ondiepe habitats rijk aan waterplanten, waar zij bescherming en voldoende voedsel vinden. Het migratiegedrag is doorgaans beperkt qua afstand en gericht op lokale optimalisatie van paaiplaatsen.

Paaimigratie	April – mei
Migratieafstand	< 5 km
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 10 – 30 cm/s. Sprintsnelheid tot 174 cm/s waargenomen door Kroes & Monden (2005)
<i>Bron: De Nie (1996); Kranenbarg et al. (2002); Winter & Fredrich (2003); De Leeuw & Winter (2008) Ovidio & Philippart (2002); Lucas & Baras (2001)</i>	

Kleine modderkruiper

De kleine modderkruiper is een bodemgebonden en zuurstoftolerante vissoort, geclassificeerd als limnofiel, gespecialiseerd in ondiepe, modderige en fijnzandige substraten van stilstaande of zeer langzaam stromende wateren zoals kanalen, vaarten en polderwateren. Specifiek vereist deze soort vegetatierijke, slibrijke bodemzones voor het paaien. Tijdens de paaimigratie vertoont deze soort slechts zeer beperkte bewegingen binnen lokale habitats. Volwassen exemplaren zoeken nabijgelegen ondiepe en beschutte plaatsen op om eieren af te zetten in substraat- en vegetatierijke bodemlagen. Visbroed en juvenielen blijven langdurig in dezelfde habitats vanwege bescherming tegen predatie en beschikbaarheid van voedsel (kleine benthische organismen). Deze modderkruiper is sterk nachtactieve soort, wat betekent dat de beperkte migraties naar geschikte paaihabitats vooral 's nachts plaatsvinden. Deze nachtelijke activiteit zorgt ervoor dat migraties grotendeels onopgemerkt blijven.



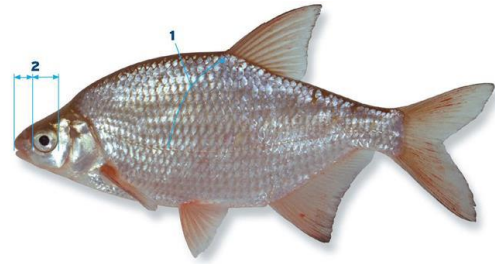
Figuur 7-12: Kleine modderkruiper. Bron: Sportvisserij Nederland.

Paaimigratie	Mei – juli
Migratieafstand	Beperkt, meestal < 1 km tot 1,5km
Zwemsnelheden	Kruissnelheid < 10 cm/s (adulten) Sprintsnelheid onbekend maar niet hoog (max 20cm/s)
<i>Bron: Kottelat & Freyhof (2007); Crombaghs et al. (2000); Spikmans & Kranenbarg (2010); Lucas & Baras (2001); De Leeuw & Winter (2008)</i>	



Kolblei

De kolblei is een eurytope vissoort, goed aangepast aan verschillende habitats, maar heeft een duidelijke voorkeur voor stilstaande tot langzaam stromende, eutrofe wateren zoals meren, kanalen, plassen en poldergebieden. Voor het paaïen zoekt de kolblei ondiepe, vegetatierijke zones met zachte substraten op, bij voorkeur nabij begroeide oevers met voldoende structuur. Volwassen kolbleien migreren actief gedurende het voorjaar, vaak over matige afstanden binnen één watersysteem naar geschikte paaïgebieden. Jonge exemplaren verblijven na het paaïen in ondiepe vegetatiezones waar voedsel en beschutting voldoende aanwezig zijn. In Nederland is opvallend dat kolbleien, hoewel ze in staat zijn langere afstanden te migreren, meestal relatief korte afstanden migreren binnen lokale watersystemen om te paaïen. Kolblei en brasem hebben vergelijkbare habitatvereisten en migratiepatronen, maar brasems migreren doorgaans actiever, vormen grotere scholen en hebben een iets grotere tolerantie voor minder vegetatierijke habitats. De kolblei blijft meestal kleinschaliger migreren en toont een nog sterkere voorkeur voor dichtbegroeide en ondiepe oeverzones.



Figuur 7-13: Kolblei. Bron: Sportvisserij Nederland.

Paaimigratie	Mei – juni
Migratieafstand	Meestal < 10 km, incidenteel verder
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 20-40 cm/s Sprintsnelheid tot 60 cm/s maar mogelijk hoger zoals bij Brasem.
<i>Bron: De Nie (1996); Kranenbarg et al. (2002); Lucas & Baras (2001); Winter & Fredrich (2003); Ovidio & Philippart (2002)</i>	

Vetje

Het vetje is een limnofiele, oppervlaktegerichte, en vegetatiegebonden vissoort, die vooral voorkomt in helder tot matig troebel, plantenrijk en relatief ondiep stilstaand water zoals plassen, sloten en polderwateren. Voor het paaïen vertoont het vetje een uitgesproken voorkeur voor ondiepe oeverzones met dichte ondergedoken en drijvende watervegetatie, waar eitjes aan planten worden bevestigd. Migraties zijn bij het vetje zeer beperkt van aard: meestal beperkt het zich tot zeer korte afstanden binnen hetzelfde waterlichaam. Na het paaïen verblijven juveniele vissen en broed doorgaans langdurig in deze veilige, beschutte vegetatiezones. Specifiek voor Nederland geldt dat het vetje vaak voorkomt in kleinschalige habitats zoals ondiepe polder- en slootstructuren met een hoge dichtheid aan ondergedoken vegetatie, waar



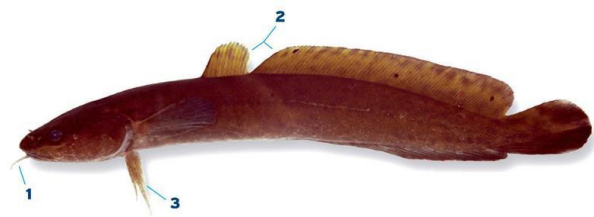
Figuur 7-14: Vetje. Bron: Sportvisserij Nederland.

lokale, kleine migraties plaatsvinden. Dit benadrukt het belang van intacte lokale habitatverbindingen en goed ontwikkelde vegetatiezones

Paaimigratie	Maart – juni
Migratieafstand	Zeer beperkt, meestal < 1km
Zwemsnelheden	Kruissnelheid 5-15 cm/s Sprintsnelheid tot 30 cm/s
<i>Bron: Kottelat & Freyhof (2007); Crombaghs et al. (2000); Spikmans & Kranenbarg (2010); De Leeuw & Winter (2008); Lucas & Baras (2001); Winter & Fredrich (2003)</i>	

