

DE ATLANTISCHE STEUR

Terugkeer in de Rijn

Alphons van Winden
Willem Overmars
Wilbert Bosman
Alexander Klink

Een studie in opdracht van het Wereld Natuur Fonds

Inhoud

Leeswijzer

- 1. De Steur terug in de Rijn**

.Fout! Onbekende schakeloptie-instructie. **Inleiding**

 - 1.2 Specifieke geschiktheid van de Rijn voor herpopulatie**
 - 1.3 Specifieke geschiktheid van de Atlantische steur om te worden uitgezet**
 - 1.4 Voorwaarden voor geslaagde herpopulatie**
 - 1.5 Populatie-opbouw van de Atlantische steur in de Rijn**
 - 1.5.1 Na te streven doel van de herpopulatie
 - 1.5.2 Populaties waar de jonge Atlantische steur uit wordt betrokken

- 2. Inleiding**
 - 2.1 Doel en opzet van deze studie**
 - 2.2 Geraadpleegde bronnen**

- 3. De Atlantische steur: *Acipenser sturio***
 - 3.1 Systematiek**
 - 3.1.1 Synoniemen
 - 3.2 Beschrijving van de Atlantische steur, *Acipenser sturio***
 - 3.2.1 Herkenning Atlantische steur
 - 3.2.2 Hybriden
 - 3.2.3 Albinisme
 - 3.3 Karakteristieken**
 - 3.3.1 Lengte, gewicht en leeftijd
 - 3.3.2 Geslachtsrijpheid
 - 3.4 Geografische verspreiding van het Genus *Acipenser***
 - 3.5 Kaviaar**

- 4 Habitat en levenscyclus**
 - 4.1 De Atlantische steur als trekvis**
 - 4.2 Verblijf in zee van volwassen en onvolwassen Atlantische steur**
 - 4.2.1 Wijze van onderzoek aan op zee levende Atlantische steur
 - 4.2.2 Vangstgegevens gedurende het jaar
 - 4.3 De jaarlijkse migratie de rivier op**
 - 4.3.1 Migratieroutes in het Rijnestuarium
 - 4.4 Migratie in de rivier**
 - 4.4.1 Geslachtsverhouding tijdens de paaitrek
 - 4.5 Paaigedrag**
 - 4.6 Paaigronden en eiafzetplaatsen**
 - 4.6.1 Actuele situatie van de paaiplaatsen in de Dordogne en Garonne
 - 4.7 Habitat van juveniele vis en de trek naar het estuarium**
 - 4.8 Habitat onvolwassen Atlantische steuren in het estuarium**
 - 4.8.1 Beschrijving van de verblijfplaatsen
 - 4.8.2 Bewegingen en verblijfplaatsen tussen de 1e winter en de 2e winter
 - 4.8.3 Bewegingen en verblijfplaatsen tussen de 2e winter en de 3e winter

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

4.9 "Mouvee de la St. Jean"

5 Voedsel

5.1 Zee

5.2 Estuarium / rivier

6 Historisch voorkomen in Europa en restpopulaties

6.1 Oorspronkelijke verspreiding

6.2 Huidige verspreiding

6.3 Oorzaken achteruitgang

6.4 Teloorgang Rijn-Maaspopulatie

6.4.1 Steurvisserij in Nederland

6.4.2 Aantalsontwikkeling

6.4.3 Niet inheemse steursoorten in de Nederlandse wateren

6.5 Steurvisserij in de Elbe, de Eider en de Wisla

6.6 Steurvisserij in Groot Brittannië

6.7 Gironde-populatie

6.7.1 Visserij op zee

6.7.2 Visserij in het estuarium en op de rivieren

6.7.3 Kaviaarindustrie

6.7.4 Actuele situatie

6.8 De Rioni-populatie

Fout! Onbekende schakeloptie-instructie..

