


**Vismigratie Rijn-Maasstroomgebied – samenvatting
op hoofdlijnen**

RWS Zuid-Holland

Rapportnummer: 20110414/001
Status rapport: Definitief
Datum rapport: 20 mei 2011

Auteur: J. Hop
Gecontroleerd: F.T. Vriese

paraaf: 
paraaf: 

Opdrachtgever: RWS Zuid-Holland
Postbus 556
300 AN Rotterdam
Projectbegeleider: A.W. Breukelaar (RWS Waterdienst)

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	1
2 INTERNATIONALE AFSPRAKEN	2
3 VISSOORTEN IN RIVIER EN MONDING.....	4
4 MIGRATIEROUTES EN AANTALLEN.....	6
4.1 Rijn- en Maasstroomgebied.....	6
4.2 Zalm/zeeforel	7
4.3 Europese aal.....	10
4.4 Houting.....	12
4.5 Elft.....	13
4.6 Fint	14
4.7 Zeeprik	14
4.8 Rivierprik	15
4.9 Overige soorten	15
5 KNELPUNTEN IN- EN UITTREK RIJN-MAASSTROOMGEBIED.....	17
5.1 Algemeen.....	17
5.2 Visserij	17
5.3 Passeerbaarheid.....	17
5.4 Predatie.....	18
5.5 Afvoer.....	18
5.6 Temperatuur	19
5.7 Haringvlietdam	19
6 EFFECT VAN DE KIER OP DE VISSTAND.....	23
6.1 Algemeen.....	23
6.2 Fysiologisch overgangsgebied en uitspoeling van zoetwatervis	23
6.3 Ontwikkeling van diadrome soorten bij toepassen Kier.....	23
6.4 Ontwikkeling overige soortgroepen bij toepassen Kier.....	24
7 LITERATUUR.....	27

1 INLEIDING

De Rijn-Maasmonding vervult een belangrijke functie als migratieroute voor trekvisen als zalm en zeeforel. In het stroomgebied van de Rijn en Maas zijn de populaties van deze soorten de afgelopen eeuw echter dramatisch achteruit gegaan of zelfs geheel verdwenen. In internationaal verband zijn afspraken gemaakt om de oorzaken van deze teruggang aan te pakken, waarbij eveneens andere migrerende vissoorten van belang zijn. Op dit moment is de waterkwaliteit sterk verbeterd, paaiplaatsen zijn of worden hersteld, barrières zijn of worden opgeheven en diverse herintroductieprogramma's zijn op gang gebracht (w.o. zalm, houting, elft).

Dit document geeft een overzicht van de belangrijkste kennis met betrekking tot vismigratie in het Nederlandse Rijn-Maasstroomgebied. Na deze inleiding wordt eerst ingegaan op de internationaal gemaakte afspraken en regelgeving met betrekking tot vismigratie. In het volgende hoofdstuk wordt aangegeven wat de meest karakteristieke vissoorten zijn in dit kader. Van een deel van deze vissoorten zijn de migratiepatronen de afgelopen jaren door middel van telemetrie-onderzoek vastgesteld. Hierbij is aandacht geschonken aan de stroomafwaartse als stroomopwaartse migratie. Deze migratiepatronen worden in hoofdstuk vier besproken. Hoofdstuk vijf behandelt de knelpunten met betrekking tot de verschillende vormen van vismigratie. Tenslotte wordt in het laatste hoofdstuk een schets gegeven van het effect dat de Kier kan bewerkstelligen in relatie tot vismigratie en het visbestand in het Haringvliet en de Nederlandse rivieren.

Voor specifieke informatie over bepaalde aspecten betreffende vismigratie, zoals genoemd in dit document, wordt verwezen naar bijbehorende referenties.

2 INTERNATIONALE AFSPRAKEN

De stroomgebieden van de grote rivieren die door ons land stromen zijn niet gebonden aan landsgrenzen. Door de toenemende samenwerking binnen Europa is dan ook te zien dat beleid en beheer rond deze rivieren steeds vaker internationaal wordt vastgesteld. Onderstaand volgen de belangrijkste internationale (Europese) richtlijnen met betrekking tot vismigratie binnen (enkele) Europese rivieren.

- Masterplan trekvissen Rijn. Sinds 1987 coördineert de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) de uitvoering van het programma “Zalm 2000”, dat de herintroductie van de zalm, zeeforel en andere anadrome trekvissen in de Rijn tot doel heeft. De inspanningen van “Zalm 2000” zijn voortgezet met het programma “Rijn 2020” en de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water. Tijdens de “Rijnministersconferentie” op 18 oktober 2007 hebben de ministers hun bereidheid bekrachtigd om in de hoofdstroom van de Rijn (tot aan Basel, Zwitserland) en in de prioritaire zalmwateren de passeerbaarheid voor vis stapsgewijs te herstellen. De verbetering van de passeerbaarheid van wateren voor vis is een fundamentele eis die wordt gesteld aan stromende wateren, maar eveneens aan sterk veranderde waterlichamen. In het Masterplan is ondermeer de volgende zinsnede opgenomen (met betrekking tot de Rijndelta): “Tot 2010 concentreert de verbetering van de vispasseerbaarheid zich op het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen door een visvriendelijk sluisbeheer”.
- Masterplan trekvis Maas (concept). In het kader van de implementatie van de KRW en de toepassing van de Aalverordening (EG) nr. 1100/2007, heeft de Internationale Maascommissie (IMC) een Masterplan (concept) laten opstellen. Dit Masterplan heeft tot doel de initiatieven voor het herstel van de ecologische continuïteit in het kader van de beheerplannen van de KRW en van de Aalbeheerplannen op elkaar af te stemmen met als doel levensvatbare populaties van diadrome trekvissen te krijgen. In het Masterplan wordt met betrekking tot de kwestie van de stuwdammen en de ecologische continuïteit als actie gesteld: “Verbetering van de verbinding tussen de Noordzee en het Haringvliet in Nederland (het project de Kier, gedeeltelijke opening van de Haringvlietspuisluizen bij vloed)”.
- Benelux beschikking vrije vismigratie. Al in april 1996 heeft de Benelux Economische Unie besloten tot de “Beneluxbeschikking vrije vismigratie” (in 2009 is deze herzien). Door middel van deze beschikking verzekeren de regeringen de vrije migratie van vissoorten, zowel internationaal als regionaal. De hindernissen die voor de vrije vismigratie van groot belang zijn (eerste prioriteit) zijn minimaal degenen die zich bevinden in de hoofdlopen van de grote stromen (Schelde, Rijn en Maas), met inbegrip van de mondingen. De door de Beneluxregeringen opgestelde beleidskaarten vormen het werkinstrument om de grensoverschrijdende samenwerking te concretiseren, waarbij waterbeheerders kunnen meewerken aan de ontsluiting van hetzelfde netwerk van waterlopen. De Beneluxbeschikking vrije vismigratie heeft duidelijke deadlines (2015, 2021 en 2027), duidelijke verplichtingen en een realistische visie op de haalbaarheid hiervan.
- Europese Kaderrichtlijn Water. Op 23 oktober 2000 is Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid aangenomen. Deze richtlijn, beter bekend onder de naam Europese Kaderrichtlijn Water, is in het leven geroepen ter verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. De overheid stelt hierbij de normen vast voor de verschillende kwaliteitselementen, waaronder vis. De uitvoering van de Europese Kaderrichtlijn Water schept de nodige verplichtingen en biedt tegelijkertijd veel mogelijkheden. Doordat Nederland in de mondingszone van de stroomgebieden van Maas en Rijn ligt, is de waterkwaliteit voor een belangrijk deel afhankelijk van het buitenland. Door de invoering van de richtlijn dienen bovenstrooms gelegen landen maatregelen te nemen ten behoeve van een goede waterkwaliteit, waar Nederland van profiteert. Anderzijds geldt evenzo dat Nederland inspanningen dient uit te voeren om positieve effecten bovenstrooms te bewerkstelligen. Maatregelen ter verbetering van de ecologische toestand van een water in relatie tot vissen zijn ondermeer het herstellen van zoet-zout overgangen per stroomgebied (Rijn, Maas,

Schelde en Eems), ter bevordering van vismigratie. Daarnaast dienen vispassages te worden aangelegd bij migratiebarrières.

- EU Aalverordening. In 2007 is door de Ministerraad van de Europese Unie een voorstel van de Europese Commissie aangenomen voor een "Verordening tot Vaststelling van Maatregelen voor het Herstel van het Bestand van Europese Aal" (Commissie van de Europese Gemeenschappen, 2007). De uitwerking, de keuze van beschermingsmaatregelen en de implementatie daarvan zijn aan de lidstaten opgedragen. (Met betrekking tot de EU-aalverordening is de laatste jaren in Nederland een vangstverbod voor schieraal van kracht geweest voor de maanden september, oktober en november, teneinde de uittrek van schieraal te maximaliseren. Inmiddels is er vanaf 1 april 2011 vanwege de dioxineproblematiek een jaarrond vangstverbod voor aal (voor een lijst van aangewezen wateren).

3 VISSOORTEN IN RIVIER EN MONDING

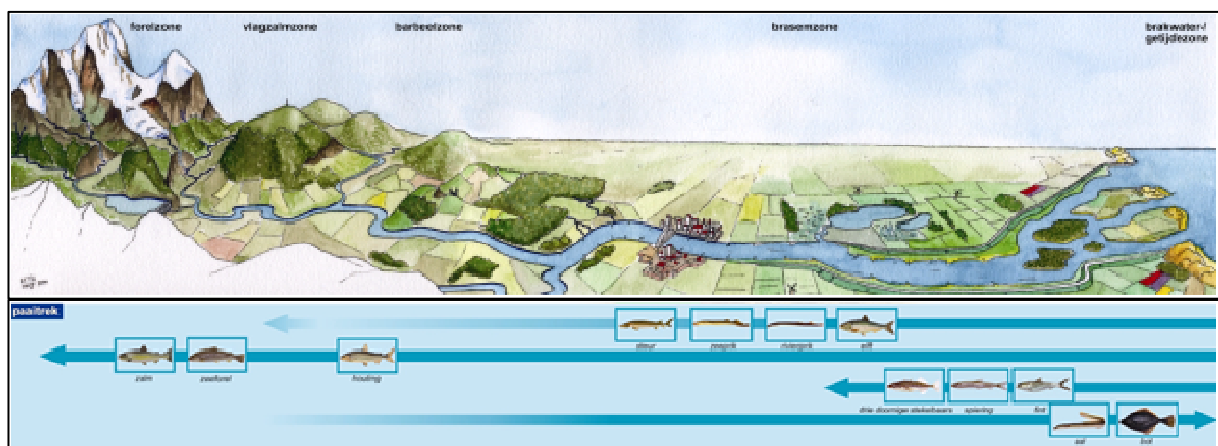
In een riviersysteem kan een grote variëteit aan vissoorten voorkomen, waarbij de soortensamenstelling specifiek is voor een bepaalde zone van het systeem. Het grootste deel van het stroomgebied van rivieren bestaat uit zoet water, waar de zoetwater soorten leven. Deze zoetwater soorten zijn te verdelen in soorten met een voorkeur voor stilstaand water (limnofiel), stromend water (rheofiel) of zonder specifieke voorkeur (eurytoop). Verder benedenstreams, in het intergetijdengebied en het estuarium, wordt de invloed van het zoute water en de getijden zichtbaar op de visstand. In dit deltagebied kan een grote diversiteit aan vissoorten aangetroffen worden, te verdelen in de volgende soortgroepen:

- Diadrome soorten. Deze soorten planten zich voort in zoet water, maar groeien op in het zoute zeewater (anadrome soorten) of vice versa (katadrome soorten);
- Estuariene soorten. Deze vissoorten kunnen hun hele levenscyclus in het estuarium vervullen, op de overgang van zoet en zout water;
- Mariene soorten. Mariene soorten leven normaliter in het zoute water. In het estuarium is er binnen deze groep onderscheid te maken in de mariene juvenielen (zoutwater soorten waarvoor het estuarium als opgroeigebied kan functioneren) en de mariene gasten (zoutwater soorten die in een vast seizoen of onregelmatig het estuarium kunnen opzoeken);
- Zoetwater soorten. De zoetwater soorten bevinden zich nabij de monding van een rivierenstelsel voornamelijk in de zoetwatergetijdenzone. Afhankelijk van de zouttolerantie worden soorten soms ook in (zwak) brakke zones aangetroffen.

In het Nederlandse Benedenrivierengebied geldt dat de visgemeenschap die zich in een zoet-zoutgradiënt bevinden, maximaal uit circa 150 soorten bestaat. In de praktijk blijkt echter dat circa 60 vissoorten met enige regelmaat en redelijke dichtheid verwacht mogen worden (Van Beek, 2000). In Hop *et al.* (2011) wordt verder ingegaan op de vissoorten die in de mondingzone van een rivier, en daarbij specifiek het Haringvliet, aanwezig kunnen zijn.

Van de vissoorten die in een zoet-zoutgradiënt kunnen voorkomen, behoren de typische lange afstand migranten tot het gilde van de diadrome soorten. Doordat de paaigebieden van deze soorten ver verwijderd van de opgroeigebieden kunnen liggen, is er een noodzaak voor migratie. Kenmerkende migrerende soorten zijn de Atlantische zalm, zeeforel en Europese aal, maar ook soorten als houting, steur, zeeprick, rivierprick, elft, fint, driedoornige stekelbaars, spiering en bot. Bij andere vissoorten kan eveneens migratie plaatsvinden, al zal dit vaker binnen relatief kleinere geografische grenzen zijn.

Figuur 3.1 geeft het stroomgebied van een rivier schematisch weer met daaronder de kenmerkende migrerende vissoorten.