Kwabaal

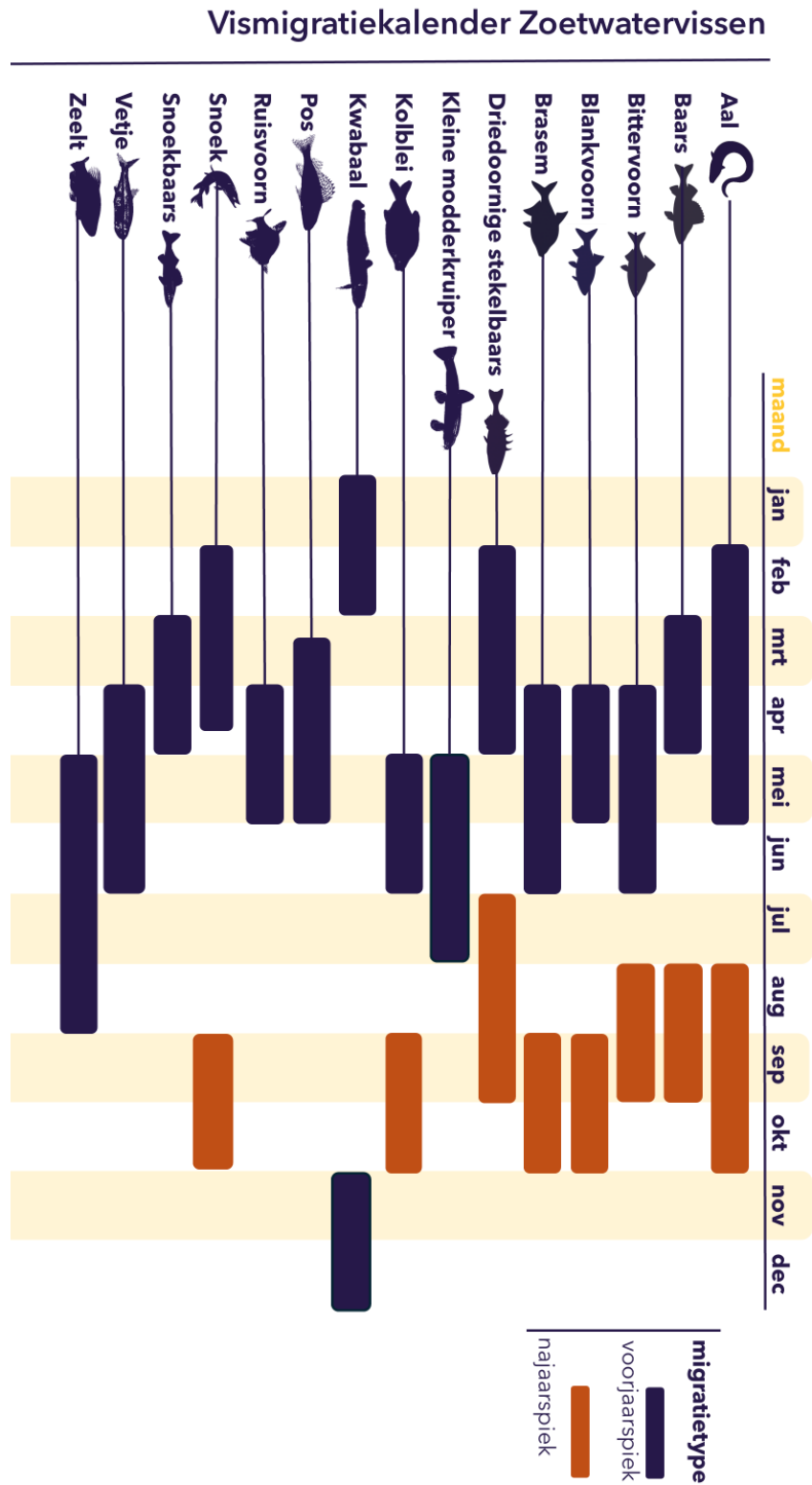
De kwabaal is een bijzondere kabeljauwachtige en koudeminnende, benthische en zuurstofminnende vissoort die vooral voorkomt in diepere, helder tot matig troebele zoetwaterhabitats zoals grote meren, diepe plassen, kanalen en langzaam stromende rivieren. Typisch voor de kwabaal is dat het paaien plaatsvindt in de winter, waarbij volwassen dieren naar relatief ondiepere en goed zuurstofrijke zones migreren, vaak naar grind-, zand- of steenachtige substraten. De soort kan aanzienlijke afstanden afleggen tijdens deze migratie, hoewel dit sterk afhankelijk is van habitatkwaliteit en watersysteem. Na het paaien trekken juvenielen doorgaans weer naar diepere wateren met koeler, zuurstofrijk water. Specifiek voor Nederland geldt dat kwabaalpopulaties afhankelijk zijn van goed verbonden habitats met helder, zuurstofrijk water en passende winterse paaiomstandigheden. Daarom is voor het behoud en beheer van de kwabaal het openhouden van migratieroutes naar geschikte winterse paaihabitats cruciaal, met speciale aandacht voor diepere waterstructuren en grindrijke substraten.



Figuur 7-15: Kwabaal. Bron: Sportvisserij Nederland.

Paaimigratie	November – februari
Migratieafstand	>10 km
Zwemsnelheden	Kruissnelheid relatief laag 20-40 cm/s. Sprintsnelheid onbekend, mogelijk ook laag gedurende migratie in koude water.
<i>Bron: De Nie (1996); Kottelat & Freyhof (2007); Lucas & Baras (2001); Winter & Fredrich (2003); Ovidio & Philippart (2002)</i>	

Bijlage 3: Migratiegegevens per vissoort



Figuur 41: Vismigratiekalender voor vissoorten die migreren tussen grote stilstaande wateren naar paaihabitat



Vismigratie vissoorten in stilstaande grote wateren

Vissoort	Migratietype	Migratie maand	Opgroeimaanden larve/juvenielen	Migratietijd stip	Positie waterkolom	Versnipperings gevoeligheid
Aal (juveniel)	katadroom	2-5		geen voorkeur	pelagisch	6
Aal (adult)	katadroom	6-10		geen voorkeur	benthisch	6
Baars	lokaal/regionaal	3-4	5-10	dag	pelagisch/demersaal	8
Bittervoorn	lokaal	4-6	6-10		pelagisch/demersaal	10
Blankvoorn	lokaal/regionaal	4-5	6-10	dag	pelagisch	5
Brasem	lokaal/regionaal	4-6	5-9	nacht	pelagisch/demersaal	
Driedoornige stekelbaars	anadroom	4-6	5-8	dag	pelagisch/demersaal	9
Karper	lokaal/regionaal	4-6	5-11		pelagisch/demersaal	
Kolblei	lokaal	5-6	6-9	geen voorkeur	pelagisch/demersaal	6
Kwabaal	lokaal/regionaal	11-2	2-5		demersaal	
Pos	lokaal	3-5			demersaal	7
Ruisvoorn	lokaal	4-5	6-10	geen voorkeur	pelagisch	6
Snoek	lokaal/regionaal	2-4	4-12	geen voorkeur	pelagisch/demersaal	9
Snoekbaars	lokaal/regionaal	4-5	5-10		pelagisch/demersaal	7
Spiering	anadroom	3-4	5-6		pelagisch	
Vetje	lokaal	4-6	6-10		pelagisch	9
Zeelt	lokaal	5-8	6-10	nacht	pelagisch/demersaal	7

Referentie: Kroes & Monden, 2005; Klein Breteler & Kranenbarg, 2000

Omgevingsgebruik en voortplantingsstrategieën

Vissoort	Voortplantingswijze	Functie oever Beschutting	Functie oever Voedsel	Paaitemperatuur C
Aal (juveniel)				
Aal (adult)	pelagofiel	x	x	
Baars	niet gespecialiseerd	x	x	8 - 14
Bittervoorn	astracofiel	x	x	
Blankvoorn	plantpaaier	x	x	12 - 15
Brasem	plant/bodempaaier	x		14-16
Driedoornige stekelbaars	plantpaaier	x	x	
Karper	plantpaaier	x	x	16-20
Kolblei	plant/bodempaaier	x	x	14-16
Kwabaal	zandpaaier	x	x	
Pos	grind/plantpaaier		x	10 - 15
Ruisvoorn	plantpaaier	x	x	15
Snoek	plantpaaier	x	x	6 - 14
Snoekbaars	niet gespecialiseerd			10 - 12
Spiering	steen/zand/grindplantpaaier			
Vetje	plantpaaier	x	x	18 - 22
Zeelt	plantpaaier	x	x	10 - 14

Referentie: Kroes & Monden, 2005; Klein Breteler & Kranenbarg, 2000



Zwemcapaciteiten

Soort	Zwemsnelheid (cm/s)		Referenties
	Sprintsnelheid	Koerssnelheid	
Aal (juveniel)			1. Tudorache, 2007
Aal (adult)	145 (5), 170 (6), 100 (12)		2. Hartgers, 2001
Baars	80 (1), 145 (12)		3. Kemper, 2000
Bermpje	62 (1)		4. Sörensen, 1951
Bittervoorn			5. Solomon & Beach, 2004)
Blankvoorn	30-40 (10), 28 -100 (1), 210-450 (12)		6. Tesch, 1974
Brasem	40-80 (8), 80 (9), 90 -100 (12)		7. Froese & Pauly, 2004)
Driedoornige stekelbaars anadroom	80 (1), 30 (2)	43 (1)	8. Lemmers e.a. 2017)
Driedoornige stekelbaars onbepaald	30-150 (3), 150 (12)		9. Riemersma & Quak, 1991
Driedoornige stekelbaars zoetwater	58 (1)	36 (1)	10. Videler, 1993
glasaal	40 (4), 50 (5) , 50 (12)	20 (5)	11. de Boer & Kroes, 2013
Karper	69 (1), 60 -170 (12)		12. Kroes & Monden, 2005
Kotblei			
Kwabaal			
Meerval			
Pos	15-30 (11), 130 (12)		
Rivierdonderpad	61 (1)		
Riviergrondel	92 (1)		
Ruisvoorn	174 (12)		
Snoek	140-280 (7), 300 - 690 (12)	44 (7)	
Snoekbaars			
Spiering			
Vetje			
Zeelt			