Het Franse Atlantische

steur-programma

7.1 Historie

7.2 Life Nature programma

7.2.1 Kweekprogramma

7.2.2 Onderzoek aan de paaiplaatsen

7.2.3 Onderzoek aan de populatie in de natuurlijke situatie

7.2.4 Publiciteit

8 De Rijn als habitat voor de Atlantische steur

8.1 Vergelijking met Garonne/Gironde

8.2 Het zeemilieu: noordzee en atlantische oceaan

8.2.1 Aanpassing aan het verblijf op zee

8.2.2 Bedreigingen voor de Atlantische steur op zee

8.2.3 Conclusie

8.3 Het estuarium

8.3.1 De noodzaak van brakwaterzones

8.3.2 Doorlaatbaarheid/toegankelijkheid Nederlandse kust

8.3.3 Het Rotterdams Havengebied; het enige overgebleven brakwatergetijdengebied in de monding van de Rijn.

8.3.4 Waterkwaliteit van het Rotterdams havengebied

8.3.5 Visvoedsel in de Nieuwe Waterweg

8.3.6 Waar liggen voor macrofauna de overgangen tussen zoet, brak en zout

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

- 8.3.7 Sluisbeheer Haringvlietsluis
- 8.3.8 Het beheer van de Krammer-Volkerak
- 8.3.9 Sluisbeheer Afsluitdijk en mogelijkheden voor brakwaterzone in het IJsselmeer
- 8.3.10 Het Zoetwatergetijdengebied
- 8.3.11 Mogelijke paaiplaatsen voor de Atlantische steur in het zoetwatergetijdengebied
- 8.3.12 Mogelijke betekenis van zoet- en zoutwatermeren bij de kust
- 8.3.13 Visserij
- 8.3.14 Conclusie
- 8.4 De rivier de Rijn in Nederland als paaigebied en opgroeigebied voor jonge Atlantische steur**
- 8.4.1 Bodemsamenstelling van de Nederlandse Rijntakken
- 8.4.2 Mogelijke locaties voor paaiplaatsen in de Boven Rijn en Waal
- 8.4.3 Mogelijke locaties voor paaiplaatsen in de IJssel
- 8.4.4 Foerageermogelijkheden voor jonge Atlantische steur
- 8.5 Het belang van de Rijn in Duitsland en Frankrijk voor de paaierende Atlantische steur**
- 8.5.1 De Niederrhein tussen Bonn en de Duits-Nederlandse grens
- 8.5.2 De Mittlere en Obere Rhein tussen Iffezheim en Bonn
- 8.6 Chemisch herstel Rijn**
- 8.6.1 Belasting van steur door chemische stoffen
- 8.6.2 Chemisch herstel van de Rijn
- 8.7 Conclusies ten aanzien van de geschiktheid van de Rijn in Frankrijk, Duitsland en Nederland**

- 9 Het herpopulatieprogramma**
- 9.1 Procedure in Nederland**
- 9.2 Internationale samenwerking**
- 9.3 Uitvoering**
- 9.3.1 Wijze van uitzetten
- 9.3.2 Periode van uitzetten
- 9.3.3 Geschikte plaatsen om larven en jonge vis uit te zetten
- 9.4 De rol van het Wereld Natuur Fonds**
- 9.5 Begroting**

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Leeswijzer

Hoofdstuk 1 is te beschouwen als een samenvatting en geeft in het kort antwoord op veel vragen die er zijn ten aanzien van de Atlantische steur en de mogelijkheden voor herpopulatie. In de overige hoofdstukken worden de conclusies van hoofdstuk 1 nader toegelicht.

In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe het onderzoek naar de Atlantische steur is uitgevoerd en van welke bronnen gebruik is gemaakt. In hoofdstuk 3 tot en met 5 wordt de herkenning van de Atlantische steur, zijn leefwijze en het voedsel beschreven. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op het historische voorkomen van de Atlantische steur, waarbij een groot aantal Noordwest Europese rivieren wordt behandeld.

Het Franse onderzoek aan de Atlantische steur is uniek omdat de enige rivier waar deze dieren nog voorkomen in Frankrijk ligt. In hoofdstuk 7 wordt hier uitgebreid op in gegaan. In hoofdstuk 8 wordt een beschrijving gegeven van de geschiktheid van het gehele stroomgebied van de Rijn. Achtereenvolgens passeren de Noordzee, het estuarium en de rivier zelf in Nederland, Duitsland en Frankrijk de revue. Van ieder milieu wordt na de beschrijving ook een korte samenvatting gegeven (par. 8.2.3, par 8.3.14 en par 8.7). Tenslotte wordt in hoofdstuk 9 de praktische kant van het herpopulatie-programma besproken en het voorstel om te komen tot een internationale commissie die dit programma opzet en begeleidt.