Figuur 3.1. Stroomgebied met daarin de meest bekende diadrome vissoorten en de richting en afstand van de paaitrek op de rivier (bron: Kroes & Monden, 2005)

Vismigratie kan actief dan wel passief plaatsvinden. De volgende migratiebewegingen zijn te onderscheiden (bron: Winter, 2009):

- Stroomafwaartse migratie. Vis die stroomafwaarts trekt, kan zich met de stroming mee laten voeren dan wel actief mee zwemmen en zo nog sneller stroomafwaarts te geraken. Bij nadering van verstorende of afschrikkende prikkels, zoals over korte afstand versnellende waterstromingen, vertoont vis vaak aarzelend of ontwijkend gedrag om uit een potentieel gevaarlijke situatie te blijven;
- Stroomopwaartse migratie. In stroomopwaartse richting zal vis actief zwemmend de weg van de minste weerstand (tegenstroom) volgen. De zwem- en springcapaciteit bepalen dan of de vis de heersende omstandigheden die bij een barrière optreden, kan passeren;
- Selectief Getijden Transport. Een speciaal geval van stroomopwaarts migratiegedrag dat aanwezig is bij vis die een natuurlijk estuarium wil binnen zwemmen. Dit mechanisme, waarbij vissen zich met de vloedstroom laten meevoeren en zich bij eb tegen de bodem ophouden (om niet terug te spoelen), is vooral van belang voor soorten met een geringe zwemcapaciteit. Daarnaast kan het energetisch voordeel bieden aan soorten met grotere zwemcapaciteiten.

In de navolgende hoofdstukken wordt verder ingegaan op de migratiepatronen van verschillende vissoorten binnen de Nederlandse rivieren (voornamelijk Rijn en Maas) en de mondingzones van zoet naar zout.

4 MIGRATIEROUTES EN AANTALLEN

4.1 Rijn- en Maasstroomgebied

Langs de Nederlandse kust bevinden zich diverse verbindingen tussen zoet- en zoutwater, al dan niet passeerbaar voor vissen. De twee grootste riviersystemen in Nederland, de Rijn en Maas, voeren hun water grotendeels af via het Haringvliet, de Nieuwe Waterweg en de Afsluitdijk (deze laatste enkel Rijnwater). De belangrijkste migratiemogelijkheden vanuit zee de rivieren op zijn dan ook de spuilsuizen in de Afsluitdijk, de Nieuwe Waterweg en de spuilsuizen in de Haringvlietdam. Zowel de Rijn als de Maas, die beiden in het Nederlandse deltagebied in zee uitmonden, vinden hun oorsprong in hoger gelegen delen van Europa.

Rijnstroomgebied

De Rijn vindt haar oorsprong in de Zwitserse Alpen en heeft een lengte van 1.320 kilometer. De rivier kan gekarakteriseerd worden als zowel een regen- als smeltwaterrivier. Het stroomgebied van de Rijn strekt zich uit over Zwitserland, Oostenrijk, Liechtenstein, België, Luxemburg, Duitsland, Frankrijk en Nederland. In Nederland splitst de Rijn zich vrijwel direct in de Waal en het Pannerdensch kanaal (dat zich vertakt in de Nederrijn/Lek en de IJssel). Op deze splitsing stroomt circa 2/3 deel van de afvoer richting de Waal en 1/3 het Pannerdensch kanaal in. Deze verdeling handhaaft zich vrijwel bij verschillende afvoeren. De gemiddelde debietverdeling tussen de Waal, Nederrijn/Lek en de IJssel bedraagt respectievelijk 67%, 22% en 11%. De Waal en Nederrijn/Lek bereiken via de Nieuwe Waterweg of het Haringvliet de Noordzee, zie figuur 4.1. De IJssel mondt uit in het Ketelmeer dat in verbinding staat met het IJsselmeer waar vandaan het water via de spuilsuizen in de Afsluitdijk de Waddenzee bereikt.

Maasstroomgebied

Het Maasstroomgebied is minder complex dan het Rijnstroomgebied en vindt haar oorsprong in Frankrijk. Het stroomgebied strekt zich uit over Frankrijk, België, Luxemburg, Duitsland en Nederland. De Maas is een typische regenrivier en heeft een sterk wisselende afvoer. Via België bereikt de Maas bij Eijsden de Nederlandse grens. Via de Bergsche Maas en de Amer stroomt het Maaswater naar het Hollandsch Diep, waar vandaan het water via het Haringvliet of de Nieuwe Waterweg de Noordzee kan bereiken.



Figuur 4.1. Monding Nieuwe Waterweg en Haringvliet (bron: Vis & Vriese, 2009) en (inzet) stroomgebied van Rijn (geel) en Maas (rood) (bron: RWS Zuid-Holland).

Migratiebarrières en vismigratievoorzieningen in de Rijn en Maas in Nederland

In de Europese rivieren bevinden zich diverse migratiebarrières voor vis. Dit kunnen stuwen, sluizen en waterkrachtcentrales zijn, waarvan er diverse zijn te vinden in het Rijn- en Maasstroomgebied. Voor het Rijnstroomgebied in Nederland geldt dat er alleen in de Nederrijn dergelijke barrières aanwezig zijn. Hier zijn in de periode 2001 tot 2004 bij Driel, Amerongen en Hagestein vistrappen aangelegd waardoor deze voor vis passeerbaar zijn. In de overige takken van de Rijn in Nederland bevinden zich geen barrières. De hoofdstroom is daardoor vrij optrekbaar tot aan Iffezheim in Duitsland. In de Maas staan een zevental stuwen nabij Borgharen, Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek, Grave en Lith. Rondom deze stuwen zijn vismigratievoorzieningen aangelegd waardoor de hoofdstroom van de Maas in Nederland (relatief recent, met het gereed komen van de vistrap bij Borgharen in 2007) geheel ontsloten is voor vismigratie.

Navolgend wordt voor enkele kenmerkende migrerende vissoorten ingegaan op de routes voor stroomopwaartse en stroomafwaartse migratie binnen het Rijn- en/of Maasstroomgebied. Veel van deze migratiepatronen zijn onderzocht en in kaart gebracht door middel van telemetrie-onderzoek met het NEDAP Trail System®. Met dit systeem is het mogelijk om vissen die voorzien zijn van een zender (transponder) te detecteren en te volgen. Nadeel is echter dat deze transponders vanwege hun afmetingen enkel geplaatst kunnen worden in vissen van enig formaat. Het is dus niet mogelijk om deze techniek op alle vissoorten of levensstadia toe te passen.

4.2 Zalm/zeeforel

De soorten zalm (*Salmo salar*) en zeeforel (*Salmo trutta*) hebben een levensloop die nagenoeg identiek is. Beide soorten trekken ver de rivieren op om zich voort te planten, waarna de nakomelingen als smolts¹ naar zee trekken om op te groeien. Bij de zeeforel kan ook sprake zijn van een standpopulatie, welke beekforellen worden genoemd. Beekforellen verblijven de gehele levenscyclus in de bovenlopen van de rivieren. Doordat de zeeforel op het moment talrijker voorkomt dan de zalm is veel van het uitgevoerde onderzoek gebaseerd op het gedrag van de zeeforel. Aangenomen wordt dat wat voor de ene soort geldt, ook geldt voor de andere soort.

In het verleden (voor 1900) realiseerden de visserijen van het Lek-Nieuwe Maasstroomgebied de hoofdmoot van de totale zalmvangsten. Dit reflecteerde de prioriteit van deze migratieroute voor deze vissoort. Als gevolg van normalisatie en verdieping van de Waal, in combinatie met de aanleg van de Nieuwe Merwede, werd de route Nieuwe Maas-Waal en in het bijzonder de route via het Haringvliet-Nieuwe Merwede-Waal relatief belangrijk. In tegenstelling tot de huidige situatie was de zalm ruim een eeuw geleden een soort die veel vaker voorkwam dan de zeeforel (Hop *et al.*, 2011).

Op dit moment bevinden de belangrijkste paaigebieden van het Rijnstroomgebied zich in het Wupper-Dhünnstroomgebied, Siegstroomgebied, Saynbachstroomgebied, Illstroomgebied, Whisper en waarschijnlijk in de Ahr (Schneider, 2009). De meeste van deze rivieren zijn grotendeels passeerbaar. In het kader van herintroductie-programma's zijn miljoenen jonge zalmen (smolts, broed en parrs²) uitgezet in de bovenlopen van deze systemen. Alleen al in de periode 1999 – 2003 betrof het 11 miljoen dieren. Ook in het Maasstroomgebied worden jonge zalmen uitgezet. De acties met het oog op herstel van deze populaties hebben als hoofddoel de paaigebieden in de Belgische Ardennen en de Duitse Eifelruur in Noordrijn-Westfalen optrekbaar te maken (Master-plan trekvis Maas).



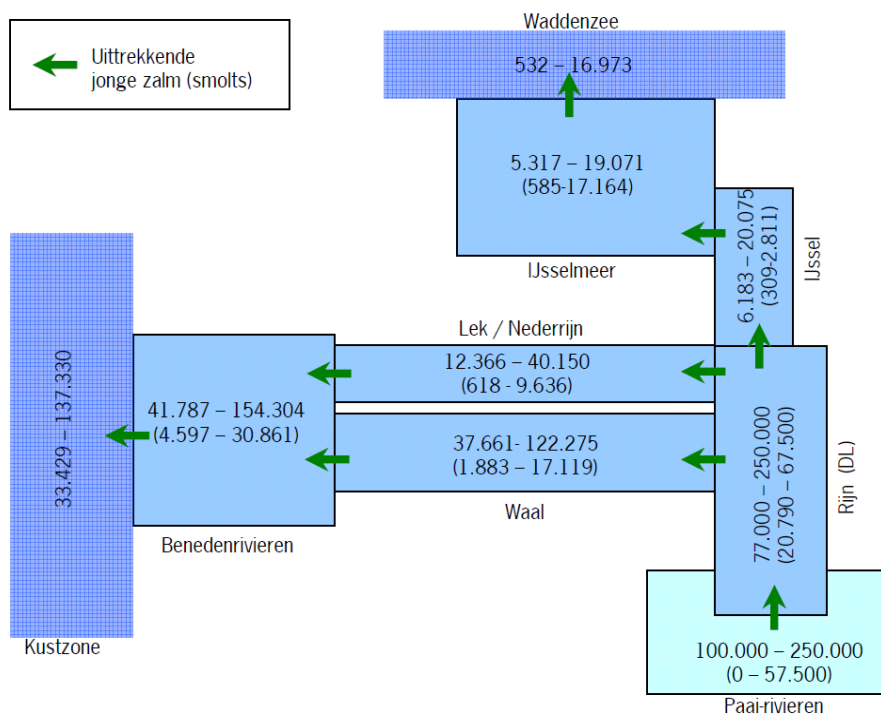
Afbeelding 4.1. Zeeforel in paaikleed

¹ Komt van "smoltification", het proces van de aanpassing van standvis naar de naar zee migrerende vorm.

² Parrs is de benaming voor juveniele salmoniden. Dit stadium wordt gekenmerkt door het vlekkenpatroon op de flanken.

Stroomafwaartse migratie (smolts)

Na één tot twee jaar in de bovenlopen van de rivieren te hebben geleefd, trekken de smolts stroomafwaarts om in zee op te groeien tot paarijpe exemplaren. Het aantal smolts dat op dit moment in het Rijnsysteem aan deze stroomafwaarts gerichte trek begint, wordt geschat in de orde van grootte van 100.000 tot 250.000 exemplaren, zie figuur 4.2 (Jansen *et al.*, 2008). Het merendeel van deze exemplaren zijn uitgezet ten behoeve van herintroductieprogramma's. Op bescheiden schaal vindt er ook natuurlijke reproductie plaats (Schneider, 2009). De omvang van de natuurlijke reproductie is niet exact bekend.



Figuur 4.2. Migratiepatronen en aantallen (indicatie van orde van grootte) van juveniele zalm binnen de Nederlandse rivieren (Jansen *et al.*, 2008). Tussen haakjes wordt het verlies per riviertraject weergegeven.

De route die tijdens stroomafwaartse migratie genomen wordt, is sterk afhankelijk van de afvoer. Het grootste aantal smolts wordt hierbij met de hoogste afvoer meegevoerd. Smolts profiteren sterk van hoge afvoeren tijdens de migratieperiode. Door de hogere stroomsnelheden wordt de eindbestemming sneller bereikt, waarbij eveneens de energiekosten lager kunnen zijn. Daarnaast is er minder sprake van oponthoudt bij stuwen en dergelijke waardoor de sterfte als gevolg van predatie afneemt. Bij het controlestation Iffezheim is dan ook een verband zichtbaar tussen de voorjaarsafvoer (smolts) en het aantal terugkeerders in de daarop volgende jaren (Schneider, 2009). De belangrijkste route voor stroomafwaartse migratie verloopt via de zijtakken van de Rijn in Duitsland naar de hoofdstroom van de Rijn om vervolgens in Nederland via de Waal verder te gaan.

Het aantal smolts dat uiteindelijk de zee bereikt ligt in de orde van grootte van circa 33.500 tot 137.000 voor het Rijnstroomgebied (Jansen *et al.*, 2008). Op basis van telemetrie-onderzoek is het percentage van smolts dat aan de stroomafwaartse migratie begint en ook daadwerkelijk de zee bereikt, vastgesteld op ongeveer 18% (Ingendahl *et al.*, in prep.). Tussen de verschillende riviertakken binnen het Rijnstroomgebied zijn hierbij wel verschillen waarneembaar. In 2008 en 2009 was het percentage smolts dat de zee bereikte uit de Sieg bijvoorbeeld lager dan uit de Wupper en Dhünn (Spierts *et al.*, 2009b).