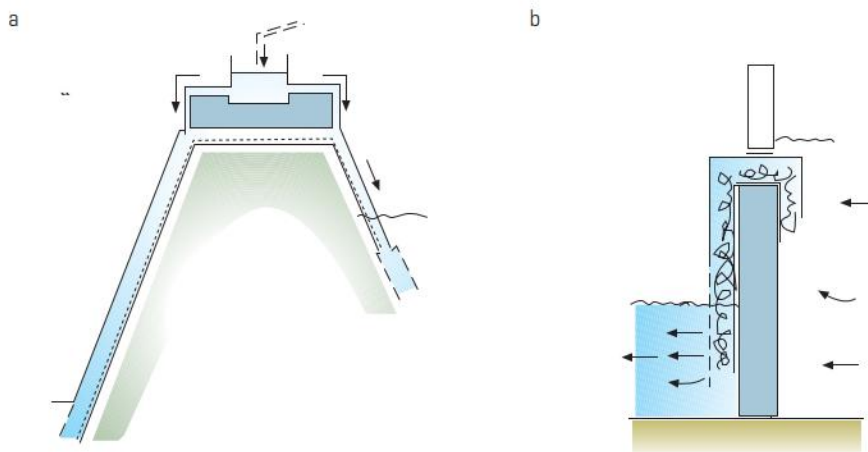
Areealgebruik en migratieafstanden van snoek, bittervoorn en kleine modderkruiper

Parameter	Toelichting	Snoek	Bittervoorn	Kleine modderkruiper
Minimumareaal (m)	Lokale populatie	500	25	2
	Sleutelpopulatie	50.000	2500	200
	Duurzame populatie	500000	25000	2000
	Duurzame populatie: zonder MVP met kerngebied	750000	37500	3000
	Duurzame populatie: zonder MVP en kerngebied	1000000	50000	4000
Dagelijkse afstand (m)		100	50	5
Migratie afstand (m)		10000	5000	1500
Referentie: Pouwels e.a. 2002; Pouwels, 2000; Klein Breteler & Kranenbarg, 2000				

Bijlage 4 Toelichting vismigratievoorzieningen

Aalgoten

Dit is een migratievoorziening die gericht is op jonge paling en glasalen, de migratievoorziening is ontworpen op de eigenschap van glasalen om kruipend en klimmend een obstakel te passeren (Figuur 7-17). Er zijn verschillende variaties van de aalgoot, maar het hoofdprincipe is een buis of goot met daarin materiaal waarop de glasaal grip kan uitoefenen om te klimmen. Over dit substraat loopt een klein waterstroompje dat vanuit het achtergelegen water wordt overgepompt.



Figuur 7-17. Twee varianten van aalgoten, links een aalgoot op een steile dam gevuld met grove structuren om te klimmen. Rechts een verticale aalgoot geplaatst op een stuw gevuld met geotextiel-mat.

Ervaringen

- De aalgoten functioneren goed bij een vijftal gemalen bij het waterschap Scheldestromen, er zat daar een vertraging van 1 à 2 weken tussen aanbod van glasaal en passage (Winter e.a. 2007).
- Bij ander onderzoek vonden de auteurs geen toename van aalactiviteit bij het verhogen van artificiële lokstroom bij een aalgoot en suggereren dat in sommige gevallen aangepast spui-beheer een betere maatregel is (Martens e.a. 2009).
- Bij een aalgoot bij Gansooijen herstelde de aalintrek na het aanpassen van de waterstroom en het substraat. Na bevestiging van kokossubstraat waar het water overheen stroomt, in plaats van deels onderdoor, functioneert die goot nu goed (Atsma & Beekman, 2017).
- Bij aalgoten in het Veurne-Ambachtkanaal met een continue waterstroom zijn de resultaten van een aalgoot zeer succesvol en bij Nieuwe Statenzijl lijkt de aalmigratie via de aalgoot temperatuursafhankelijk te zijn, deze kent een migratiepiek vanaf half april, effectiviteit was >50% (Jeroen van Wichelen en Peter Paul Schollema in Griffioen e.a. 2018).
- Effectiviteit van de aalgoot is afhankelijk van temperatuur, onder de 12 graden klimt aal nauwelijks (Podgorniak e.a. 2016).
- Bij gemaal overtoom van HHNK bleek de passage efficiëntie 17% voor glasaal (Griffioen e.a. 2018). *Pers. Mededeling Rik Beentjes: dit houdt mogelijk verband met de toegankelijkheid van de (bestaande) gemaalconstructie/bereikbaarheid van de aalgoot en minder met het ontwerp van de goot.*
- Over de zeedijk van de Oosterschelde bij gemaal Dekker was de efficiëntie 11% (Kooiman e.a. in prep).



Voordelen:

- Eenvoudig inpasbaar in constructies en technisch makkelijk te realiseren
- Er is continue migratie mogelijk

Nadelen:

- Enkel geschikt voor glasaal
- Gering debiet aanwezig waardoor deze soms lastig te vinden is door gebrekkige lokstroom
- Substraat is gevoelig voor vervuiling en aangroei
- Migratie wordt maar in 1 richting gefaciliteerd en de effectiviteit is over het algemeen laag door de hoge weerstand (Schiphouwer e.a. 2022a).

Aangepast beheer bestaande kunstwerken - Gemalen

Werking

Wanneer de gemaalpompe aanstaat, zorgt dit voor een lokstroom op het ontvangende water (van laag naar hoog). De vissen worden dan wel aangetrokken maar kunnen niet passeren en zullen vaak voor het gemaal blijven liggen. De pompe wordt in het voorjaar regelmatig aan- en uitgezet. Als de pompe wordt uitgeschakeld, wordt korte tijd (enkele minuten) water ingelaten en worden vissen, die zich in de uitstroomkolk hebben verzameld, via een inlaatleiding meegespoeld naar het lagere peil. Deze methodiek is afhankelijk van het type gemaal en de aan- of afwezigheid van een voor vismigratie bruikbare inlaatvoorziening.

Ervaringen

Het principe waarbij vissen het gemaal passeren via een naastgelegen inlaatleiding is onder meer toegepast bij gemaal Colijn (Waterschap Zuiderzeeland) en gemaal Putten (Waterschap Hollandse Delta). Soms is het ook toegepast door in te laten via de persleiding van de pompe onder meer bij gemaal Katwijk en Gouda (Hoogheemraadschap van Rijnland), Spuisluizen Nieuwe Statenzijl (Hunze en Aa's), gemaal de Helsdeur (HHNK) en gemaal Schoute (Hoogheemraadschap van Delfland).

Vissoorten

Deze maatregel bleek uiterst effectief bij een tweetal onderzoeken. Aandachtspunten zijn wel dat inlaatleidingen soms op enige afstand liggen van de uitstroomconstructie, waardoor deze minder efficiënt kan functioneren. Een tweede aandachtspunt is dat er soms sprake is van een krooshek, dat een fysieke barrière vormt grotere vissen. Dit dient mogelijk te worden aangepast, bijvoorbeeld door een aantal staven deels of geheel te verwijderen (onder het wateroppervlak). Verder is het onbekend met welke stroomsnelheid er wordt ingelaten. Een hoge stroomsnelheid voorkomt dat vissen kunnen vluchten, waardoor vismigratie middels het inlaten van water een stuk effectiever zal werken.

De voorziening werkt alleen gedurende de intervallen waarbij er water wordt ingelaten. Het aantal cycli is vaak beperkt en het inlaten is vaak voor korte periode (<1 uur), omdat anders te veel water op het lage peil wordt ingelaten en in sommige situaties zoutindringing of andere zaken rond waterkwaliteit een rol spelen.

Tweezijdige passeerbaarheid

Inlaten van aangepast beheer gemalen zijn alleen passeerbaar voor intrekende vis. De stroomsnelheid is te hoog voor vissen om er tegenin te zwemmen naar het hogere water. Bij getijdeovergangen werkt dit mogelijk anders en kunnen vissen ook naar buiten zwemmen als stroomsnelheden acceptabel zijn.



Onderhoudbaarheid

Bij het implementeren moet rekening worden gehouden met aanpassingen aan besturingsprogramma van het gemaal. Mogelijk is er enige extra onderhoudsinspanningen aan de leegloopafsluiter noodzakelijk. Bij het peilbeheer moet rekening worden gehouden met de functie vismigratie door rekening te houden het met tijdstip (periode van de dag) van malen.

Voor- en nadelen

Voordelen:

- Er is weinig extra ruimtebeslag.
- Lage kosten, wordt geïntegreerd in de bestaande infrastructuur.
- Bij spuisluisen kan een schuif direct in een spuideur ingebouwd worden waardoor deze direct aansluit op de spuirom waarin ook regulier gespuid wordt (zie onderstaande foto).