Hoofdstuk 1

De Atlantische steur terug in de Rijn

1.1 inleiding

De Atlantische steur is zonder twijfel de meest tot de verbeelding sprekende vis die in de Nederlandse rivieren heeft geleefd. Met zijn lengte tot 3,5 meter en een gewicht van 250 kg was het de mammoet onder de Nederlandse vissen; een vis die geen visserslatijn nodig had om indruk te maken. De magie van deze vissoort is van alle tijden en al in de Middeleeuwen behoorde een gevangen steur toe aan de landheer en wie een steur gevangen had kon op veel belangstelling rekenen, getuige de vele prenten en foto's van steurvissers. De Mammoet is een uitgestorven diersoort en het scheelt niet veel of de Atlantische steur wacht een zelfde lot. Terwijl rond 1900 in West Europa jaarlijks meer dan 10.000 exemplaren werden gevangen is deze machtige vis nu teruggedrongen tot slechts twee riviersystemen: de Gironde in Frankrijk nabij Bordeaux en de Rioni in Georgië. Beide populaties bestaan uit niet meer dan enkele honderden dieren en in de meeste jaren is er zelfs geen succesvolle voortplanting. De Atlantische steur behoort daarmee tot een van de meest bedreigde diersoorten, meer nog dan de reuzenpanda.

Toch is er hoop dat de Atlantische steur zich kan herstellen. Een groot deel van de oorzaken van het bijna uitsterven is inmiddels verdwenen. Met name de Rijn, samen met de Elbe, ooit de belangrijkste rivier voor de West Europese steurenpopulatie, is klaar om de eerste Atlantische steuren te ontvangen. Er is hard aan gewerkt om het water weer schoon te krijgen, de grootschalige gemechaniseerde riviervisserij is verdwenen en inmiddels zijn allerlei natuurontwikkelingsprojecten gestart om rivierbiotopen te herstellen en zijn er vergevorderde plannen om het Haringvliet weer in open verbinding met zee te brengen.

De terugkeer van de Atlantische steur in de Nederlandse rivieren sluit goed aan bij de projecten 'levende rivieren' en 'meegroeien met de zee' die in respectievelijk 1993 en 1996 door het WNF zijn gestart. Hoofddoel van deze projecten is dat door herstel van natuurlijke processen langs de rivieren, in het estuarium en langs de kust bedreigde en voor Nederland uitgestorven planten en dieren kunnen terugkeren.

Al binnen enkele jaren na de start van het eerste project bleek dat veel dier- en plantensoorten op eigen kracht de nieuwe biotopen langs de rivier bevolkten; soms waren zij al tientallen jaren uit het Nederlandse rivierengebied verdwenen. Soorten die niet op eigen kracht het gebied konden bereiken zoals de bever zijn in het gebied uitgezet en planten zich inmiddels succesvol voort.

Van de Atlantische steur is niet te verwachten dat zij zonder hulp van de mens de Rijn weer zal koloniseren. In de winter verblijft een klein deel van de Franse populatie op de Noordzee, maar in het begin van het voorjaar zwemmen zij terug naar de Gironde. Deze Atlantische steuren herkennen de Rijn ook niet meer als geboortegrond. De kans dat twee geslachtsrijpe dieren van deze zwervers tegelijk de Rijn op zwemmen moet als uitgesloten worden beschouwd.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

We zullen de Atlantische steur daarom een handje moeten helpen door jonge vis of eieren uit te zetten op de meest geschikte voortplantingsplaatsen in Frankrijk, Duitsland en Nederland.

Samengevat kunnen we zeggen dat herintroductie van de Atlantische steur in de Rijn dubbel gewenst is, enerzijds om deze magnifieke vis voor uitsterven te behoeden en anderzijds omdat zij als bewoner van zowel de zee, als het estuarium en de rivier een belangrijk symbool is voor het herstel van het gehele Rijnsysteem.

1.2 Specifieke geschiktheid van de Rijn voor herpopulatie

Tot in het begin van deze eeuw was de Rijn samen met de Elbe de belangrijkste West Europese rivier voor de Atlantische steur. Uit de vangstcijfers blijkt dat een populatie van minimaal tienduizend dieren afhankelijk was van de Rijn. De combinatie van een lange, diepe rivier met veel paaimogelijkheden en een uitgestrekt estuarium met veel opgroeimogelijkheden voor de juveniele dieren maakten de Rijn tot een zeer geschikte rivier. De kleine populaties in andere West Europese rivieren waren voor hun voortbestaan waarschijnlijk afhankelijk van de grote populaties in de Rijn en de Elbe.

Een aantal oorzaken hebben er toe geleid dat de Atlantische steur in het begin van deze eeuw in de Rijn is uitgestorven. Watervervuiling en riviercorrecties, waarbij paaiplaatsen en opgroeigebieden voor jonge steur verdwenen, hebben hun tol geëist, maar bovenal is het de grootschalige gemechaniseerde zegenvisserij geweest die de Atlantische steur heeft doen uitsterven.

Ondanks de vele ingrepen die in het rivierdal zijn uitgevoerd kunnen vissen de Rijn nog steeds tot 700 km stroomopwaarts, de stuw van Iffezheim bij Straatsburg, opzwemmen; geen enkele andere Europese rivier is over zo'n afstand bereikbaar voor vissen. Voor de Atlantische steur is dit ruim voldoende, aangezien hij juist in de diepe benedenstroomse delen van de rivier paait en opgroeit.