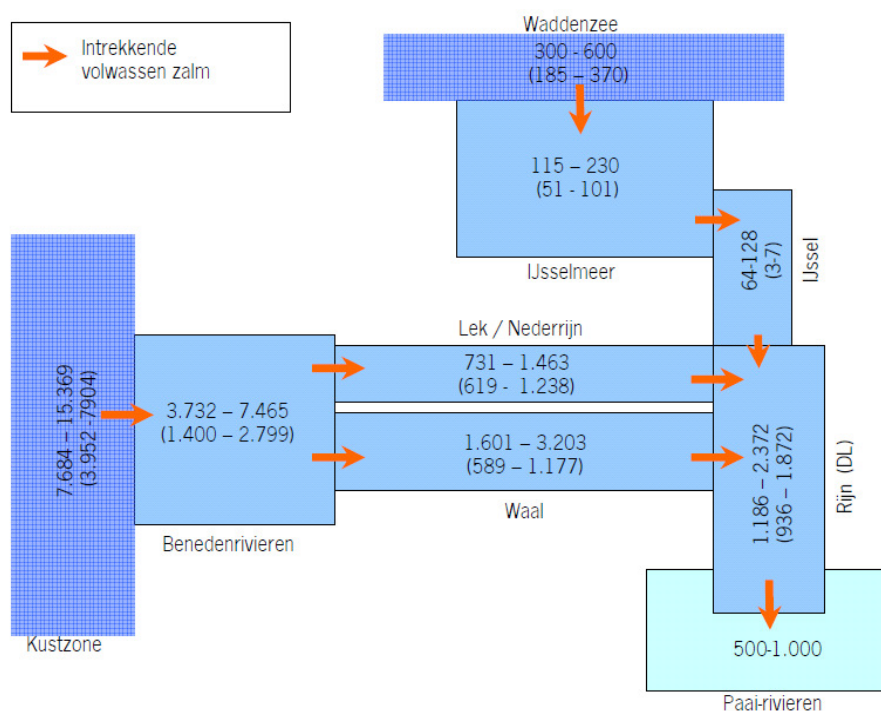
Van de smolts die uiteindelijk vanuit het Rijnstroomgebied de zee bereiken, migreerde in 2007, 2008 en 2009 respectievelijk 64%, 70% en 66% via het Haringvliet naar buiten. De resultaten van telemetrie-onderzoeken kunnen overigens niet direct worden vertaald naar het succes van de

natuurlijke smolt migratie. De smolts gebruikt in het onderzoek komen uit de aquacultuur en zijn daardoor waarschijnlijk gevoeliger voor predatie dan wilde smolts (Schneider, 2009). Ook geldt dat het telemetrisch onderzoek wordt uitgevoerd met 2 jaar oude smolts, vanwege de beperkingen die het telemetrie systeem oplegt (minimale grootte van de vis voor de transponders).

In het Maasstroomgebied is de stroomafwaartse migratie van smolts in 2009 (Vis & Vriese, 2009b) en in 2010 (Vis & Spierts, 2010b) onderzocht. In deze jaren was het aantal smolts dat de Noordzee bereikte respectievelijk 5-13% van het totale aantal vissen dat stroomafwaarts migreerde. Het aantal smolts dat in het Maasstroomgebied daadwerkelijk naar het zoute water trekt is niet bekend.

Stroomopwaartse migratie (geslachtsrijpe vissen)

Na 1 tot 3 jaar (een enkele keer meer jaren) op zee te hebben geleefd trekken de volwassen (paarijpe) zalmen de rivieren weer op, waarbij de migratierichting wordt bepaald door homing³. Het aantal volwassen zalmen dat zich voor de Nederlandse kustzone verzamelt, ligt op dit moment in de orde van grootte van circa 7.500 tot 15.500 exemplaren, zie figuur 4.3 (Jansen *et al.*, 2008). Van deze dieren trekt circa 35-40% daadwerkelijk het benedenriviergebied in (Vis & Vriese, 2009). Migratie via de Waddenzee/IJsselmeer is efficiënter, hier bereikt circa 50% het zoete water. Echter, relatief weinig salmoniden trekken via deze route. De meeste salmoniden trekken binnen via het Haringvliet of de Nieuwe Waterweg. De intrek vindt hierbij voornamelijk overdag plaats.



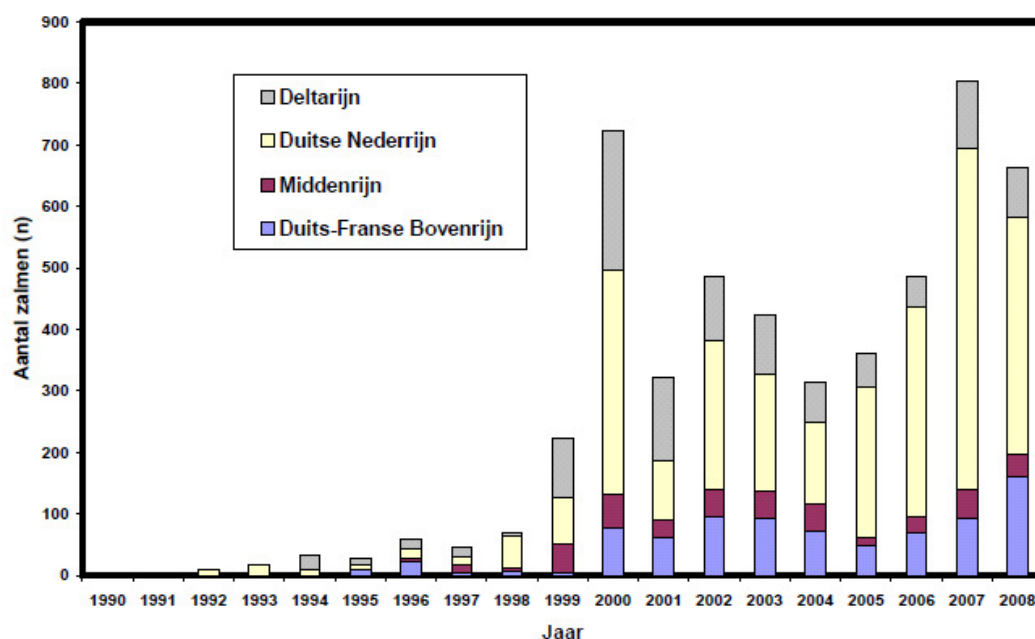
Figuur 4.3. Migratiepatronen en aantallen (indicatie van orde van grootte) van adulte zalm binnen de Nederlandse rivieren (Jansen *et al.*, 2008). Tussen haakjes wordt het verlies per riviertraject weergegeven.

Tijdens de eerste periode van het telemetrie-onderzoek (1996-2000) trok 60-65% van de salmoniden in via de Nieuwe Waterweg en 35-40% via de Haringvlietdam. In de latere jaren van het telemetrie onderzoek lijkt deze verhouding echter andersom te liggen. Het percentage zalmen dat intrekt via de Haringvlietdam ligt hierbij hoger dan het percentage zeeforellen (Vis & Vriese, 2009b). De van nature meer zwervende zeeforel vindt eerder een alternatieve route dan dat zalmen dat doen. Gezenderde zalmen, uitgezet voor het Haringvliet, trekken relatief vaak in via het Haringvliet (Schneider, 2009). Bij een afvoer van minder dan 1200 m³/s zijn de Haringvlietssluisen overigens gesloten, waardoor de meerderheid van de vissen dan noodzakelijkerwijs via de Nieuwe Waterweg intrekt. Bij intrek door de

³ Het gericht naar de geboorterivier trekken van salmoniden om daar te paaien (De Laak, 2007).

Nieuwe Waterweg bereiken salmoniden alleen het Rijnstroomgebied en deels de Rijn in Duitsland. Salmoniden die via het Haringvliet binnentrekken, bereiken de Maas al geldt dat migratie naar de Maas minder succesvol is dan migratie naar de Waal (Vriese & Breukelaar, 2010; Van Giels & Breukelaar, 2011). Op splitsingen wordt de migratierichting van de salmoniden in hoofdzaak bepaald door de heersende afvoer/stroomsnelheid, waarbij gekozen wordt voor de hoogste afvoer/stroomsnelheid (Vis & Vriese, 2009), al is dit niet op alle splitsingen het geval, mede afhankelijk van de heersende omstandigheden (Jurjens, 2006; Vis & Vriese, 2009).

In de periode 2000-2008 is 10% van de gemerkte salmoniden erin geslaagd om door Nederland richting de bovenstrooms gelegen paaigebieden te trekken. Dit komt overeen met 26% van de in het zoete water gedetecteerde salmoniden, wat lager is dan in de periode 1996-2000 (Vis & Vriese, 2009b). Het aantal getelde zalmen in de Rijn neemt sinds 2000 echter sterk toe, zie figuur 4.4.



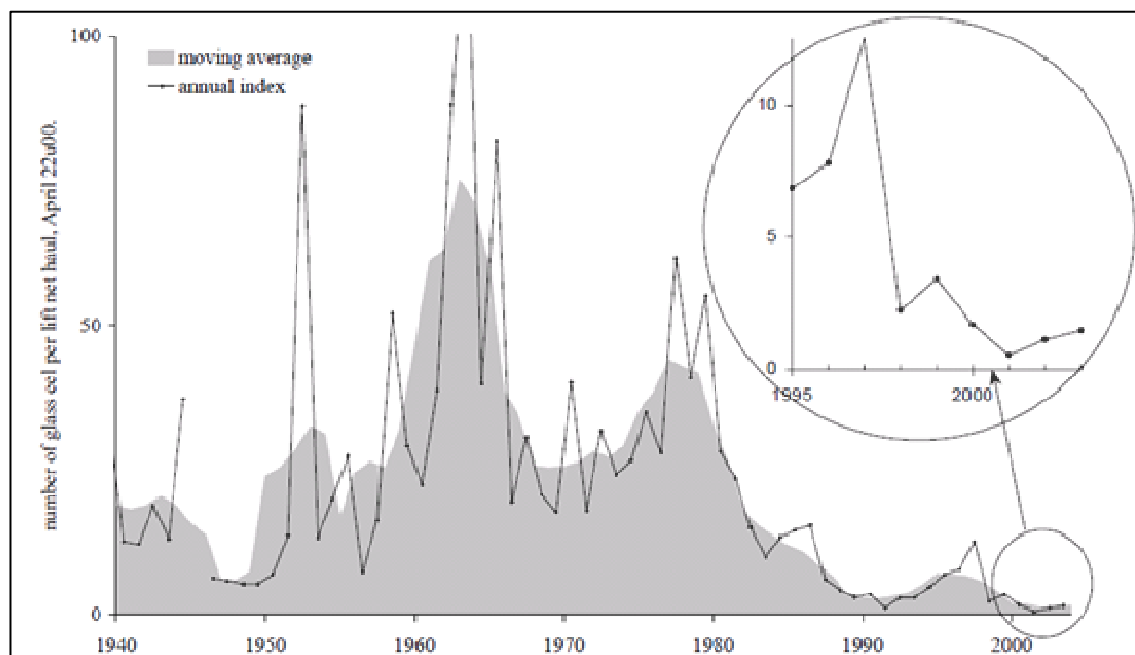
Figuur 4.4. Getelde zalmen in de Rijn sinds 1990 (n = 5.070). Opgesteld door D. Ingendahl, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW.

4.3 Europese aal

De Europese aal (*Anguilla anguilla*) groeit op in het zoete water en plant zich voort in het zoute water (katadrome vissoort). De paaigebieden van de Europese aal bevinden zich circa 6.000 kilometer van Europa in de Sargassoze. De exacte paailocatie is echter niet bekend. Sinds 1980 is er een sterke daling opgetreden in de hoeveelheid intrekende glasaal (zie figuur 4.5) en in de aalvangst (Dekker, 2004b). Het niveau van glasaal en jonge aal is op dit moment 1-5% van wat het in de 50-er jaren van de vorige eeuw was (Klein Breteler, 2005). Wel wordt er door verschillende beroepsvissers glas- en pootaal uitgezet in de zoete binnenwateren. De exacte uitzetgegevens zijn momenteel niet beschikbaar.

In principe geldt dat de migratie van glasaal voor het grootste deel met de stroom mee is. Vanuit de Sargassoze migreren de aallarven met de oceaanstromingen naar Europa en Noord-Afrika. Hier aangekomen trekken ze het zoete water op of verblijven in de kustwateren. Pas in deze laatste fase is er sprake van daadwerkelijke stroomopwaartse migratie. De intrek van glasaal vindt plaats middels selectief getijden transport (Dekker, 2004; Klein Breteler, 2005). In die delen van de rivier waar het getij niet langer merkbaar is (getijdengrens) kan ophoping van glasaal plaatsvinden (Dekker & Van Willigen, 2000).

Verder stroomopwaarts zijn de migratieroutes van glasaal niet nauwkeurig bepaald. Door de geringe afmetingen van de glasaal is telemetrie-onderzoek niet mogelijk. Tijdens de migratie landinwaarts zwemmen de glasalen vaak dicht onder de oppervlakte, waarbij ze bij eb de bodem opzoeken (selectief getijden transport). In het eerste jaar kunnen (glas)alen tot 150 km landinwaarts aan de oppervlakte doorzwemmen om in hetzelfde jaar hun weg te vervolgen in diepere delen van de waterkolom (Klein Breteler, 2005). Hoe ver de (glas)aal uiteindelijk doorzwemt, hangt af van plaatselijke dichtheden van aal en van de aanwezige migratiebelemmeringen die zij onderweg tegenkomen (Tesch, 1999).

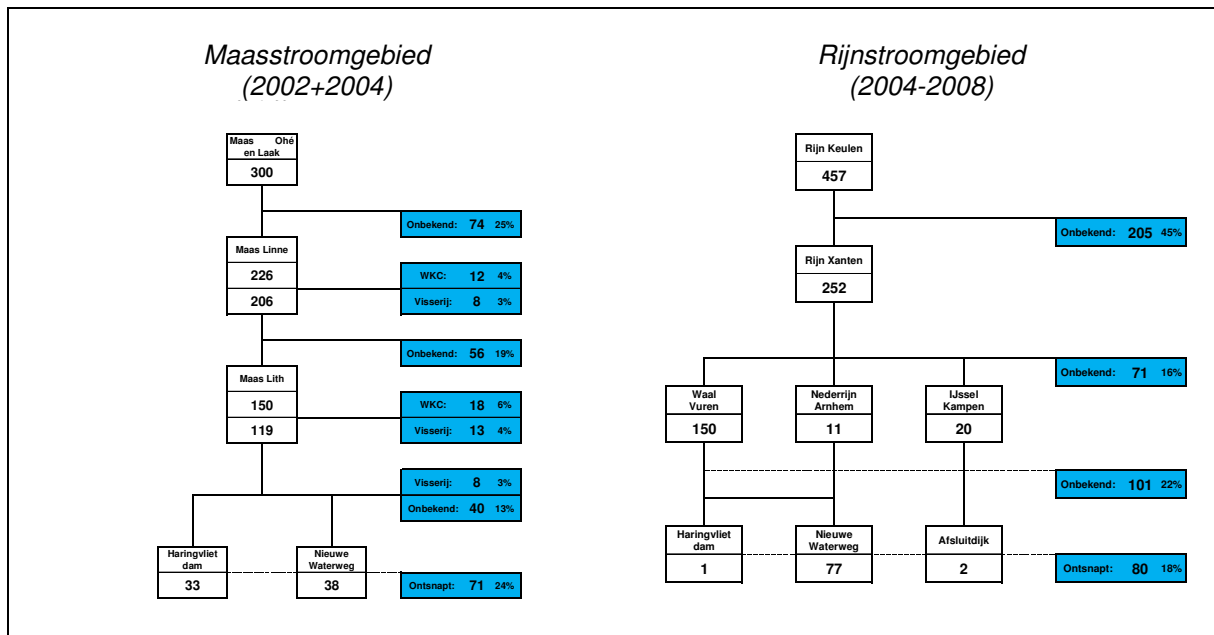


Figuur 4.5. Ontwikkeling glasaal Den Oever (Dekker, 2004).