Nadelen:

- Periodiek inlaten van water kan ongewenst zijn vanuit peilbeheer of waterkwaliteitsdoelen.
- De inlaat ligt soms ver verwijderd van de gemaal uitstroom.
- Het inlaten is doorgaans vooral geschikt voor kleine vissen. (Grote) vissen met goede zwemcapaciteiten kunnen zich verzetten tegen de stroming van de inlaat.
- Er zijn meestal korte momenten om de inlaat open te zetten, waardoor vissen moeten wachten. Concentraties (kleine) vissen zijn dan extra gevoelig voor predatie.

Aangepast beheer bestaande kunstwerken - Schutsluizen

Werking

Schutsluizen met aangepast schutbeheer en een lokstroom pomp zijn te beschouwen als een voorzieningen voor de intrek van vis naar de lagergelegen gebieden. De werking is vergelijkbaar aan een vissluis, alleen worden de deuren of de rinketten in de deuren gebruikt voor het vullen en legen van de sluis.

Veelal moet een gemaal naast de schutsluis zorgen voor een aantrekkende werking van vis naar het complex. Om uiteindelijk de juiste ingang te vinden, mag het gemaal niet te veel zorgen voor een afleidende of versturende werking. Het gemaal staat dan bij voorkeur niet aan op de momenten dat de meeste vis actief is. Dit betreft in ieder geval de periode van avond tot eerste uren van de nacht. Als dat niet mogelijk is, kan ook op een lager toerental, nabij de schutsluis worden gemalen met 1 pomp in plaats van meerdere. De stroming moet dan wel zodanig zijn dat vissen met geringe zwemcapaciteiten zoals glasaal er tegenin kan zwemmen (0,2-0,3 m/s). Dan zal vis aangetrokken worden door de stroming en in de nabijheid zoeken naar een passagemogelijkheid. Schutsluizen kunnen ook los staan, zonder gemaal. Dan is bovenstaande niet van toepassing.

Ook voor de afwaartse migratie kunnen schutsluizen op deze manier worden ingezet. Hiermee is nog geen ervaring in Nederland, dit wordt verder onderzocht in het kader van slim malen en schutten van vis door de waterbeheerders rond het Noordzeekanaal.

Ervaringen

Op uiteenlopen plekken in Nederland is ervaring opgedaan met visvriendelijk schutsluisbeheer om de opwaartse migratie te stimuleren. Dit is uitgevoerd bij zowel kleine als grote overgangen binnen zoete overgangen en tussen zoet en zout water.

Vissoorten

Schutsluizen zijn over het algemeen passeerbaar gebleken voor tal van vissoorten. Aandachtspunten



zijn goede aansluiting op de knelpunten, mogelijkheden voor automatisering en om op de gewenste tijdstippen te schutten en ligging van de rinketten ten opzichte van de eisen die doelsoorten stellen (nabij bodem of oppervlak).

Tweezijdige passeerbaarheid

Bij cameraonderzoek naar de vismigratie in de schutsluis Demmerik, bleek dat uittrekkende aal afkwam op de lokstroom uit de rinketten (Kroes, 2015). Het daadwerkelijk doorschutten van aal is niet aangetoond.

Onderhoudbaarheid

Migratieregelingen op schutsluizen met handbediening zijn erg storingsgevoelig gebleken. Voor de veiligheid wordt op afstand een controle uitgevoerd of de deuren gesloten zijn met een "voeler-contact". Staat een deur ietsje open, bijvoorbeeld door wind, wordt het migratieprogramma afgebroken (med. R. Beentjes, HHNK, 2024).

Voor- en nadelen

Voordelen

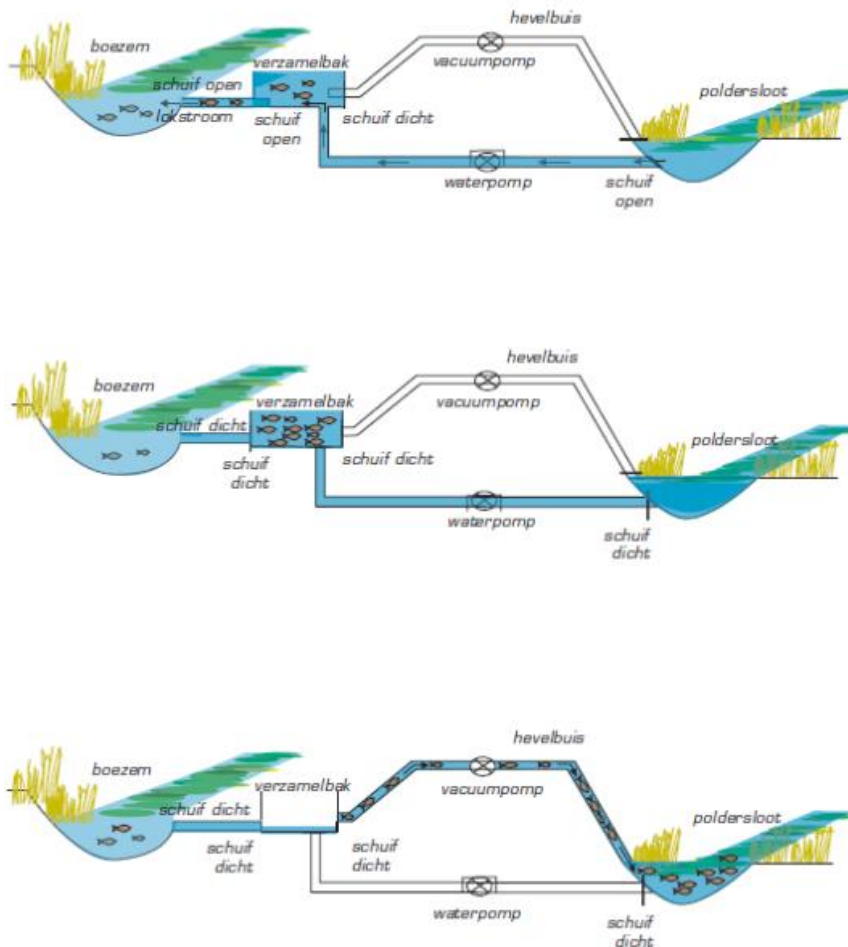
- Geringe kosten omdat oplossing geïntegreerd kan worden in het kunstwerk.
- Grote watervolumes trekken veel vis aan.
- Ook afwaartse migratie kan worden gefaciliteerd via schutsluizen.
- Speciale vismigratie software module aan de bediening van de schutsluis toevoegen.

Nadelen:

- Harde stroming in de schutkolk, waardoor vis gedesoriënteerd kan raken (Tenzij de rinketten een standmelder hebben. Hiermee kunnen de rinketten op een kleine kier worden gezet voor een gecontroleerde lokstroom zonder al te veel turbulentie).
- Niet altijd mogelijk om een geautomatiseerd schutprogramma voor vissen in te stellen. Daarnaast zijn sommige sluisen alleen via handbediening operationeel.
- Er moet steeds een groot watervolume gevuld worden dat daarna weer leegloopt. Dit beperkt het aantal schutmomenten.
- Interferentie met schuttingen van schepen.
- Schutsluizen zijn veelal onderdeel van een complex, waarbij de grootste aantrekkende werking uitgaat van een gemaal als deze in werking is.

Vishevels

Aan de hoge zijde worden vissen naar de ingang van een opvangbak gelokt met een lokstroom. Wanneer er voldoende vis is verzameld in de opvangbak wordt deze afgesloten met een schuif en vervolgens geleegd door middel van een vacuümpomp. Deze pompt het water en de vissen naar de andere kant van de dijk. Vishevels zijn met name voor kleinere vissen (<20 cm) effectief omdat grotere vissen zich tegen de aanzuigende stroomrichting kunnen verzetten.