In het kader van het project 'Ecologisch herstel Rijn' is er de laatste 10 jaar hard aan gewerkt om de Rijn weer schoon en leefbaar te maken voor allerlei organismen. De resultaten zijn zeer bemoedigend: de Rijn is inmiddels een van de schoonste grote rivieren van Europa en sneller dan verwacht keren allerlei planten en dieren terug in en langs de Rijn. De Rijn is er klaar voor om ook de Atlantische steur te ontvangen.

1.3 Specifieke geschiktheid van de Atlantische steur voor herpopulatie

De gehele zoetwatercomponent van de levenscyclus van de Atlantische steur speelt zich af in het benedenstroomse deel van rivieren. De Atlantische steur is niet, zoals de Zalm, afhankelijk van de uiteinden van het stroomgebied, de snelstromende bergbeken, om er te paaien. De Atlantische steur leent zich daarom goed voor herintroductie omdat alleen het benedenstroomse deel van rivieren bereikbaar hoeft te zijn.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Van steursoorten in de Kaspische zee en de restpopulatie van de Atlantische steur in de Gironde is bekend dat ze weinig kritisch zijn ten aanzien van de waterkwaliteit. De belangrijkste voorwaarde is dat het zuurstofgehalte hoog genoeg is om de eieren uit te laten komen.

Als geen andere soort maakt de Atlantische steur duidelijk hoe belangrijk het is dat de rivier zelf, het estuarium en de monding in zee als een samenhangend natuurgebied functioneren. In hun lange levensloop hebben zij dit hele gebied nodig om zich te voeden, voort te planten en op te groeien. De Atlantische steur is een zeer tot ieders verbeelding sprekende vis die een belangrijke rol kan spelen als symbool voor het herstel van hele Rijnsysteem.

1.4 Voorwaarden voor geslaagde herpopulatie

De belangrijkste voorwaarden waar een rivier aan moet voldoen voor de herintroductie van de Atlantische steur zijn:

- voldoende geschikte paai- en eiafzetplaatsen

Vermoedelijk paaiden Atlantische steuren in het verleden al in de diepere gedeelten van het zoetwatergetijdengebied waar de bodem uit grind bestaat, maar in ieder geval paaiden ze bovenstrooms van Nijmegen in de diepe grindrijke buitenbochten en verder stroomopwaarts tussen Bonn en Bingen en nabij Mannheim. Al deze gebieden zijn nog steeds bereikbaar en ze voldoen nog steeds aan de voorwaarden, zoals dat zijn: diepe kuilen waar de paarijpe dieren zich verzamelen, een grindige bodem voor het afzetten van de eieren en voldoende stroming en een hoog zuurstofgehalte.

- geschikte schuilplaatsen en foerageermogelijkheden voor de larven en de zeer jonge steur

De holten en spleten tussen steen en grof grind die de larven van de Atlantische steur nodig hebben om zich gedurende de dag schuil te houden zijn overal aanwezig. Soms bestaan de oevers van de rivier uit grove blokken of zijn er kribben en soms zijn er natuurlijke holten. De eerste weken zoeken de jonge dieren hun voedsel in zandige bodems. Deze zijn overal langs de Rijn aanwezig. Tussen Mainz en Bonn liggen ze in de niet door de scheepvaart gebruikte geulen langs eilanden, tussen Wesel en Nijmegen in de ruime binnenbochten van de meanders en verder stroomafwaarts in het zoetwatergetijdengebied in de slenken die zich dagelijks tweemaal met water vullen. In de nabije toekomst zullen de foerageergebieden worden uitgebreid met stromende nevengeulen die op veel plaatsen langs de Waal en de Neder-Rijn zijn gepland en waarvan de eerste inmiddels is aangelegd bij Beneden Leeuwen.

- het benedenstroomse deel van de rivier en het estuarium moeten geschikt zijn voor de jonge vissen om er de eerste 2 tot 3 jaar op te kunnen groeien alvorens ze naar zee gaan.

De juveniele Atlantische steur brengt de eerste 2 tot 3 jaar van zijn leven door in het intergetijdengebied op de overgang van zout naar zoet water. De Nieuwe Waterweg en de Oude en Nieuwe Maas zijn voorlopig de enige plaatsen waar de jonge Atlantische steur terecht kan. Er bestaan vergevorderde plannen om Haringvliet en Hollands Diep weer in permanent open verbinding te brengen met de Noordzee. Het areaal aan brak- en zoetwatergetijdengebied en daarmee

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

het opgroeigebied van de jonge Atlantische steur zal hierdoor aanzienlijk worden vergroot.