Wanneer de volwassen aal geslachtsrijp wordt (schier), trekt deze naar de paaigronden in de Sargassozeë. De paaitrek begint voornamelijk omstreeks het einde van de zomer of het begin van de herfst (Klein Breteler, 2005). De stroomafwaarts trekkende schieralen zwemmen hierbij bij voorkeur in de sterkste stromingen van de hoofdstroom van rivieren (Klein Breteler, 2005). In de Maas werd tijdens telemetrie-onderzoek een duidelijke toename in het aantal detecties opgemerkt tijdens een sterke toename van de gemiddelde dagafvoer (Spierts *et al.*, 2009). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de schieraalmigratie duidelijk intensiveert gedurende perioden van hoge afvoer.

Uit telemetrie-onderzoek naar stroomafwaarts migrerende schieraal op de Maas (2002 en 2004) blijkt dat het percentage alen dat vanuit de Limburgse Maas uiteindelijk de zee bereikt 24% is, zie figuur 4.6 (Winter *et al.*, 2007). Dit is opmerkelijk hoger dan het percentage schieralen dat vanuit de Berwijn (België) via de Maas uiteindelijk de zee bereikt, namelijk slechts 2% (Spierts *et al.*, 2009). De schieralen uit het Maasstroomgebied trekken voor 46% via het Haringvliet naar zee en voor 54% via de Nieuwe Waterweg (Winter *et al.*, 2007).

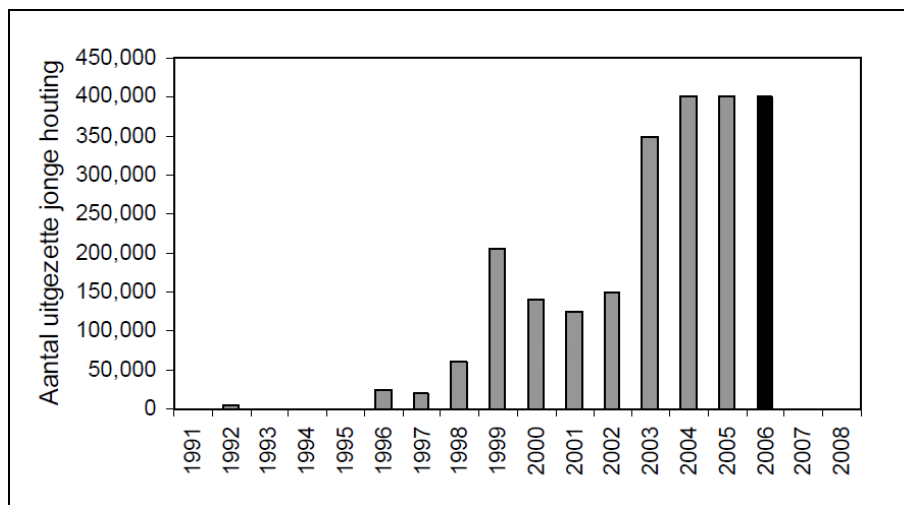
In het Rijnstroomgebied bereikt, op basis van telemetrie-onderzoek (2004-2006) uiteindelijk circa 18% van de schieralen die ter hoogte van Keulen zijn uitgezet, de Noordzee, zie figuur 4.6 (Breukelaar *et al.*, 2009). Dit is in overeenstemming met data uit 2008, waarbij uiteindelijk 16% van de schieralen de Noordzee bereikt (Vriese *et al.*, 2009). De schieralen uit het Rijnstroomgebied migreren vrijwel allemaal via de Nieuwe Waterweg naar zee (96%) (Breukelaar *et al.*, 2009). Uit de resultaten van 2004-2008 blijkt dat de meest genomen route (startpunt de Rijn Keulen in Duitsland) via de Rijn, Waal, Beneden Merwede, De Noord en tenslotte Nieuwe Maas/Nieuwe Waterweg loopt. De tweede route loopt via de Rijn, Nederrijn en Lek om tenslotte via de Nieuwe Maas/Nieuwe Waterweg de Noordzee te bereiken (Vriese *et al.*, 2009). De afvoer door de rivieren ten tijde van de migratieperiode kan hierbij bepalend zijn in hoeverre een riviertak attractief is als migratieroute (Vriese, 2009).



Figuur 4.6. Resultaten telemetrie-onderzoek schieraal in Maas- en Rijnstroomgebied t/m 2006. Figuren bewerking van Winter et al. (2007) en Jansen et al. (2007).

4.4 Houting

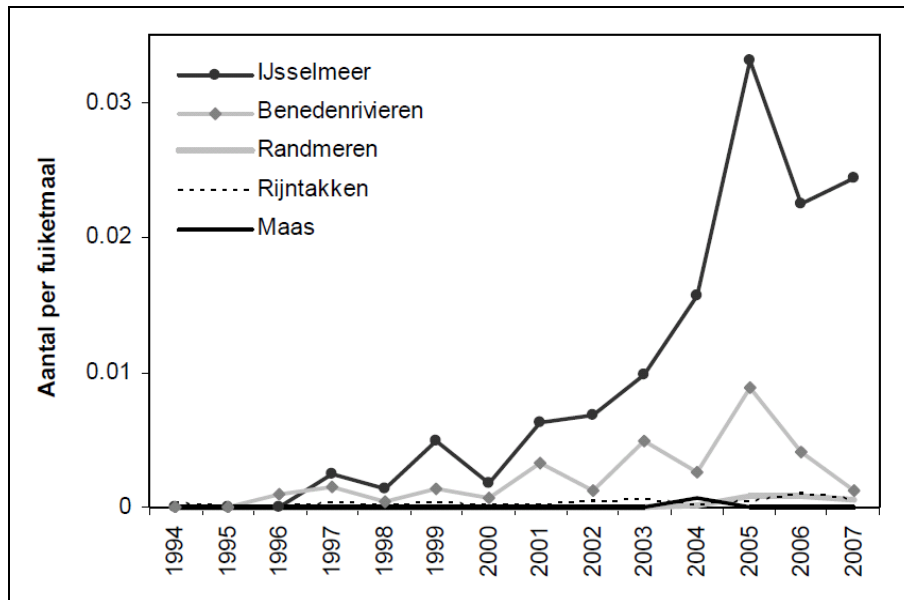
Van oorsprong werden standpopulaties van de houting (*Coregonus oxyrinchus*) aangetroffen in het brakke water van onder andere het Hollandsch Diep, de IJsselmonding en het Zwarte Water (De Nie & Van Emmerik, 2006). De oorspronkelijke populatie Noordzeehouting trok echter vanuit de Noordzee de Rijn, Maas en Schelde op. Sinds 1939 wordt deze populatie als uitgestorven beschouwd. Op dit moment is er weinig historische informatie beschikbaar om migratiepatronen uit het verleden vast te stellen. In 1992 is men in Duitsland gestart met een grootschalig herintroductieprogramma van houting in de Lippe en de Rijn (nabij Rees). Deze houtingen vinden hun herkomst in een Deense entpopulatie uit een rivier die uitmondt in de Noordzee. Tot 2006 zijn grote hoeveelheden jonge houting uitgezet, zichtbaar in figuur 4.7.



Figuur 4.7. Aantal uitgezette jonge houting (bij Rees). In 2006 zijn de houtingen gemerkt (Winter et al., 2008).

Sinds de uitzettingen van jonge houting in Duitsland is in Nederland een sterke toename van deze vissoort waar te nemen, vooral in het IJsselmeer (Winter et al., 2007). In figuur 4.8 worden de

vangsten van houting in de loop van de tijd weergegeven. In deze figuur is een sterke toename van de vangsten zichtbaar sinds de uitzettingen van houting in Duitsland.



Figuur 4.8. Vangsten MWTL monitoring (vangst per fuiketmaal) (Winter *et al.*, 2008)

Op dit moment fungeert het IJsselmeergebied als belangrijk opgroeigebied voor houting. Slechts een deel van de houtingen trekt naar zoutere milieus. Een deel realiseert groei tot volwassenheid in zoet water (Winter *et al.*, 2008). Dit wordt bevestigd door monitoringsgegevens, waarbij aan de buitenzijde van de Haringvlietdam en de Afsluitdijk minder houtingen worden gevangen dan aan de binnenzijde. Uit onderzoek naar de gemerkte juveniele houting (uit 2006) blijkt dat het grootste deel van de jonge houting (95%) in het IJsselmeer op dit moment van natuurlijke paai afkomstig is (Winter *et al.*, 2008).

Migratiegedrag van volwassen houting ten tijde van de paaiperiode suggereert dat een flink deel in het Nederlandse deel van de grote rivieren paait, in ieder geval in de rivier de IJssel (Winter *et al.*, 2008). Na de paai keren de volwassen dieren weer terug naar het IJsselmeer. Een klein deel van de paairijpe vis trekt naar het Duitse deel van de Rijn of naar de benedenrivieren en slechts een enkeling keerde terug naar de rivier waar de houting oorspronkelijk werd uitgezet, de Lippe (Winter *et al.*, 2008). Dieper in het stroomgebied door-dringende houting trekt na de paai naar de benedenrivieren terug en lijkt hiermee de weg van de grootste afvoer te volgen in plaats van terug te keren naar het vertrekpunt van migratie (het IJsselmeer) (Winter *et al.*, 2008). Er lijken twee verschillende levensstrategieën voor te komen bij de houtingen, van geheel in zoetwater tot een variabel verblijf, deels in zoet en deels in zout water. Voor de geherintroduceerde houtingpopulatie lijkt een zoutwaterfase niet noodzakelijk (Winter *et al.*, 2008).



Afbeelding 4.2. Houting

4.5 Elft

De elft (*Alosa alosa*) is een vissoort die in het verleden vooral de route Haringvliet-Hollandsch Diep-Nieuwe Merwede gebruikte (Hop *et al.*, 2011). Het Haringvliet functioneerde hierbij als hoofdroute voor de migratie naar het Rijnstroomgebied. Waarschijnlijk vormde het Zuid-Hollandse estuariumgebied de noordelijke grens van het verspreidingsgebied van de elft. Voor 1890 was er al sprake van een sterke afname in de omvang van het elftbestand op de rivieren, waarbij de vangsten uit de visserij

sterk afnemen. Hoewel er sinds de late jaren zeventig regelmatig een enkele elft wordt geregistreerd in het Rijnstroomgebied lijkt een populatie zich niet te vestigen (Schneider, 2009). Voortplanting of jonge exemplaren zijn ook nog niet waargenomen. Er kan gesteld worden dat op basis van het bovenstaande de elft zich niet of sporadisch voortplant in de Rijn. De waarschijnlijke oorzaak hiervan is een zeer kleine omvang van de populatie (Schneider, 2009). Inmiddels zijn er in Duitsland initiatieven gaande om tot herintroductie van deze soort te komen, waarbij er vanaf 2008 tot op heden enkele miljoenen larven zijn uitgezet. Recent (eind 2010) zijn de eerste juveniele elften waargenomen bij het plaatsje Grieth in Duitsland, vlakbij de grensovergang van de Rijn naar Nederland. Deze juveniele elften zijn als larven uitgezet tijdens het herintroductieprogramma en trekken stroomafwaarts naar zee. In het benedenrivierengebied zijn tot op heden, voor zover bekend, nog geen juveniele elften waargenomen. Eind 2010 zijn diverse takken van het Rijnstroomgebied specifiek bemonsterd op de aanwezigheid van juveniele elften. Deze zijn echter niet aangetroffen (Blokland & Hop, 2010).

4.6 Fint

Net als bij de elft had het Haringvliet een belangrijke functie als migratieroute voor fint (*Alosa fallax*) (Hop *et al.*, 2011). Na afloop van de tweede wereldoorlog is het bestand van fint echter dramatisch ingestort, waarna deze zich niet heeft hersteld. Mogelijke oorzaken voor deze sterke afname in het bestand liggen in een aantal strenge winters (met mogelijk een slechte recrutering) en een verslechterde waterkwaliteit. Oorspronkelijk bevonden de paaiplaatsen van de fint zich op die locaties waar het getij op de rivier nog merkbaar was. Dit was op de Waal tot Tiel en op de Maas tot Lith (De Nie & Van Emmerik, 2006). Veronderstelt werd dat de fint bij de voortplanting afhankelijk was van de getijdenbeweging. De fint kan echter paaien in de zoete delen van de rivier met en zonder getijdenwerking (De Laak, 2009). De finten trekken groepsgewijs de rivier op, waarbij de vissen in de onderste waterlagen migreren daar waar de stroomsnelheid het laagst is (De Laak, 2009). Wanneer de afvoer van de rivier te hoog wordt, nemen de aantallen migrerende vissen af (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). Na de paai trekken de finten direct stroomafwaarts, waarbij ze zich laten meevoeren in de middelste en bovenste waterlagen waar de stroomsnelheid het hoogst is (Aprahamian *et al.*, 2003; Doherty *et al.*, 2004). Momenteel is de fintpopulatie in het benedengebied marginaal, maar er lijkt sprake te zijn van enig herstel van de populatie (ze worden talrijker gevangen langs de kust). Daarnaast worden er waarnemingen gedaan van paaiende finten in het Hollandsch Diep en Haringvliet (mondelinge mededeling beroepsvisser) (Hop *et al.*, 2011).