Figuur 7-18. De werking van een vishevel: Via een pomp wordt er een lokstroom gecreëerd die vissen aantrekt naar de verzamelbak, deze heeft een open verbinding naar het hoger gelegen water. Na een tijdje wordt er gestopt met pompen, sluit de verzamelbak via een schuif en worden de vissen door middel van een vacuümpomp naar de polder overgeheveld (Kroes & Monden, 2005)

Ervaringen

Er zijn verschillende locaties waarbij vishevels zijn geïnstalleerd. De volgende bevindingen zijn gedaan:

- Vishevel gemaal Cocksdorp: Hoog aantal driedoornige stekelbaarzen dat succesvol passeert (R. Beentjes HHNK, pers. Med.)
- Vishevel gemaal Schore: Passage-efficiëntie van 59% voor glasaal en 33% voor driedoornige stekelbaars (Ploegaert, 2020).
- Vishevel gemaal Roptazijl: De vishevel slaagt erin om paling en driedoornige stekelbaars te laten migreren tussen zoet en zout (Kalt & de Vries, 2014).
- Vishevels stuw Oijense hut en stuw Berghem: Kleine individuen (15 < cm) van 12 soorten kunnen gebruik maken van de vishevel, grote vissen werden niet gemonitord. Pos lijkt de hevelpassage niet te willen gebruiken op basis van de aanbodsfiuken (Broeckx & Bergsma, 2010).
- Vooral kleinere vissen worden effectief geheveld, grotere vissen kunnen tegen de aanzuigende stroom zwemmen en in de opvangbak achterblijven (Hop, 2016).

Voordelen:

- Kan over de dijk heen worden gelegd;

- Efficiënt voor driedoornige stekelbaars en glasaal;
- Geschikt voor situaties met weinig lokstroom/afvoer;
- Weinig energieverbruik en ruimtebeslag;
- Beperkte instroom van water.

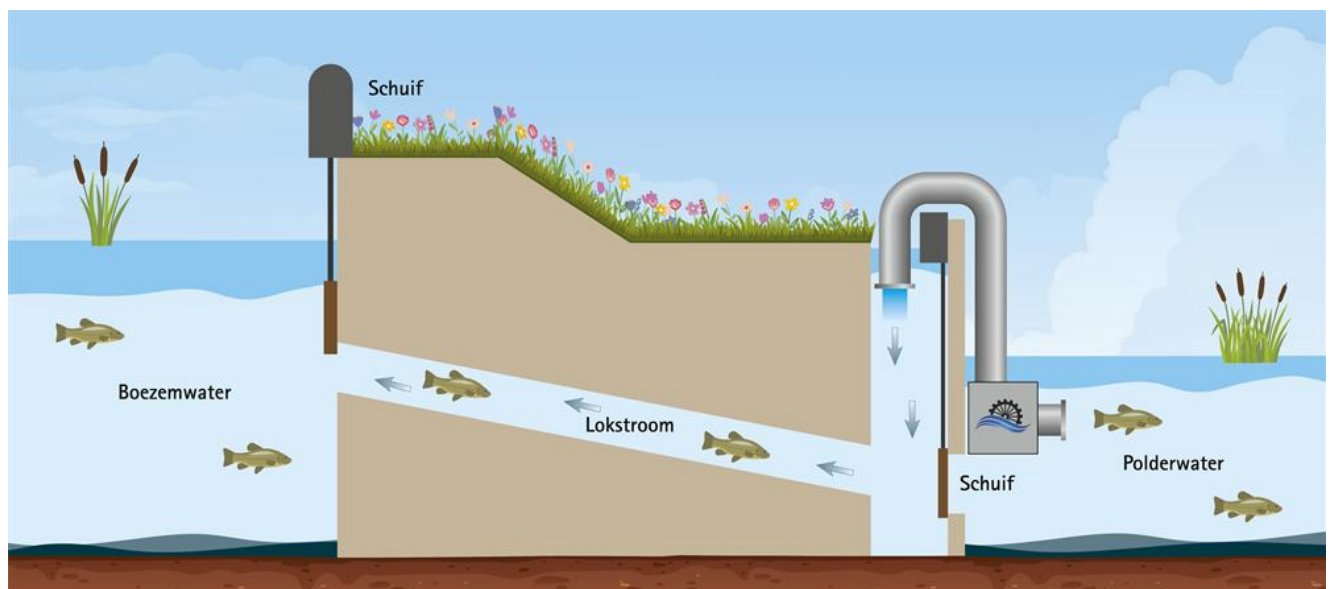
Nadelen:

- Vissen migreren niet uit vrije wil en kunnen zich tegen de zuigstroom verzetten (grote vissen);
- Ontstaan van onderdruk wat bij een hoogteverschil letsel kan opleveren;
- Continue passage is niet mogelijk;
- Bij de hoge stroomsnelheid die ontstaat kan schade aan de vis ontstaan;
- Vis kan deels achterblijven in de verzamelbak wanneer het vacuüm onderbroken wordt;
- Regelmatige inspecties nodig door veelvoorkomende storingen.

Vissluizen

Een vissluis werkt met compartimenten waarin vissen met behulp van een lokstroom worden gelokt. Compartimenten sluiten vervolgens waarna de vis wordt geschut. Er zijn verschillende typen vissluizen op de markt:

- Visluis met geoptimaliseerde lokstroompomp (Gemaal Nauerna en Overtoom, HHNK)
- Opvangbak met retourstroming
- Delfland Vislift (Hoogheemraadschap van Delfland)
- FishTrack 2.0
- Vislift-UP
- Opvangbak met retourstroming



Figuur 7-19. Voorbeeld van een vissluis passage. Vissen worden door middel van een lokstroom vanuit de boezem de buis ingelokt waarna de schuif aan boezemzijde dichtgaat en aan polderzijde opengaat, vervolgens zwemmen de vissen het lageregelegen polderwater in (Bron: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden).

Ervaringen

- Een passagerendement van 5.2% voor aal bij de vissluis bij de inlaat van stoomgemaal Vier Noorderkoggen (Schiphouwer & Kooiman, 2021).



- Een rendement van 30% voor glasaal bij de vissluis bij gemaal Schoute. Het verwachte rendement kan hier oplopen tot 70% na het verbeteren van de lokstroom locatie (dichter bij sluis), het verhogen van het aantal cycli en het verwijderen van de aanzuiging van de lokstroom zelf (Schiphouwer & Kooiman, 2022).
- Bij de vissluis bij gemaal Kadoelen van HHNK werden meerdere brasems aangetroffen die succesvol en vrij snel passeerden. Doortrekkende vissen vormden echter maar 5% van het aanbod. Het leek erop dat de brasems weinig gemotiveerd waren om naar de polder te migreren. Bij een andere vissluis bij gemaal Nauerna bleek de passage-efficiëntie ook laag te zijn voor grote vis, er werd aanbevolen om de cyclus aan te passen, waarbij vis de leiding inlokken met een openstaande buitenschuif het functioneren domineert (Griffioen e.a. 2022; en pers. mededeling rik Beentjes).
- De vissluis tussen de Nederrijn en Kromme Rijn had een rendement van 89% voor verschillende soorten, ook slechte en grote zwemmers zoals brasem konden passeren. Op basis van de resultaten wordt er geadviseerd een stroomsnelheid van maximaal 0.2 m/s te hanteren in het middensegment (Bruijn & Kemper, 2016).
- Bij gemaal Halfweg passeerden 79% van de glasalen via een opvangbak met retourstroming (Griffioen e.a. 2018).
- Bij gemaal Spaarndam passeerden een grote verscheidenheid aan vissoorten, zowel standvissen als trekvissen in uiteenlopende lengteklassen, de passage (opvangbak met retourstroming) (Kroes & Wilhelm, 2022).
- Bij gemaal Stroink werd de algemene effectiviteit van een opvangbak met retourstroming beoordeeld op 14%. Hier viel op dat vooral sterkere zwemmers zich minder snel lieten meevoeren door de retourleiding, de omkering van de stroomrichting zorgt voor desoriëntatie. Daarnaast lijkt deze voorziening niet geschikt voor benthische soorten omdat de ingang zich op 1 m van de bodem bevindt (Groen e.a. 2021).
- Een opvangbak met retourstroming lijkt vooral goed te werken voor glasalen (47%) in vergelijking met driedoornige stekelbaars (11%) (Ploegaert e.a. 2018).
- De vislift nabij de Holier-hoekse en Zouteveense polder werd getest op verschillende vissoorten en bleek een rendement van 66% te hebben, er werden ook grote individuen gezien. Kolblei passeerde het meest (93.5%). Bij de uittrek zijn alle vissoorten gepasseerd waarbij baars het meest werd gezien (77.5%). Wanneer het gemaal draait verminderd de vindbaarheid van de vislift. De periode na malen is belangrijk omdat vis dan op regionale schaal gelokt is door de stroming uit het gemaal, wanneer de stroming van het gemaal uitgaat blijft de lokstroom van de voorziening over (Hop, 2016).
- Bij de vislift bij gemaal Hongerige Wolf werd een groot aantal soorten en lengteklassen geobserveerd, grotere vissen lijken de passage gemakkelijk te passeren (Schriftelijke med. P. P. Schollema, 2024).
- Bij een monitoring van de vislift bij gemaal Schoute passeerde maar 1% van de aanwezige glasaal, dit komt door een te kort durende lokstroom (Griffioen e.a. 2018).
- Tijdens intrekmetingen van de vislift bij Gemaal Rotterdamse weg in de Zuidpolder Delfgauw werd 93% kleine vis gevangen (8-13cm). Er werd zoekgedrag waargenomen wat er op kan duiden dat de ingang van de vislift lastig te vinden is, het advies is om het gemaal in het voorjaar in de avonden extra te laten malen voor een grotere lokstroom. Intrek vond voornamelijk 's nachts plaats, uittrek was laag (6%) en wijst erop dat de polder mogelijk overwinteringsgebied is (vergelijkbaar met Koopmanspolder) (Kleppe & Koole, 2022).
- De vislift-UP laat grote aantallen vis passeren, zowel grote als kleine vis. De efficiëntie kan worden verhoogd door het aanpassen van de cycli (vaker schutten)(Kemper, 2023)
- FishTrack2.0 bleek goed te werken voor zowel grote als kleine vissen van meerdere soorten, deze konden stroomop- en afwaarts passeren (Visser & Kroes, 2015).

Voordelen:

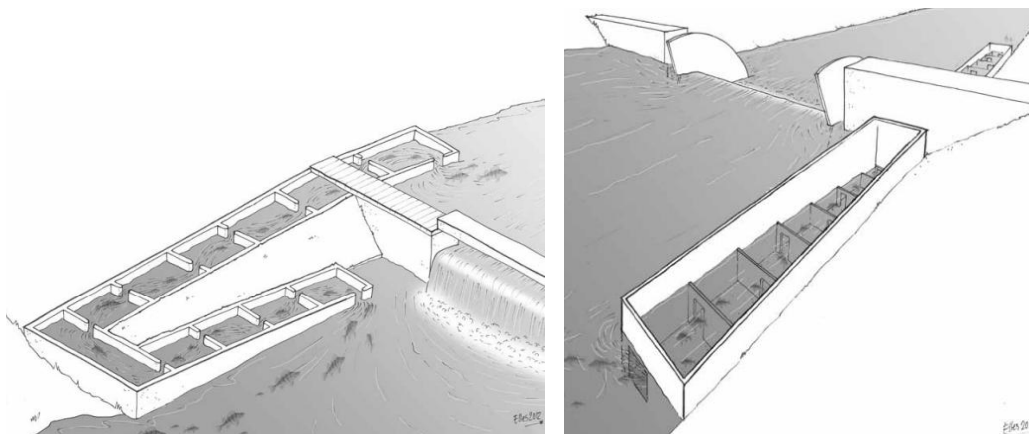
- Vis zwemt uit eigen beweging waardoor ook grote vis en sterke zwemmers succesvol passeren;
- Vismigratie in twee richtingen mogelijk;
- Energie-efficiënt doordat het debiet enkel voor de lokstroom dient, daarnaast is het waterverbruik controleerbaar;
- Goede monitoring mogelijkheden;
- Het continue handhaven zorgt voor een betere oriëntatie en dan vissen zich ook tijdens schutmomenten de sluis kunnen inzwemmen.

Nadelen:

- Een duiker door de kering heen is vereist, dit heeft relatief hoge kosten;
- Continue vismigratie is niet mogelijk door het gebruik van schuiven, tussen de schutbeurten door moet vis wachten in de leiding of verzamelbak;
- Heeft regelmatig onderhoud nodig.

Vrij verval vispassages

Deze migratievoorzieningen worden gebruikt voor migratie onder vrij verval, m.a.w. migratie van laag naar hoog. Dit betreft o.a. “V” vormige bekkenpassages, vertical slot passages, “de Wit” Passages en een combinatie tussen V-vormige bekken en vertical slot. Bekkenpassages bestaan uit verschillende poelen die worden gescheiden door schotten om zo het hoogteverschil op te heffen.



Figuur 7-20. Links een vertical slot passage en rechts een de Wit passage (Bron: Coenen e.a. 2013).

Ervaringen

- Uit onderzoek van Winter e.a. 2022 bleken alle gemerkte soorten (n>1) een vrij verval vispassage te kunnen gebruiken, daarbij ook de zwakkere zwemmers zoals Pos, kroeskarper, zeelt, grote modderkruiper en riviergrondel.
- De Wit vispassages ook geschikt zijn voor kleinere en trage vissoorten die moeite hebben om tegen een harde stroom in te zwemmen (maximale stroomsnelheid in doorzwemopeningen in de passage is <1 m/s).

Tabel 7-1 Overzicht van voor- en nadelen per type bekkenpassage.

Type	Voordelen	Nadelen
Passage met V-vormige overlaat	Gevarieerd stroompatroon met rustplaatsen	Bij zeer laag debiet te lage overstort hoogte - minder interessant bij grote peilschommeling



	Bij zeer laag debiet blijft water in de bekkens	Hoogteverschil voor bodemgebonden en slecht zwemmende vissen moeilijk
	Geschikt voor grote variatie aan debieten	Veel grondverzet bij aanleg
	Geschikt voor hoofdstromen en nevengeulen	Turbulentie ontstaat bij overstroming van dwarsbalken
	Waterpeil stroomopwaarts makkelijk te handhaven	Ontwerp vereist veel precisie
	Eenvoudige constructie met weinig onderhoud	Klassieke betonnen ontwerpen zijn ecologisch niet interessant
	Natuurlijk ogende oplossing	
Vertical slot passage	Peilfluctuaties vormen bijna geen probleem	De sleuven beperken toepassing bij grote debieten
	Geschikt bij lage debieten	Kan leeglopen bij zeer lage debieten
	Weinig ruimtebeslag	Bij stijgende benedenwaterstanden neemt het verval per bekken af
	Migratie van vis over de hele waterkolom	Oogt niet natuurlijk
	Weinig turbulente stroming	Breedte sleuven beperkt waardoor grote soorten soms moeite hebben om te passeren
	Lokstroom over de hele waterkolom	Gevoelig voor verstopping door drijfvuil
		Ontwerp vereist veel precisie
		klassieke betonnen ontwerpen zijn ecologisch niet interessant
Combinatie V-overlaat en vertical slot	Geschikt voor grote variatie aan debieten	Bij stijgende benedenwaterstanden neemt het verval per bekken af
	Natuurlijk ogende oplossing	Klassieke betonnen ontwerpen zijn ecologisch niet interessant
	Geschikt voor gebruik in de hoofdstroom	Ontwerp vereist veel precisie
	Waterpeil stroomopwaarts makkelijk te handhaven	
	Eenvoudige constructie met weinig onderhoud	
	Bij lage debieten blijft vismigratie mogelijk	
	Minder gevoelig voor peilfluctuaties	
	Lokstroom en migratie over de hele waterkolom	
	Groter debiet mogelijk (vergeleken met vertical slot passage)	
De Wit vispassage	Geschikt voor grote variatie aan debieten	Gevoelig voor ophoping drijfvuil buiten de constructie
	Minder gevoelig voor peilfluctuaties	Klassieke betonnen ontwerpen zijn ecologisch niet interessant
	Bij lage debieten blijft vismigratie mogelijk	Een minder krachtige lokstroom
	Eenvoudige constructie	Mindergeschikt voor vissen die zich boven in de waterkolom bevinden
	Waterzuinige vispassage geschikt voor vlakke gebieden	
	Ongevoelig voor drijfvuilophoping	

Bijlage 5 Verslag expertsessie

Verslag expertsessie ecologisch ontwerp visverbindingen

Datum: 9-12-2024 13:30 – 16:30

Locatie: Bar Beton Utrecht

Aanwezigen	Organisatie
Jochem Hop	Rijkswaterstaat
Wilco de Bruijne	OAK
Stephan Tukker	OAK
Martin Kroes	Kroes Consultancy
Rik Beentjes	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Mike Dijkstra	Hoogheemraadschap van Rijnland
Madeleine den Hartog	Rijkswaterstaat
Martijn Schiphouwer	RAVON
Barend de Jong	OAK
Willie van Emmerik	Sportvisserij Nederland
Tom Buijse	Deltares
Joost Lankester	RVO
Peter Jesse	Staatsbosbeheer
Rob Kroes	ATKB
Marco Beers	Waterschap Brabantse Delta
Jasper Arntz	Arcadis
Leo Nagelkerke	WUR
Ben Griffioen	WMR