4.7 Zeeprík

De zeeprík (*Petromyzon marinus*) is een soort die de laatste vijftig jaar in aantallen sterk achteruit is gegaan in de rivieren Maas en Rijn (Vis & Spierts, 2010). Sinds begin jaren negentig nemen de aantallen zeepríkken in de rivieren in Nederland echter weer toe. De actuele populatie is reproductief en lijkt te blijven groeien (Schneider, 2009). Op dit moment wordt voortplanting van de zeeprík waargenomen in het hele bereikbare Rijngebied, met uitzondering van het Nederlandse traject (Schneider, 2009). Wel zijn er aanwijzingen dat de zeeprík benedenstrooms van de stuwen in de Maas paait (Hop *et al.*, 2011), wat ook het geval lijkt bij de stuwen/vistrappen in de Nederrijn-Lek (Winter, 2010).

In het voorjaar van 2010 is telemetrisch onderzoek uitgevoerd naar het migratiegedrag van zeepríkken die zich aan de zeezijde van de Haringvlietdam bevonden. Met enige regelmaat worden hier zeepríkken gevangen die zich op deze locatie verzamelen (Vis & Spierts, 2010). Van de gezenderde zeepríkken (N=50) passeerden uiteindelijk zes exemplaren (12,5%) via de spuisluizen de Haringvlietdam richting het zoete water. Nog eens zes exemplaren (12,5%) migreerden via de Nieuwe Waterweg naar binnen. Daarnaast is van twee zeepríkken de intrekroute niet bekend, mogelijk zijn deze exemplaren via de visriolen (visluizen) het Haringvliet ingetrokken (Vis & Spierts, 2010).

De meeste zeepríkken passeren de Haringvlietdam binnen 20 minuten na het openen van de spuisluizen (n=1) of binnen 20 minuten voor het sluiten van de spuisluizen (n=5) (Vis & Spierts, 2010). Op deze momenten is het peilverschil tussen het Haringvliet en de Noordzee het kleinst en daarmee eveneens de stroomsnelheid van het uitredende zoete water naar de Noordzee. De zeepríkken die via de Haringvlietdam intrekken, migreren voornamelijk in de richting van de Maas. De zeepríkken die

via de Nieuwe Waterweg intrekken migreren voornamelijk in de richting van de Rijn (Vis & Spierts, 2010). Van de gezenderde zeeprikken hebben uiteindelijk twee exemplaren Duitsland bereikt (tot voorbij Xanten), terwijl geen enkele zeeprik de Roer of Grensmaas heeft bereikt (Vis & Spierts, 2010). Eerder was dit wel het geval bij telemetrisch onderzoek aan zeeprik op de Maas.

Wat betreft de migratie van juveniele zeeprikken in Nederland is niet veel informatie voorhanden. Het lijkt waarschijnlijk dat de juvenielen de weg van de grootste afvoer volgen.

4.8 Rivierprik

De Nie & Van Emmerik (2006) zeggen over de rivierprik (*Lampetra fluviatilis*): "In Nederland kwam de rivierprik tot in de eerste helft van de twintigste eeuw veelvuldig voor in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse stromen; zij zwommen tot 100 km vanaf de Nederlandse grens de Rijn op. Na de aanleg van de Haringvlietdam is het aantal rivierprikken weliswaar sterk afgenomen, maar de prik is nooit weggeweest". In de tweede helft van de jaren tachtig kwam het tot een gestage toename van de rivierprik in Nederland, zowel op de grote rivieren als ook op het IJsselmeer. Niet duidelijk is waardoor deze toename is veroorzaakt, mogelijk hebben verbeteringen in de waterkwaliteit een rol gespeeld, mogelijk ook veranderingen op zee.

Op basis van een grove inschatting wordt verondersteld dat zeker 100.000en volwassen exemplaren Nederland intrekken ten behoeve van de voortplanting (Winter & Griffioen, 2007). Hierbij worden grote concentraties aangetroffen voor de Haringvlietdam, Afsluitdijk en de stuwen bij Hagestein en Lith. In tegenstelling tot bij de zeeprik vindt er weinig doortrek naar Duitsland plaats (Winter & Griffioen, 2007). Op dit moment paait de rivierprik in ieder geval in de Drentsche Aa (Gasterense Diep), Roer (Nederlandse deel) en de Dommel (Keersop) (Winter & Griffioen, 2007).

Net als bij de zeeprik is er weinig informatie beschikbaar over de stroomafwaartse migratie van juvenielen naar zee. Het is waarschijnlijk dat de juvenielen de weg van de grootste afvoer volgen. Tijdens een migratieonderzoek naar vispassage door schutkolken nabij poldergemalen (Flevoland) bleken bij enkele schutkolken juveniele rivierprikken met de stroming mee de polder in te trekken (Hop, 2009).



Afbeelding 4.3. Juveniele rivierprik

4.9 Overige soorten

Voor de overige diadrome vissoorten (steur, spiering, bot, driedoornige stekelbaars) geldt dat ze of vrijwel niet meer voorkomen in Nederland (steur) of dat er weinig specifieke informatie beschikbaar is met betrekking tot migratieroutes.

Voor de Atlantische steur (*Acipenser sturio*) geldt dat er aanwijzingen zijn dat de populatie in West-Europa al meer dan 400 jaar geleden achteruitging (De Groot, 1992). Overbevissing van deze langzaam groeiende en zich pas op latere leeftijd (12-15 jaar) voortplantende soort wordt veelal genoemd als oorzaak van de achteruitgang. Hoewel er ook in Nederland is gekeken naar de mogelijkheden voor herintroductie van de soort (Winden *et al.*, 2000), zijn de kansen hiertoe waarschijnlijk gering mede door de grote ingrepen in het rivierstroomgebied en de hoge visserijdruk op zee. Toch lijkt er een tendens te zijn dat de aantallen Atlantische steuren in de Noordzee aan het stijgen zijn, mede door inspanningen in Frankrijk om de soort te behouden.

Bij spiering (*Osmerus eperlanus*) wordt er onderscheidt gemaakt in anadrome- en standpopulaties. Tegenwoordig is de anadrome vorm veel minder aanwezig en zijn er op diverse locaties standpopulaties ('land locked populations') ontstaan. De trend in het voorkomen van de anadrome spiering (maar ook van de standpopulaties) is afnemend. Het kan zijn dat de soort in onze regio een slachtoffer wordt van de opwarming van het klimaat. Duidelijk is wel dat voor anadrome spiering een open verbinding met zee noodzakelijk is.

Net als bij spiering wordt ook bij de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) onderscheidt gemaakt in anadrome en standpopulaties. De anadrome driedoornige stekelbaarzen worden hierbij groter dan de dieren in de standpopulaties. Deze laatste worden vooral aangetroffen in beken en andere kleinere wateren die geen verbinding met zee hebben (De Nie & Van Emmerik, 2006). De Nie & Van Emmerik geven aan dat overal waar zoet water in zeewater uitkomt er sprake is van driedoornige stekelbaarzen die het zoete water proberen door te dringen.

De bot (*Platichthys flesus*) is een bijzondere vissoort met een opvallend migratiepatroon. Deze katadrome vissoort paait ver uit de kust op zee, waarna de larven zich met de getijdenstromen naar de kust toe laten voeren (door selectief getijden transport). Hoewel botten ook op zee het adulte stadium kunnen bereiken hebben juvenielen een duidelijke voorkeur voor het zoete water (Bos, 1999; Jager, 1999) en kunnen zij ver stroomopwaarts migreren (in de Rijn tot aan Basel, in de Maas tot ver voorbij Maastricht. Zodra de botten in zoetwater geslachtrijp worden, migreren ze terug naar het zoute water om aan de paai te kunnen deelnemen (Kroon, 2009).

5 KNELPUNTEN IN- EN UITTREK RIJN-MAASSTROOMGEBIED

5.1 Algemeen

Met betrekking tot de in- en uittrek van vis naar de paaigronden of de opgroeigebieden kunnen verschillende factoren leiden tot een afname van het aantal vissen dat uiteindelijk de plaats van bestemming bereikt. Deze factoren (knelpunten bij migratie) zijn visserij, passeerbaarheid, predatie, afvoer en temperatuur (Schneider, 2009) en worden in dit hoofdstuk toegelicht. Naast deze factoren wordt eveneens ingegaan op de effecten die de Haringvlietdam heeft op de migratiemogelijkheden.

5.2 Visserij

Met betrekking tot salmoniden is er door Jansen *et al.* (2008) een overzicht gemaakt van de bijvangst van salmoniden gedurende de stroomafwaartse en stroomopwaartse trek. Bedacht moet worden dat bijvangst niet automatisch onttrekking aan de populatie hoeft te betekenen. Dit is mede afhankelijk van de overleving en de mate waarin een vissoort wordt teruggezet. Binnen de visserij is er onderscheid te maken tussen beroepsvisserij (commerciële visserij), recreatieve visserij (als bijverdienste) en sportvisserij (Schneider, 2009). De effecten van visserij hangen hierbij af van drie factoren:

- visserijspanning (kent seizoensgebonden en lokale variaties);
- vangkans (afhankelijk van vistuig en frequentie);
- mortaliteit (afhankelijk van vistuig, methode, temperatuur, *handling* en duur hiervan).

In principe gaan alle visserijactiviteiten gepaard met een zekere mortaliteit van optrekkende grote salmoniden (Jansen *et al.*, 2008). Ook bij een soort als elft moet rekening worden gehouden met visserijsterfte, waarbij wel dient gezegd dat hierover (ook vanwege de kleine elftenpopulatie) geen concrete gegevens en inzichten beschikbaar zijn. Voor de zeeprík wordt uitgegaan van zeer lage mortaliteitscijfers, omdat de toegepaste visserijmethoden, de gebruikte vistuigen en het relevante tijdsvenster niet of amper geschikt zijn voor de vangst van zeepríkken (waarschijnlijk geldt voor rivierpríkken hetzelfde).

De mortaliteit van stroomopwaarts migrerende vissen als gevolg van visserijactiviteiten kan onderverdeeld worden in de volgende factoren (Schneider, 2009):

- gerichte (illegale) visserij op grote salmoniden, doorgaans volledige onttrekking van de vangst;
- onbedoelde bijvangsten (zalm, zeeforel, mogelijk elft), gedeeltelijke onttrekking van de vangst (deels uit onwetendheid over de beschermde status of het vangstverbod);
- mortaliteit bij teruggezette vissen als gevolg van de *handling* van de vangst;
- sterfte of blijvende schade in vaste vistuigen met lage controlefrequentie.

Voor de uittrekkende levensstadia van zalm, zeeforel, elft en zeeprík worden slechts lage mortaliteitscijfers tot vrijwel geen verliezen ten gevolgen van visserijactiviteiten vastgesteld (Jansen *et al.*, 2008).

5.3 Passeerbaarheid

De passeerbaarheid (vooral voor stroomopwaartse migratie) wordt in grote mate bepaald door in hoeverre er stuwen, sluisen of waterkrachtcentrales aanwezig zijn op het migratietraject en in hoeverre deze hindernissen al dan niet passeerbaar zijn gemaakt door middel van vispassages of visgeleidingssystemen. Na het opheffen van migratiebarrières is het waarschijnlijk dat soorten met een hoge mate van straying⁴ hierbij sneller in het achterliggende gebied te vinden zijn (groter dispersie vermogen).

De passeerbaarheid van de rivieren is op dit moment een factor van belang voor het herstel van een natuurlijke zalmpopulatie, waarbij de beperkte passeerbaarheid van bepaalde stroomgebieden (nog)

⁴ "zwerven of afdwalen"

een limiterende werking heeft (Schneider, 2009). Bij soorten als zeeforel en fint, soorten met een vrij hoge mate van straying, mag verwacht worden dat wanneer de passeerbaarheid hersteld wordt, populaties zich geleidelijk uitbreiden. Bij de soorten zeeprick en rivierprick zal dit proces mogelijk onmiddellijk plaatsvinden.

Op dit moment geldt dat de hoofdstroom van de Maas in Nederland geheel ontsloten is voor diadrome vissoorten. Rondom de aanwezige stuwen/waterkrachtcentrales zijn vispassages aangelegd. Ook voor het Rijnstroomgebied in Nederland geldt dat de aanwezige stuwen/waterkrachtcentrales (Nederrijn-Lek) zijn voorzien van vispassages. De functionaliteit van deze stroomopwaartse vismigratievoorzieningen wordt bepaald door de factoren vindbaarheid en passeerbaarheid, waarbij een beperkte functionaliteit kan leiden tot stopzetten van de optrek, vertraging bij de optrek of visschade (Schneider, 2009). Uit een recente studie naar de passeerbaarheid van deze laatste vispassages blijkt dat deze geen belangrijke bottlenecks voor stroomopwaartse migratie zijn.

Ook voor stroomafwaarts gerichte vismigratie geldt dat stuwen, sluizen of waterkrachtcentrales een migratiebelemmering kunnen vormen (al dan niet tijdelijk, afhankelijk van de heersende afvoer). Voor waterkrachtcentrales geldt dat de mate waarin stroomafwaarts migrerende vissen schade ondervinden afhankelijk is van de vissoort, het formaat van de vis en de technische parameters/karakteristieken van de centrale (Schneider, 2009). Daarnaast geldt dat barrières als stuwen en sluizen kunnen leiden tot vertragingen van de uittrek en daarmee samenhangend een toename in het predatierisico (door vogels en vissen) in stuwgebieden.

5.4 Predatie

Naar predatie op anadrome trekvisen in het Rijnstroomgebied is vrijwel geen onderzoek verricht (Schneider, 2009). In principe geldt dat predatie een natuurlijk verschijnsel is dat ook in eerdere perioden voorkwam. Wel kunnen beheersmaatregelen, zoals het uitzetten van forellen en/of regenboogforellen (exoten) die in staat zijn tot predatie, leiden tot een toenemende predatiedruk op broed en jonge parrs (Schneider, 2009). Een verhoogde kans op predatie kan ook optreden op locaties (dammen, stuwen, waterkrachtcentrales) waar vissen al dan niet tijdelijk worden opgehouden in hun migratie. Deze factoren zijn in voorgaande paragraaf besproken.