Programma

13:30 Inloop;

13:40 Opening namens RWS - Jochem Hop;

13:50 Presentatie theoretisch kader incl. feedback en discussie;

14:30 Vragen aan de experts – Waarom en waar? – Groep 1 Begeleiding Wilco de Bruijne/ Barend de Jong;

- 1. Wat zijn de streefbeelden voor de grote stilstaande wateren?**
- 2. Wat in de visgemeenschap is beperkend voor het behalen van dit streefbeeld?**
- 3. Welke soorten wil je bedienen? Wat hebben die nodig om het streefbeeld te behalen?**

Vragen aan de experts – Wat en hoe? – Groep 2 Begeleiding Martin Kroes/ Stephan Tukker;

- 4. Wat voor type gebieden dienen te worden verbonden en wat voor type verbindingen passen daarbij?**
- 5. Wat zijn de belangrijkste 'triggers' die vissen helpen om verbindingen te vinden?**
- 6. Hoe krijg je afgepaalde adulte vis en juveniele vis (dispersie) weer terug naar het grote water?**

15:30 Pauze;

15:45 Presentatie resultaten en discussie - groep 1;

16:05 Presentatie resultaten en discussie - groep 2;

16:25 Afsluitende woorden;

16:30 Einde bijeenkomst.

Aanleiding



In opdracht van Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer en RVO werkt OAK Consultants aan het project “visverbindingen tussen grote water en achterland”. Het doel van dit project is te onderzoeken hoe het verbinden van het achterland met grote stagnante wateren kan bijdragen aan een gezonde visstand. Hiermee kan het aantal land-waterovergangen met geschikt paai, opgroei en leefgebied voor met name standvis potentieel worden vergroot. Het project bestaat uit een theoretisch kader, waarin alle kennis omtrent vismigratie en visverbindingen voor met name stilstaande wateren is ontsloten. Vervolgens zal in het programma van eisen concreet worden gemaakt waaraan deze visverbindingen en aan te koppelen gebieden moeten voldoen. Een expertsessie is deel van het kritisch evalueren van de kansen en knelpunten die ontstaan in dit project. In het voorliggende verslag is een samenvatting gegeven van deze sessie, met daaropvolgend puntsgewijs wat is besproken tijdens de sessie. De resultaten van deze sessie dienen als input voor het programma van eisen.

Samenvatting algemene bevindingen

Er wordt kritisch gekeken naar het nut van het maken van verbindingen tussen het grote water met kleine gebieden zoals de Koopmanspolder. Ook als er meer van dit soort gebieden bij komen.


Volgens de bevindingen tijdens de expertsessie kan dit te maken hebben met het volgende:

1. Het streefbeeld voor het IJsselmeergebied past niet goed bij de randvoorwaarden die het water meegeeft. Brasem-snoekbaars is de kenmerkende gemeenschap en zal dit blijven zolang habitat in het meer zelf niet wordt verbeterd. Streven naar meer plantminnende en zuurstoftolerante vis in het IJsselmeer is niet realistisch zolang er geen habitatverbetering op het meer zelf is.
2. Er is weinig kennis over migratiegedrag van ‘standvis’. Het is onbekend in hoeverre vissen gemotiveerd zijn om te migreren tussen achterland en het grote water. Dit is een onzekere factor bij het nemen van maatregelen.
3. Het verbinden van gebieden door (primaire) keringen is zeer kostbaar en de ingrepen zijn zeer technisch van aard. Het is mogelijk dat vissen negatieve ervaringen opdoen bij het passeren van technische visverbindingen of andere kunstwerken waardoor de motivatie om te migreren afneemt. Vooral bij uittrek lijken er problemen voor te komen. De vraag is dan ook of je beter dit geld kan investeren in het grote water zelf om bijvoorbeeld gebieden zoals de Markerwadden aan te leggen.

Het verbinden van het grote water en het achterland kan wel een meerwaarde hebben voor de visgemeenschap op grotere schaal. Het is dan wel aannemelijk dat standvis langer of vrijwel geheel in de te verbinden gebieden verblijft omdat het habitat hier meer geschikt is.

Er lijkt vooral winst te behalen op het in kaart brengen van de huidige verbindingpunten/ wateruitwisselingspunten. We moeten beter in kaart brengen hoe vismigratie van standvis rondom deze punten werkt, bijvoorbeeld bij Gemaal Blocq van Kuffeler. Er zijn meerdere gebieden waar al een grote mate van uitwisselingen van vissen tussen het achterland en grote water plaatsvinden. Uitspoeling van jonge vis uit de polders in het grote water is al aan de orde, maar deze vissen lijken nergens terecht te kunnen. Daarom wordt er geadviseerd om de volgende zaken aan te pakken:

1. Het inrichten van de aanzwem- en landingszones van huidige wateruitwisselingspunten met geschikt habitat. Zodat vissen meer worden gelokt naar de verbinding en uittrekkende vissen terecht kunnen in een geschikte zone (in een veelal kaal meer).
2. Focus op habitat verbetering in het grote water zelf, waar dat mogelijk is. Om vooral opgroeiende vissen te kunnen faciliteren. Achterliggende gebieden met geschikt paaigebied hebben pas nut als opgroeiende vissen in het grote water enige mate van beschutting en habitat vinden.

- 
3. Het verbinden van gebieden dient zo min mogelijk technische knelpunten te hebben, een zo laag mogelijk hoogteverschil te overbruggen en de voorkeur voor hoger liggende gebieden die door middel van uitspoeling worden verbonden aan het grote water (Bijvoorbeeld snoekpaaiplaatsen). Aanvullend zijn hierop de ontwerpseisen van toepassing die te maken hebben met geschikt debiet, lokkende werking van het water (verblijftijd van het water), grote doorgang bij verbindingpunten etc.

Discussie en feedback theoretisch kader

Motivatie voor migratie van standvis

Voor vismigratie heb je lokstroom nodig, maar je moet ook onderscheid maken in doelsoorten. Bij trekvis en standvis werkt het principe van lokstroom anders. Als een glasaal stroming van een gemaal oppikt dan wordt hij aangetrokken, dit gebeurt maar 1x in de levenscyclus. Bij paairijpe standvis is dit meerdere keren, vaak jaarlijks. Hiermee kan standvis enigszins leren dat ze bepaalde verbindingen kunnen gebruiken. Er zijn verschillende voorbeelden dat vissen weten dat ze van A naar B kunnen zonder lokstroom.

Motivatie om te migreren van veel soorten standvis is niet bekend. Sommige overgeplaatste vissen willen gelijk terugzwemmen na overplaatsen. Het kost ook vaak wat tijd voordat vissen gebruik maken van een migratievoorziening, waaraan het precies ligt bij standvis weten we niet zo goed.

Eigenlijk is er weinig bekend over gedrag van vissen tijdens het passeren van een verbinding tussen stilstaande wateren. We weten te weinig over negatieve ervaringen van vissen in een visverbinding, en wat deze ervaringen voor gevolgen hebben. Het is aannemelijk dat negatieve ervaringen bij visverbindingen ervoor kunnen zorgen dat deze de volgende keer worden vermeden.

Streefbeeld

In het water zelf maatregelen nemen is altijd beter. We willen de vissen iets tegennatuurlijks laten doen – het migreren van hoog naar laag, door in een technische constructie te zwemmen waar mogelijk negatieve herinneringen bij ontstaan.

Er is ook geopperd dat het misschien een illusie is om plantminnende vis terug de kale bak (IJsselmeer) in te krijgen. Het zou interessant zijn om de productie van jonge vis in de Markerwadden tegenover de productie van de koopmanspolder af te wegen om te zien hoe zich dat verhoudt ten opzichte van de investering per ha habitat. Welke investering levert het meeste op per eenheidsprijs?

Welke visstand streef je na? Het verschilt of je te maken hebt met meren of lijnvormige wateren. Welke visstand is realistisch → we moeten ook laag in nutriënten zitten om dat systeem in evenwicht te krijgen. De huidige visstand past bij de huidige habitat.

We moeten verscheidenheid aan leefgebieden hebben, er mogen ook brasemwatertypen voorkomen. In het IJsselmeer heb je geen grote natuurlijk peilfluctuaties dus moeten we misschien een ander doel nastreven. We hebben te maken met een habitatprobleem, meer dan een verbindingprobleem.

Er wordt gewerkt aan een koepelrapportage PAGW van de streefbeeld voor grote wateren. Daarin wordt gerefereerd aan de waarden zoals in het rapport (benodigde percentages oppervlakte submerse vegetatie etc.). In de buurt komen van referentiewateren is bij sterk veranderde wateren zoals het IJsselmeer onrealistisch, maar alles wat daarin in bijdraagt is mooi meegenomen. Een meer met een diversere visstand door een grotere variatie aan habitat draagt bij aan een gezonder ecologisch systeem.



Het nut van aan te koppelen gebied

De Koopmanspolder is veel te klein om effect te hebben op IJsselmeerschaal. Waar is eigenlijk wel ruimte voor dusdanig grote projecten in het achterland? -> Er loopt een preverkenning naar achteroevers die in aanmerking komen als paaigebied. Dit zal de komende tijd meer duidelijk worden.

De vraag is vooral: Wat is er nodig om andere gebieden te verbinden, zodanig dat ze werkelijk iets gaan toevoegen aan het gehele systeem?

Twee dingen zijn belangrijk:

1. Habitat/overgangen voor vis zelf;
2. Effecten van aanzanding/sedimentatie en uitwisselingen stoffen en nutriënten.

Wat is effectief op schaal IJsselmeer? Koopmanspolder in meervoud zou misschien kunnen? Anderzijds hoe krijg je de vis uit de achteroevers terug het grote water op?

Welke opties ga je uitwerken? Ook hoger gelegen gebieden zoals snoekenpaaiplaatsen bij Delfland en Binnenschelde? Hoger gelegen gebieden aankoppelen en laten uitstromen is makkelijker dan omgekeerde vismigratie waarbij vissen door een gemaal moeten -> In de ontwerpeisen worden meerdere opties uitgewerkt.

Het idee van gebieden aan elkaar koppelen is leuk, maar praktisch gezien is het moeilijk. Het beleid van waterveiligheid moet worden aangepast om gebieden robuuste te kunnen verbinden. Daarom heb je een goed verhaal nodig om de verbinding te maken.

Groepsdiscussies

In dit onderdeel zijn twee groepen apart gaan zitten om over de volgende vragen te discussiëren:

Groep 1:

1. Wat zijn je streefbeelden voor de grote wateren?
2. Wat in de visgemeenschap is beperkend voor het behalen van je streefbeeld?
3. Welke soorten wil je bedienen? Wat hebben die nodig om het streefbeeld te behalen?

Groep 2:

4. Wat voor type gebieden moet je dan aankoppelen om je streefbeelden te bereiken, welke oppervlaktes? Voorstel voor verbindingen bespreken.
5. Wat zijn de belangrijkste triggers die vissen helpen om locaties te vinden?
6. Hoe krijg je afgepaaide adulte vis en dispersie van juvenielen weer terug naar het grote water?

Hiervoor kregen de twee groepen ongeveer 30 minuten, om vervolgens de bevindingen te delen aan elkaar.

Samenvatting en feedback groep 1

Streefbeelden

De conclusie van de Koopmanspolder is, dat het gebied goed is voor de lokale natuurwaarden maar geen meerwaarde heeft voor vis in het IJsselmeergebied. Het IJsselmeersysteem is een groot systeem dus je moet groot denken, grote maatregelen en grote gebieden aantakken is nodig om iets voor elkaar te krijgen. De randzones zijn daar te klein voor. Er is op dit moment geen eenduidigheid m.b.t. het streefbeeld, met instrumenten zoals de KRW, PAGW, N2000 en TBES.



Het IJsselmeergebied is een deltagebied, we hebben vanuit de KRW-doelstellingen om voedingsstoffen in het meer naar beneden te halen. Maar dat is best een aparte opgave gezien het feit dat je in de monding van een Delta werkt. De KRW-maatlatten voor de meren zijn veelal gericht op helder(der) en plantenrijk(er) water, veelal gaat dit gepaard met een lage(re) visbiomassa (maar wel grotere diversiteit), maar het IJsselmeer heeft veel diep water met veel vertroebeling door wind etc.

Doelsoorten en migratie

Anderzijds is er een probleem met migratie: Hoe krijg je vis de randgebieden in en vooral uit. De brasem is vaak een voorbeeldsoort, we weten nog niet helemaal waarom deze vis migreert. Een aantal vissen kunnen volledige cyclus in het meer voltooien, dus je kunt beter het IJsselmeer zelf verbeteren, of grote gebieden zoals de Friese boezems verbinden. Daarbij komt kijken dat je de verbindingzones goed moet inrichten, zowel het voor- als achterportaal.

Kennishiaten

- Markerwadden: zien we daar nu effect van?
- Wat gaat de vismigratierivier doen?
- Migratiegedrag brasem en andere standvissoorten?
- Is de passage van visbroed bij gemalen per ongeluk of bewust?
- Wat zijn plekken waar vismigratie belangrijk is, en waarom willen vissen daar migreren?

Overige discussiepunten

- Er wordt door de groep geconcludeerd dat er ook troebel water in zo'n systeem mag zijn. Maar dat de land-waterovergangen een divers habitat dienen te bieden aan verschillende soorten vissen.
- De verwachting van de expertgroep is dat het verbinden van diep troebel meer met ondiepe wateren geen effect op de visstand van het diepe troebele meer zelf.
- Het gebied is nu al gedifferentieerd met heldere, troebele, diepe en ondiepere zones. We moeten minder inzoomen op de verbindingen maar op het grotere water zelf.
- Je kunt per soort kijken wat er nog nodig is, want sommige soorten hebben het wel goed in het systeem. Dit veronderstelt wel weer dat je weet welke soorten je wilt hebben en nodig hebt.
- Het verbinden van gebieden kan ook van invloed zijn op de visstand in het achterland.
- Wat weten we van de huidige verbindingpunten, wat daar de behoeften is van vis? We hebben nu onvoldoende in beeld waar precies de behoefte is per verbindingpunt. Bij sommige punten spoelt al jonge vis uit naar het IJsselmeer.

Samenvatting en feedback groep 2:

Samenvatting

Het aansluiten op bestaande uitwisselingspunten is belangrijk. Er is al een hoop aanvoer van jonge vis richting de grote wateren, die 'verdwijnen' in het systeem. Dus we moeten buitendijks ook habitat bieden, dit habitat versterkt ook de verbinding zelf. De te verbinden gebieden dienen zo min mogelijk knelpunten te hebben. Uitdagingspunt blijft dat grote vissen slecht via gemalen kunnen of willen uittrekken. Er zijn verschillende opties mogelijk voor uittrekkende vissen bij deze knelpunten, die technisch van aard en duur zijn.

Concreet willen we grote verbindingen maken en buitendijks moet er een groot gebied komen dat habitat biedt aan jonge opgroeiende vissen die zijn uitgespoeld vanuit de omringende gebieden. De



vraag is hoeveel habitat er nodig is. Je kunt pas gebieden verbinden als er ook habitat in het grote water zelf is voor opgroeiende jaarklassen.

Kennishiaten

De vis moet voldoende motivatie hebben anders heeft een verbinding niet zo veel zin. Hoe komen we daarachter? Advies: Op één locatie iets maken en zo snel mogelijk starten met monitoren om erachter te komen wat vissen voor gedrag vertonen en wat wel/niet werkt.

Bij de Gemaal Blocq van Kuffeler is de vraag of brasems daar elk jaar komen, waarom ze daar komen en wat hun gedrag en motivatie is.

Heeft water een lange verblijfstijd nodig in het aangekoppelde gebied om aanlokkend genoeg te zijn voor vissen in de grote wateren?

- Voor gerichte paaimigratie zoals bijvoorbeeld van snoek is dit niet per se nodig, deze soorten vertonen 'homing' gedrag en weten deze gebieden wel te vinden. Uit ervaringen van de Binnenschelde blijkt dat snoek ook het paaigebied weet te vinden terwijl het water een korte verblijfstijd heeft.
- Inlaat- en uitlaatpunten liever wel ver van elkaar aanleggen omdat de langere verblijfstijd van het water er mogelijk voor zorgt dat de aantrekking hoger wordt voor een aantal soorten. Het water neemt de smaak/geur, nutriënten etc. aan van het gebied. Dit zal dus per soort kunnen verschillen, hier weten we niet genoeg over.

Kansen

Grote succesverhalen liggen misschien in gebieden die hoger liggen zodat ze af kunnen stromen naar het grote water, dit is minder complex qua verbinding. Je kunt gebieden zowel verbinden met uit elkaar liggende punten of een verbinding zoals vertical slot waardoor vissen in- en uit kunnen trekken.