5.5 Afvoer

Schommelingen in de rivierafvoer hebben gevolgen voor de gekozen migratieroutes en trekperioden van de zalm en zeeforel in de Rijndelta (Jurjens, 2006). Belangrijk hierbij is de relatie tussen de afvoer en de opening van de Haringvlietssluisen en het beheer van de stuwen in de Nederrijn en de Lek (Hagestein, Amerongen en Driel).

De uittrek van smolts in het voorjaar (maart – april) blijkt voornamelijk via het Haringvliet te verlopen omdat in deze periode de afvoer via het Haringvliet groot is. Hoewel de variatie in de afvoer van de Rijn van jaar tot jaar aanzienlijk is, is dit het algemene beeld dat ontstaat. Een en ander kan consequenties hebben voor het succes van de in- en uittrek. Zo wordt aangenomen dat volwassen terugkerende zalmen een voorkeur hebben om in te trekken langs de weg die zij als smolt hebben genomen om naar zee te komen. Afhankelijk van de verschillen in afvoer van jaar tot jaar kan hierdoor een 'mismatch' ontstaan.

Voor uittrekkende levensstadia van vis, vooral voor smolts, is de afvoer relatief belangrijk. In theorie zou een gunstige voorjaarsafvoer (smolts) de daarop volgende jaren moeten leiden tot een toename van het aantal terugkeerders en lage afvoeren tot een afname (Schneider, 2009). Een dergelijk verband is bij het controlestation Iffezheim duidelijk aanwezig, terwijl de correlatie voor de Sieg niet duidelijk is (Schneider, 2009).

Bij schieraal kan geconstateerd kan worden dat de uittrek (in het najaar: september - november) voornamelijk verloopt via de Nieuwe Waterweg omdat dan de afvoer via het Haringvliet beperkt is. Dit geldt ook in aanzienlijke mate voor schieraal afkomstig van de Maas.

De afvoer in de Rijn tijdens de stroomopwaartse trek is voor het aantal getelde salmoniden in Duitsland (Iffezheim en de Sieg) van minder belang. Voor stroomopwaartse migratie van paairijpe zalmen hebben hoge afvoeren in de bovenstrooms gelegen zijrivieren een positieve invloed op de optrek (Schneider, 2009).

In combinatie met onopgeloste uittrekproblematiek (vissterfte bij passage van waterkrachtcentrales, tijdverlies) en waarschijnlijk in combinatie met predatorpopulaties is de afvoer een potentieel beperkende factor (Schneider, 2009) voor het herstel van zichzelf in standhoudende populaties van salmoniden.

5.6 Temperatuur

De factor temperatuur is vooral wat zomerse maximumtemperaturen betreft relevant. Volgens de huidige stand van de kennis leiden hoge temperaturen ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) in het Rijnstroomgebied tot een tijdelijk onderbreking van de migratie van adulte salmoniden. De temperaturomstandigheden in de Rijn en in de paaigebieden leveren tot nu toe geen problemen op tijdens de smoltmigratie en de paaitijd (Schneider, 2009). Hoe vissen reageren op een klimaatverandering is grotendeels onbekend. Vermoed wordt dat zowel positieve als negatieve effecten een rol kunnen (gaan) spelen en dat deze per vissoort verschillend kunnen uitwerken. Een toename in temperatuur kan er bijvoorbeeld toe leiden dat soorten als bijvoorbeeld de fint (waarvoor het Rijn-Maasstroomgebied het noordelijke begrenzingsgebied vormt) in de toekomst in hogere aantallen worden aangetroffen, terwijl soorten waarvoor dit gebied het zuidelijk begrenzingsgebied vormt, in lagere abundanties kunnen voorkomen als gevolg van toenemende temperaturen. Bij een soort als spiering treedt bijvoorbeeld sterfte op tijdens langere perioden met een watertemperatuur boven de 20°C .

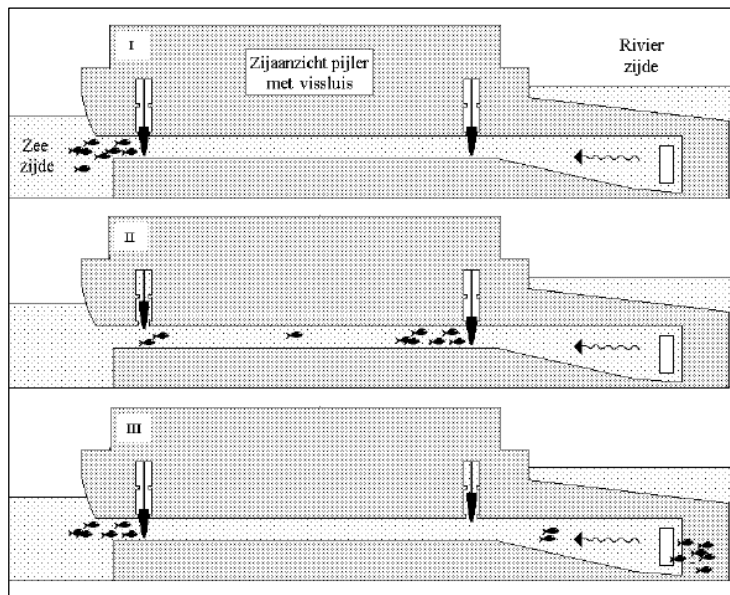
5.7 Haringvlietdam

Een belangrijk knelpunt in de migratiemogelijkheden van de Rijn-Maasmonding is de Haringvlietdam. Navolgend wordt dieper ingegaan op de migratiemogelijkheden bij dit kunstwerk en de maatregelen die genomen zijn.

Visriolen

Bij het ontwerp en de bouw van de Haringvlietdam is rekening gehouden met het belang van de migratie van zout naar zoet en vice versa voor diadrome vissoorten. Hiervoor zijn migratievoorzieningen getroffen in 6 van de 18 peilers van de Haringvlietdam in de vorm van visriolen. In analogie met de zoutriolen hebben deze vissluizen de benaming visriolen gekregen. In 1996 is door de OVB onderzoek verricht naar de omvang van de vismigratie via een aantal visriolen (Kemper, 1996) met behulp van sonar en door middel van een fuikconstructie.

Het principe van de visriolen is vergelijkbaar met dat van een schutsluis, dat erop is gericht dat boten een waterniveau verschil kunnen overbruggen. Het kanaal dat beide niveaus met elkaar verbindt, wordt door sluisdeuren afgesloten. Door afwisselend de sluisdeuren te openen en te sluiten, kan het waterniveau in het compartiment afwisselend op het hoog- en het laagwaterniveau worden aangepast. Het zal duidelijk zijn dat het waterniveau in de visriolen niet gevarieerd kan worden omdat deze volledig onder water staan. De analogie met de schutsluis is dat de stroomsnelheid in het riool tot een minimum kan worden teruggebracht. Vissen kunnen hiermee de (te) hoge stroomsnelheden in de spuiopeningen omzeilen en gebruik maken van de vispassage. Wel moet worden bedacht dat vissen geen gebruik van de visriolen maken als er geen water doorheen stroomt. En zeker debiet is essentieel om de vissen de weg naar het visriool te wijzen. Door nu één van de deuren van het visriool niet volledig maar gedeeltelijk te sluiten wordt de zogenaamde lokstroom gecreëerd. Een opening van ca 25 cm ($0,3 \text{ m}^2$) geeft een stroomsnelheid van maximaal 20 cm/s in de vissluis zelf. Een stroomsnelheid, die door de meeste migrerende vissoorten, eenvoudig kan worden overwonnen (Kemper, 1996). Bedacht moet worden dat de stroomsnelheid onder de sluisdeur die in de laagste stand staat, veel hoger is en volledig afhankelijk is van het waterpeilverschil tussen het Haringvliet en de Voordelta. Deze stroomsnelheid hoeft echter niet te worden overwonnen wanneer de migrerende vis in de sluiskolk wacht. Figuur 5.1 geeft het werkingsprincipe van de visriolen weer.



Figuur 5.1. Zijaanzicht van een peiler in de Haringvlietdam met visriool (bron: Kemper, 1996)

Uit het onderzoek naar de werking van de visriolen werden de volgende conclusies getrokken (Kemper, 1996):

- Aangenomen kan worden dat de visriolen daadwerkelijk worden gebruikt door optrekkende vis uit zee. Een duidelijke aanwijzing hiervoor is een groep snel optrekkende vis in de richting van de rivier, gedurende een aantal dagen met hoge afvoer tijdens het onderzoek;
- De onderzoeksperiode was te kort en de variatie in de afvoer te beperkt om de optrek; a) te kwantificeren, b) onderscheid tussen visriolen aan te geven en c) dagelijkse periodiciteit te bepalen;
- Het onderzoek werd bemoeilijkt doordat beide visriolen tijdens het onderzoek in hoofdzaak werden bezocht door zoetwatervis. Aangenomen wordt dat het vis betreft, die vanuit het Haringvliet, de vissluis opzoekt als schuilplaats;
- Ook bij hoge afvoer (d.i. groot waterpeilverschil), wordt er door deze vis, op en neer door de visriolen, gezwommen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de maximale stroomsnelheid door het visriool goed is aangepast aan de zwemvermogens van de meeste vissen;
- De netto verplaatsing van deze vis is overigens in de richting van de zee, zodat er sprake is van uitspoeling. Aangenomen wordt dat het een passieve verplaatsing betreft, ten gevolge van de waterstroming.

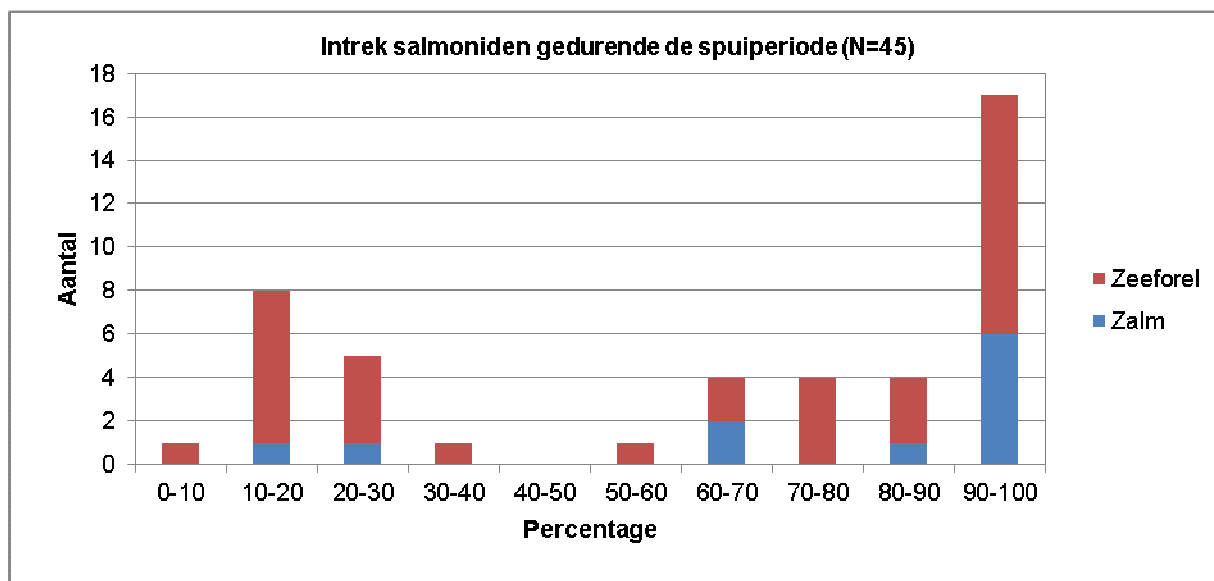
Uit divers telemetrisch onderzoek naar salmoniden (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001; Vis & Vriese, 2009; Van Giels & Breukelaar, 2011) in verschillende perioden (1996-2000; 2001-2008 en 2009 - 2010), blijkt dat er maar sporadisch salmoniden migreren via de visriolen in de Haringvlietdam. In totaal zijn in alle genoemde onderzoeksperioden 1.306 salmoniden voorzien van een transponder. Van deze dieren trokken geringe aantallen (enkele exemplaren) naar het zoete water via de visriolen. In de periode van de glasaalmigratie zijn de visriolen ook in werking over hoog water. Onder deze omstandigheden zijn de vissluizen normaliter gesloten. De omvang van de passage van glasaal door de visriolen is echter nooit vastgesteld. Het lijkt er op dat de vissluizen geen grote betekenis hebben voor de vismigratie. Bedacht moet wel worden dat de onderzoeksinspanningen naar het functioneren van de vissluizen beperkt zijn, zowel in omvang als in de tijd.

Migratie via de Haringvlietdam

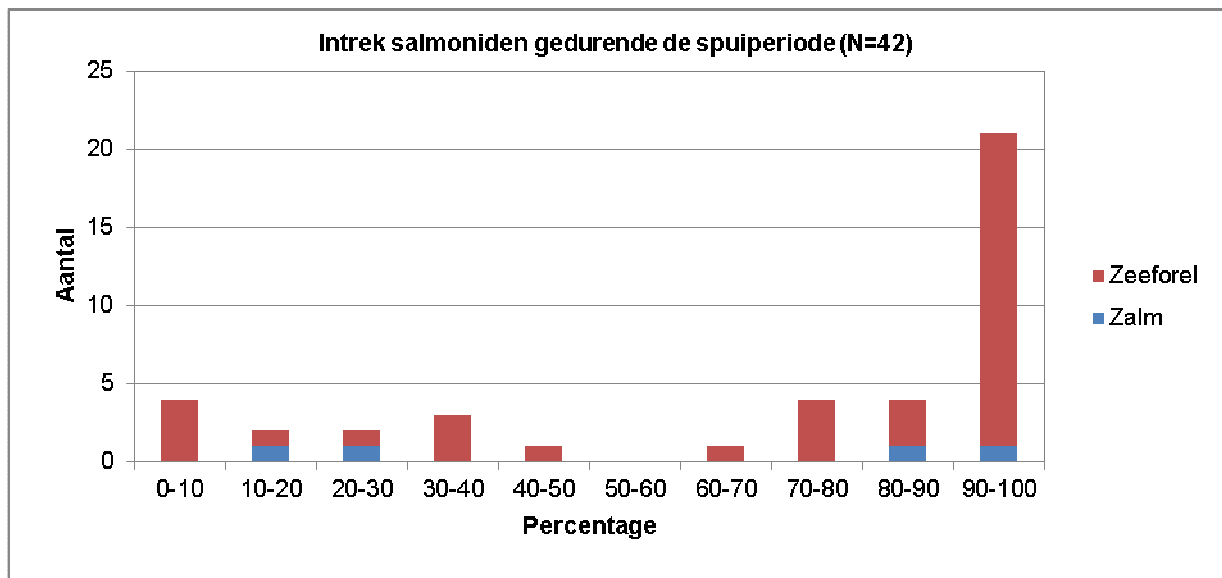
In de eerste periode van telemetrie-onderzoek naar de migratie van salmoniden door de Nederlandse rivieren (1996-2000) lagen er geen detectiestations bij de directe overgang van zoet naar zout water, omdat er destijds nog aan werd getwijfeld of het NEDAP Trail System® wel zou kunnen functioneren bij de hogere zoutgehalten. Later werd tot het inzicht gekomen dat het installeren van detectiestations in de Haringvlietdam wel tot de mogelijkheden moest behoren. Vervolgens is het detectiestation

Haringvliet-Stellendam_Zuid gereed gekomen op 1 november 2001. Het station Haringvliet_Stellendam_Noord was functioneel op 3 december 2001. Vanaf deze data is het mogelijk het exacte tijdstip van het passeren van de Haringvlietdam door salmoniden vast te stellen. In de eerste periode van het onderzoek (1996-2000) bleek de verdeling van de intrekkende zeeforel en zalm globaal 2/3 via de Nieuwe Waterweg en 1/3 via het Haringvliet, waarbij veruit het merendeel van de dieren was gemerkt en uitgezet in de Voordelta bij de Haringvlietdam. Bedacht moet wel worden dat de intrek in deze periode moest worden afgeleid van detecties op meer landinwaarts gelegen stations. In de tweede onderzoeksperiode (2001-2008) hoefde dit niet meer, omdat inmiddels detectiestations in de Haringvlietdam aanwezig waren. Hiermee veranderde ook het beeld van de intrek. In deze onderzoeksperiode bleek in ieder geval dat de verhouding tussen de intrek andersom was komen te liggen (Vriese & Breukelaar, 2010); bij de Haringvlietdam werd ongeveer 2/3 van de vissen waargenomen en via detecties op andere stations kon worden afgeleid dat ongeveer 1/3 via de Nieuwe Waterweg was binnengekomen. In de analyse is echter gebleken dat een groot aandeel van de vissen die in de Haringvlietdam werd gedetecteerd niet verder stroomopwaarts is getrokken. Als vervolgens werd gekeken naar de groep vissen die op meer landinwaarts gelegen stations werden waargenomen dan bleek de verhouding tussen intrek via beide routes weer min of meer gelijk aan die in de periode 1996-2000 (50 vissen succesvol via de Nieuwe Waterweg ingetrokken en 37 vissen via het Haringvliet). In de laatste periode van onderzoek 2009-2010 blijkt sprake te zijn van een hoger doortreksucces bij het Haringvliet, van de gemerkte dieren (259 individuen) blijken er 37 op meer landinwaarts gelegen stations te worden gedetecteerd die via het Haringvliet zijn ingetrokken. Voor de Nieuwe Waterweg waren dit er slechts 19. Een verklaring voor dit laatste kan zijn gelegen in de periode van aanwezigheid van de salmoniden in de Voordelta. In de eerste twee onderzoeksperiodes lag de merk- en intrekpiek altijd in de maanden juni-juli. In de onderzoeksperiode 2009-2010 was er sprake van twee pieken (in maart en in juni-juli). Het lijkt er op dat de vroege aanwezigheid langs de kust de intrek mogelijkheden bij het Haringvliet heeft verruimd (meer afvoer ter plaatse, meer deuren open en daarmee een grotere kans om binnen te trekken).

Duidelijk is dat, wanneer gekeken wordt naar het exacte moment van intrek bij de Haringvlietdam, er in beide periode (2001-2008 en 2009-2010) een overeenkomstig beeld is: de grootste intrek vindt plaats aan het begin en einde van de spuiperiode met de nadruk op het einde. Het lijkt er op dat bij het begin van de spuiperiode de lokkende werking van het gespuide zoete water nog op gang moet komen, waardoor er eerst een kleine toename van de intrek is. Op het eind van de spuiperiode blijken veel dieren in de nabijheid van de dam te zijn geconcentreerd. Deze maken gebruik van de lage stroomsnelheden tijdens het geringe peilverschil op dat moment om succesvol naar binnen te migreren. In onderstaande figuren wordt een en ander weergegeven voor de periode 2001-2008 en 2009-2010.



Figuur 5.2. Intrek van salmoniden gedurende de spuiperiode in de onderzoeksperiode 2001 – 2008



Figuur 5.3 Intrek van salmoniden gedurende de spuiperiode in de onderzoeksperiode 2009 – 2010

6 EFFECT VAN DE KIER OP DE VISSTAND

6.1 Algemeen

De implementatie van de Kier zal enerzijds leiden tot toenemende mogelijkheden voor visintrek (vismigratie) vanuit de Voordelta naar het Haringvliet (en daarmee het Rijn- en Maasstroomgebied). Anderzijds kan de implementatie van de Kier leiden tot minder uitspoeling van zoetwatervis en verschuivingen in het voorkomen van bepaalde vissoorten in het Haringvliet.

6.2 Fysiologisch overgangsgebied en uitspoeling van zoetwatervis

Onder het huidige spuiprogramma (LPH '84) is er sprake van een harde overgang van zoet naar zout water en omgekeerd bij de Haringvlietdam. Bij implementatie van de Kier zal, afhankelijk van de rivierafvoer, een meer geleidelijke overgang tussen rivier- en zeewater plaatsvinden. Voor de diadrome soorten geldt dat deze bij overgang van zout naar zoet water (of andersom) een fase doormaken waarin fysiologische veranderingen plaatsvinden om lichaam en stofwisseling geschikt te maken voor een verder leven in zoet of zout water. Over het algemeen wordt er vanuit gegaan dat deze aanpassing het best kan plaatsvinden in een gebied met een geleidelijke overgang van zoet naar zout omdat dan door de vis een plek gezocht kan worden die het meest overeenkomt met de mate van aanpassing die al heeft plaatsgevonden. Er is sprake van een geleidelijk proces dat enige tijd in beslag neemt. De zoet-zout gradiënt bij het Kierscenario zou hierin voorzien.

Het fenomeen van uitspoeling kan onder het Kierscenario worden verminderd door een tweetal factoren; enerzijds komt er een (beperkt) zoet-zout gradiënt aan de binnenzijde van de Haringvlietdam tot stand waardoor zoetwatervissoorten worden gewaarschuwd en terug kunnen zwemmen en anderzijds, mocht uitspoeling alsnog plaatsvinden, dan kan de uitgespoelde vis bij vloed en geopende deuren eenvoudig terug naar binnen zwemmen. De instelling van de Kier zou met betrekking tot het verlies aan vis vanuit het Haringvliet grote positieve effecten kunnen hebben.

6.3 Ontwikkeling van diadrome soorten bij toepassen Kier

In onderstaande tabel 6.1 is een inschatting gegeven van de mate waarin anadrome vissoorten kunnen profiteren (op basis van voorkomen) door de implementatie van de Kier. Deze inschatting is onder meer gebaseerd op een oorzakelijk verband tussen de teruggang van de soort en het bouwen van de Haringvlietdam (barrièrewerking, verandering habitats), het 'oorspronkelijke' voorkomen van de soort in het Haringvliet en op de rivieren, overige ontwikkelingen in de riviersystemen en autonome ontwikkelingen.

Tabel 6.1. Effect van de Kier op anadrome vissoorten

Vissoort	Effect Kier	Vissoort	Effect Kier
Driedoornige stekelbaars	+++	Rivierprik	+
Elft	++	Spiering	++
Fint	+++	Zalm/zeeforel	+++
Houting	++	Zeeprik	++

De mate van profijt wordt weergegeven door 0 (geen toename); + (geringe toename in abundantie); ++ (redelijke toename in abundantie) en +++ (aanzienlijke toename in abundantie).

- Met betrekking tot het voorkomen van de driedoornige stekelbaars is een aanzienlijk effect te verwachten. De soort was oorspronkelijk zeer talrijk in het Haringvliet en de achteruitgang lijkt eenduidig te maken te hebben met de aanleg van de Haringvlietdam in 1970.
- Voor de elft is deze relatie minder sterk. Andere oorzaken hebben geleid tot uitsterven van de elft in de Rijn en Maas. De soort is echter wel afhankelijk van goede migratiemogelijkheden en een natuurlijk estuarium; instelling van de Kier brengt dit dichterbij. Op grond hiervan wordt een redelijke toename verondersteld.
- Voor de fint is het perspectief gunstiger; de teloorgang van de soort was al eerder ingezet, maar de laatste klap kwam van de aanleg van de Haringvlietdam. Momenteel lijkt de soort

talrijker te worden en is in redelijke aantallen aanwezig langs de kust. Betere migratiemogelijkheden en een (beperkte) toename van de getijdeslag leiden tot gunstiger omstandigheden voor deze soort op grond waarvan een aanzienlijke toename in het voorkomen mag worden verwacht.

- Voor houting wordt een minder groot effect van de Kier verwacht. De soort kan zich goed handhaven als standpopulatie op min of meer afgesloten systemen. Migratie naar zee is niet verplicht. Er wordt wel een toename van de soort in het benedenrivierengebied verwacht, maar deze is minder afhankelijk van de Kier.
- Het voorkomen van de rivierprik is de laatste jaren aanzienlijk toegenomen en het is de verwachting dat deze ontwikkeling zich voortzet. Hoewel het Kierscenario de migratie van deze soort de rivieren in eenvoudiger maakt, lijkt het positieve effect van de Kier op het voorkomen van deze soort beperkt.
- Het effect van de Kier op het voorkomen van de anadrome spiering kan redelijk zijn, mits de negatieve tendens in het voorkomen van deze soort geen relatie heeft met de klimaatverandering. Zou dit laatste wel het geval zijn, dan is het effect waarschijnlijk verwaarloosbaar. De spiering is wel gebaat met goede migratiemogelijkheden en een geleidelijke overgang van zoet naar zout.
- Voor zalm/zeeforel wordt een aanzienlijk effect verwacht bij implementatie van de Kier. Uit onderzoek is duidelijk gebleken dat de Haringvlietdam een ernstige barrière vormt voor adulte salmoniden die naar de paaigebieden in de rivieren willen trekken. Verder geldt dat de route via de Haringvlietdam naar zee voor smolts van groot belang is voor zowel dieren uit de Rijn als uit de Maas. Naar verwachting heeft de Kier een aanzienlijk effect op de succesvolle migratie van smolts naar zee evenals op de migratie van volwassenen het riviersysteem in.
- Voor zeebek wordt een wat minder groot effect verwacht bij toepassing van de Kier, overeenkomend met de rivierprik. Deze soort is op het moment al aan een opmars bezig, getuige de aanzienlijke vangsten van deze soort in de rivieren. Van oorsprong lijkt deze vissoort minder thuis te horen in het Maasstroomgebied.

In tabel 6.2 is een inschatting gegeven van de mate waarin katadrome vissoorten profiteren (qua voorkomen) van het instellen van de Kier. Deze inschatting is gebaseerd op onder meer een oorzakelijk verband tussen de teruggang van de soort en het bouwen van de Haringvlietdam (barrièrewerking, verandering habitats), het 'oorspronkelijke' voorkomen van de soort in het Haringvliet en op de rivieren, overige ontwikkelingen in de riviersystemen en autonome ontwikkelingen.

Tabel 6.2. Effect van de Kier op katadrome vissoorten

Vissoort	Effect Kier	Vissoort	Effect Kier
Bot	+++	(Glas)aal	+++

De mate van profijt wordt weergegeven door 0 (geen toename); + (geringe toename in abundantie); ++ (redelijke toename in abundantie) en +++ (aanzienlijke toename in abundantie).

- Naar verwachting zullen zowel bot als (glas)aal in hoge mate profiteren van implementatie van de Kier. Beide soorten zijn katadroom, waarbij de larven/juvenielen het zoete water in trekken om aldaar op te groeien. Dergelijke levensstadia hebben beperkte migratiemogelijkheden en zijn deels afhankelijk van selectief getijdentransport. Onder het Kierscenario brengt de vloedstroom de larven/juvenielen van beide soorten het Haringvliet in. De migratiemogelijkheden verruimen in hoge mate hierdoor. De daadwerkelijke toename voor wat betreft aal blijft natuurlijk afhankelijk van het aanbod van glasaal ter plaatse.

6.4 Ontwikkeling overige soortgroepen bij toepassen Kier

Bij het instellen van de Kier kan het visbestand in het Haringvliet (al dan niet periodiek) wijzigen door de mogelijkheden tot vismigratie vanuit de Voordelta het Haringvliet in. De mate waarin dit plaatsvindt, is mede afhankelijk van de periode van het jaar (aanwezigheid van bepaalde soorten en jaarklassen in de Voordelta) en de afvoer van de rivier (het al dan niet spuien). Navolgend wordt per ecologisch gilde een inschatting gegeven van de mate waarin deze vissoorten in abundantie kunnen toenemen (in het Haringvliet) als gevolg van het instellen van de Kier. Meer informatie is te vinden in Hop *et al.* (2011).

Estuariene soorten

- De estuariene vissoorten die in de Voordelta zijn aangetroffen kunnen gekarakteriseerd worden als standvastige soorten zonder uitgesproken trekgedrag.
- De brakwatergrondel en het dikkopje zijn typische brakwatersoorten waarvan verwacht mag worden dat deze bij het instellen van de Kier in relatief grote aantallen in het Haringvliet aangetroffen kunnen worden. De brakwatergrondel wordt in de Nederlandse situatie aangetroffen in zoet tot zout water. De spreiding van het dikkopje reikt tot het zwak brakke water, al heeft deze soort een voorkeur voor zouter water (Van Beek, 2000; Vaas, 1968). Gezien de verspreiding van voor 1970 (Vaas, 1968) is het aannemelijk dat de brakwatergrondel bij het instellen van de Kier aanzienlijk vaker voorkomt dan het dikkopje.
- Voor de soorten zeedonderpad, botervis, puitaal en grote en kleine zeenaald geldt dat deze een voorkeur hebben voor sterk brak tot zout water (Van Beek, 2000). Om deze reden is het niet te verwachten dat deze soorten bij het instellen van de Kier een grote verspreiding in het Haringvliet zullen hebben, maar hooguit beperkt voorkomen in de nabijheid van de Haringvlietdam.

Marien juvenielen

- Voor de marien juveniele vissoorten geldt bij het huidige bedieningsprogramma (LPH'84) dat deze vrijwel alleen in de Voordelta worden aangetroffen. De soorten steenbol, zeebaars en haring zijn hierbij jaarrond het meest abundant.
- Voor de marien juvenielen geldt dat vooral de soorten haring, schol en tong ook bij lagere zoutgradiënten (tot zwak brak water) kunnen voorkomen (Van Beek, 2000). Gezien de huidige abundanties in de Voordelta is het waarschijnlijk dat haring het meest zal profiteren van het instellen van de Kier.
- Op dit moment spelen de nog aanwezige Nederlandse estuaria een belangrijke rol als kinderkamer voor platvissen (Eertman & Smaal, 1995). Bij het instellen van de Kier is het dan ook waarschijnlijk dat de soorten schol en tong (en dan voornamelijk juvenielen) opnieuw het Haringvliet optrekken.
- Van de marien juveniele soorten dwergtong, griet, rode poon en tarbot is niet te verwachten dat deze snel in het Haringvliet aangetroffen worden. De spreiding van deze soorten beperkt zich veelal van zout tot sterk brak water (Van Beek, 2000). Daarnaast geldt dat deze soorten slechts tijdens enkele jaren (in lage aantallen) zijn aangetroffen in de Voordelta.
- De zeebaars is een marien juveniele soort die in de periode van 2006-2010 frequent is aangetroffen in de Voordelta. Deze soort komt voornamelijk voor in zout tot sterk brak water (Van Beek, 2000). Doordat het aanbod van zeebaars in de Voordelta vrij hoog is, is het waarschijnlijk dat deze bij het instellen van de Kier ook in het Haringvliet worden aangetroffen, het is echter aannemelijk dat het voorkomen beperkt blijft door het lage zoutgehalte.

Mariene gasten

- Voor het grootste deel van de mariene gasten geldt dat deze een zouttolerantie hebben die beperkt is van sterk brak tot zout water (Van Beek, 2000). Het is daarom niet waarschijnlijk dat deze soorten bij het instellen van de Kier in grote getallen het Haringvliet intrekken.
- Op basis van de abundanties in de fuikvangsten en de frequentie van voorkomen (periode 2006-2010) is het aannemelijk dat van deze soorten driedradige meun, kabeljauw, vijfdradige meun en wijting met een grotere regelmaat dan de overige mariene gasten het Haringvliet gaan bezoeken.
- De mariene gasten die het meest gaan profiteren van het instellen van de Kier zijn de sprot en harder. De sprot werd in het verleden vanaf de Voordelta tot en met het Hollandsch Diep aangetroffen (Vaas, 1968). Van Beek (2000) geeft dan ook aan dat deze soort in een brede range van zoutgradiënt kan voorkomen (zwak brak tot zout). In de huidige situatie is de sprot op basis van aantallen de meest dominante soort in de Voordelta. Bij het instellen van de Kier is het aannemelijk dat de abundantie van deze soort in het Haringvliet sterk zal toenemen.
- De harder is een mariene gast die ook nu al in redelijke aantallen in het Haringvliet wordt waargenomen. Het is waarschijnlijk dat de aantallen van deze soort bij het instellen van de Kier aanzienlijk zullen toenemen.

Zoetwatersoorten

- Het instellen van de Kier heeft voor zoetwatersoorten tot gevolg dat er bij uitspoeling uit het Haringvliet mogelijkheden zijn tot een eventuele terugkeer.
- Daarnaast geldt dat zich aan de Haringvlietzijde van de Haringvlietdam een hogere zoutconcentratie zal ontwikkelen dan nu het geval is. Hierdoor zullen vooral zoetwatersoorten met een lager zouttolerantie zich verder van de dam ophouden, waardoor de kans op uitspoeling kleiner wordt. Daarnaast geldt dat zoetwatersoorten tijdig gewaarschuwd worden voor het naderende zeewater.
- De zoetwatersoorten met een hogere zouttolerantie zijn ondermeer alver, baars, brasem, blankvoorn, pos en snoekbaars. Op het voorkomen van deze soorten mag een licht positief effect verwacht worden voornamelijk in de nabijheid van de Haringvlietdam.
- Een nieuw gevestigde zoetwatersoort in het Haringvliet is de zwartbekgrondel. Sinds 2008 is deze vissoort jaarlijks aangetroffen tijdens de passieve monitoring. De zwartbekgrondel komt zowel in brak als zoetwater voor (Skora *et al.*, 1999). Omdat deze soort steeds vaker in hogere abundanties wordt aangetroffen in de Nederlandse rivieren, is het waarschijnlijk dat deze soort ook in het Haringvliet in hogere abundanties zal voorkomen. Mogelijk gaat deze soort de concurrentie aan met de soorten brakwatergrondel en dikkopje.

7 LITERATUUR

- Aprahamian, M.W., Bagliniè, J.L., Sabatié, M.R., Alexandrino, P., Thiel, R. & C.D. Aprahamian, 2001. Biology, Status and Conservation of the anadromous Twaite shad, *Alosa fallax fallax*. In: De Laak, G.A.J., 2009. Kennisdocument fint, *Alosa fallax* (Lacépède, 1803). Kennisdocument 26. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Beek, G.C.W. van & Waardenburg, H.W., 1994. Visintrek via Haringvlietspui sluizen bij vloedinlaat (onderdeel bij totale rapportage Haringvlietsluizenexperiment). Rapport nr. 94.19. Bureau Waardenburg bv, Culemborg. In opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland.
- Beek, G.C.W. van, 2000. Zoet Zout Zuid-Holland. Literatuurstudie naar zouttolerantie en gerelateerde parameters van vissoorten in het benedenrivierengebied. RIZA werkdokument nr.: 2000.025X. Bureau Waardenburg, Culemborg. In opdracht van Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling.
- Bij de Vaate, A. & A.W. Breukelaar (eds.), 2001. De migratie van zeeforel in Nederland. Rijksinstituut voor Integraal Waterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport nr. 2001.046. RIZA, Lelystad.
- Blokland, H. & Hop, J., 2010. Results monitoring juvenile Allis shad in the Rhine delta. Projectnummer 20101172. AquaTerra - KuiperBurger B.V., Geldermalsen.
- Bos, A.R. (1999). Aspects of the Life History of the European Flounder (*Pleuronectes flesus* L. 1758) in the tidal River Elbe. Faculty of Biology of the University of Hamburg.
- Breukelaar, A.W., Ingendahl, D., Vriese, F.T., De Laak, G., Staas, S., Klein Breteler, J.G.P., 2009. Route choices, migration speeds and daily migration activity of European silver eels *Anguilla anguilla* in the Rivier Rhine, north-west Europe. *Journal of Fish Biology*. Vol.74/9:2139-2157.
- De Laak, G.A.J., 2007. Kennisdocument Atlantische zalm *Salmo salar* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 6. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- De Laak, G.A.J., 2009. Kennisdocument fint, *Alosa fallax* (Lacépède, 1803). Kennisdocument 26. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Dekker, W. & Willigen, J., van, 2002. De glasaal heeft het tij niet meer mee! RIVO rapport C055/00, 34 p.
- Dekker, W., 2004. Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. RIVO rapport C006/04, 31 p.
- Dekker, W., 2004b. Slipping through our hands. Population dynamics of the European Eel. PhD. Thesis, 11 October 2004. Amsterdam: University of Amsterdam, 186p.
- Doherty, D., O'Maoiléidigh, N. and McCarthy, T.K., 2004. The biology, ecology and future conservation of twaite shad (*Alosa fallax* Lacépède), allis shad (*Alosa alosa* L.) and killarney shad (*Alosa fallax* killarnensis Tate Regan) in Ireland. *Biology and environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 104b, no. 3, 93-102 (2004). In: De Laak, G.A.J., 2009. Kennisdocument fint, *Alosa fallax* (Lacépède, 1803). Kennisdocument 26. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Eertman, R.H.M. & Smaal, A.C. (1995) Habitat karakterisering van de Nederlandse kustwateren, Werkdocument Watersysteemverkenningen, RIKZ 95.042, NIOO-CEMO 1995-02, 97 p.
- Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Giels, J. van & A.W. Breukelaar, 2011. Analyse detectiegegevens salmoniden 2009-2010. ATKB, Geldermalsen, projectnummer 20110401.

Groot, S.J. de, 1992. Herstel van riviertrekvisen een realiteit? De steur. De Levende Natuur 93(1): p. 14-18.

Hop, J. 2009. Visonderzoek migratiekelpunten Fase II: Voorjaaronderzoek. Projectnummer: 20080984. AquaTerra - KuiperBurger B.V., Geldermalsen. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland.

Hop, J., Vriese, F.T., Quak, J., Breukelaar, A.W., in prep. "Visstand Haringvliet en Kier". Projectnummer 20110243. AquaTerra - KuiperBurger B.V., Geldermalsen. In opdracht van RWS Zuid-Holland.

Ingendahl, D., Feldhaus, G., Laak, G. de, Vries, T., Breukelaar, A., in prep. Downstream migration of Atlantic salmon smolts through a heavily modified delta, case study of the River Rhine: Germany and the Netherlands. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Fisheries. Kirchhundem, Germany.

Jager, Z. (1999) Floundering; Processes of tidal transport and accumulation of larval flounder (*Platichthys flesus* L.) in the Ems-Dollard Nursery. Academisch Proefschrift. Ponsen & Looijen, Wageningen. ISBN 90-9012525-6.

Jansen, H.M., Winter, H.V., Tulp, I., Bult, R., Hal, R. van., Bosveld, J., Vonk, R., 2008. Bijvangst van salmoniden en overige trekvisen vanuit een populatieperspectief. Wageningen IMARES. Rapportnummer C039/08. In opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Visserij.

Kemper J. H., 1996. Sonar-onderzoek naar het functioneren van de vissluizen in de Haringvlietdam. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport RWSZH/OVB 1996-30. 20p.

Klein Breteler, J.G.P., 2005. Kennisdocument Europese aal of paling, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. OVB / Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Kroes, M.J. & Monden, S., (red.), 2005. Vismigratie. Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water.

Kroon, J.W., 2009. Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Maitland, P.S. & Hatton-Ellis, T.W., 2003. Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No.3. English Nature, Peterborough. In: De Laak, G.A.J., 2009. Kennisdocument fint, *Alosa fallax* (Lacépède, 1803). Kennisdocument 26. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Skora, K., Olenin, S., Gollasch, S., 1999. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811). p 69-73. In: Gollasch, S., Michin, D., Rosenthal, H., Voight, M. (eds.). Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact. Logos Verlag Berlin.

Spierts, I.L.Y., Vis, H. & Vriese, F.T., 2009. Migratiegedrag van schieraal in de Maas: najaar 2008. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2008_55. 35 pag.

Spierts, I.L.Y., F.T. Vriese (VisAdvies) & A.W. Breukelaar (Waterdienst), 2009b. Downstream migration of salmon smolts in the river Rhine in 2009. VisAdvies BV, Utrecht. VA2008_57. 32 pag.

Tesch, F.W., 1999. Der Aal. 3., neubearbeite Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin.

Vaas, K.F., 1968. De Visfauna van het Estuariumgebied van Rijn en Maas. Afdeling Delta-Onderzoek. Hydrobiologisch Instituut, Yerseke. Kon. Ned. Akademie van Wetenschappen. Nederland. Biologisch Jaarboek uitgegeven door het koninklijk natuurwetenschappelijk genootschap Dodonaea. 36^e jaargang.

Vis, H & Vriese, F.T., 2009. Uitwerking data salmoniden 2001 - 2008. VisAdvies, Nieuwegein. Projectnummer VA2008_58, 105 pag.

Vis, H & F.T. Vriese, 2009b. Migratiegedrag van smolts in de Maas: voorjaar 2009. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2009_10, 37pag.

Vis, H. & Spierts, I.L.Y., 2010. Migratieonderzoek zeeprik Stellendam 2010. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2010_08, 22 pag. In opdracht van RWS Waterdienst.

Vis, H & I.L.Y. Spierts, 2010. Migratiegedrag van smolts in de Maas: voorjaar 2010. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2010_04, 19 pag.

Vriese, F.T., Kroes, M.J., Caldenhoven, R., Spierts, I.L.Y. & Breukelaar, A.W., 2009. Rhine silver eel 2008. Population study of female downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, in the Rine system in 2008/2009. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2008_47. 27 pag.

Vriese, F.T. & A.W. Breukelaar, 2010. Analyse detectiegegevens salmoniden 2001-2008. ATKB, Geldermalsen. Projectnummer 20101157

Winter, H. V., Jansen, H. M., and Breukelaar, A. W. 2007. Silver eel mortality during downstream migration in the River Meuse, from a population perspective. - ICES Journal of Marine Science, 64: 1444-1449.

Winter, H.V., De Leeuw, J.J., Bosveld, J., 2008. Houting in het IJsselmeergebied. Een uitgestorven vis terug? Wageningen IMARES, IJmuiden. Rapport C084/08, 31 p.

Winter, H.V. & Griffioen, A., 2007. Verspreiding van rivierprik-larven in het Drentsche Aa stroomgebied. Wageningen IMARES, IJmuiden. Rapport C015/07, 23 p.

Winter, H.V., 2010. Evaluatie van de vistrappen in de Nederrijn-Lek. Wageningen IMARES, IJmuiden. Rapport C064/10. In opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Oost-Nederland.

Winden, A. van., W. Overmars, W. Bosman & A. Klink, 2000. De Atlantische steur: Terugkeer in de Rijn. Wereld Natuur Fonds / Stichting ARK. Hoog Keppel.

Onbekend, 2009. Masterplan trekvis Rijn. Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR). Rapport nr. 179. ISBN 3-941994-09-3.