- een open verbinding tussen de rivier en de zee

De Nieuwe Waterweg is het enige permanent open zeegat dat de Atlantische steur ter beschikking heeft om van de Noordzee de Rijn op te zwemmen en omgekeerd. Via de Haringvliet kan de Atlantische steur wel het rivierengebied verlaten, maar nog niet binnengaan. Wanneer de Haringvliet in de toekomst in meer of mindere mate ook bij vloed open zal zijn, is de optrek van vissen ook hier mogelijk. Vanouds was het Haringvliet het belangrijkste zeegat voor de Atlantische steur en andere trekvisserij.

Een geschikte herintroductie van een soort hangt verder af van het feit of de oorzaken van het uitsterven zijn weggenomen. Voor het uitsterven van de Atlantische steur worden de volgende oorzaken genoemd:

- Watervervuiling

De sterkste afname van de Atlantische steur vond plaats in het einde van de vorige eeuw, ruim voordat het water van de rivieren sterk vervuild raakte. Mogelijk hebben de laatste dieren die in de dertiger jaren van deze eeuw de Rijn opzwommen wel hinder ondervonden van de vervuiling en werd de voortplanting erdoor belemmerd. Nadien is de watervervuiling eerst nog sterk toegenomen om de laatste 20 jaar weer erg snel af te nemen. Inmiddels is dankzij de inspanningen van het 'Rijnactieplan' de waterkwaliteit weer op een vooroorlogs peil en zijn de concentraties van de meest geveesde stoffen op een zodanig niveau gekomen dat ze geen belemmering meer vormen voor de voortplanting en het opgroeien van vissen en andere waterorganismen.

- Riviercorrecties

Vanaf het midden van de vorige eeuw zijn grootscheepse werken uitgevoerd in het stroomgebied van de Rijn. De rivier veranderde van een brede stroom met eilanden en ondieptes die zijn loop regelmatig verlegde in een vaste stroomgeul met een vrijwel constante diepte en breedte. Dit betekende een sterke afname van het aantal rivierbiotopen, waarbij vooral de ondiepe stromende delen verdwenen. Voor de jonge Atlantische steur zijn deze biotopen met name van belang om er voedsel te zoeken. Echter niet alle ondieptes zijn verdwenen en langs de Waal en de Neder Rijn bestaan vergevorderde plannen om een groot aantal nevengeulen te herstellen.

- Grindwinning

Voor het afzetten van haar eieren is de Atlantische steur aangewezen op grindbanken in de diepere delen van de stroomgeul. In het verleden werd vaak grind gewonnen, met name in het Duitse deel van de Rijn. Deze grindwinning is inmiddels beëindigd en de grindvoorkomens zijn nu stabiel.

- Riviervisserij

Wat de riviervisserij betreft moet onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds de relatief kleinschalige vormen van visserij zoals de fuik- en kuilvisserij en de visserij met staand want die gedurende vele eeuwen in het Nederlandse en Duitse deel van de Rijn werden uitgeoefend en anderzijds de grootschalige gemechaniseerde zegenvisserij die tussen ca 1850 en 1900 op een tiental

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

plaatsen in het Rijnestuarium werd bedreven. Alleen al uit de vangstcijfers blijkt dat deze laatste vorm van visserij uitermate succesvol was en het leidt geen twijfel dat ze een zeer belangrijke bijdrage heeft geleverd aan het uitsterven van een aantal soorten trekvissen. De steur was voor deze tak van visserij niet eens de belangrijkste soort, als dat wel het geval was geweest was de visserij zeker gestopt voordat de Atlantische steur was uitgestorven. De steur was echter een bijvangst van de visserij op Zalm, Elft en later ook Fint. Deze soorten hielden vanwege hun snellere reproductie langer stand dan de Atlantische steur, die pas vanaf 12 jarige leeftijd geslachtsrijp is en dus erg veel kans had om voor die tijd gevangen te zijn. Wanneer de zegenvisserij in de loop van de 20e eeuw verdwijnt omdat ook de aantallen Zalm en Elft sterk afnemen is de Atlantische steur al vrijwel geheel weggevangen.

Met het verdwijnen van de trekvissen is ook de riviervisserij verdwenen. Op kleine schaal wordt in het estuarium nog gevangen met fuiken en langs de rivieren zijn er tegenwoordig sportvissers. Zij vormen echter geenszins een bedreiging voor de Atlantische steur.

Het zeemilieu

Het is onduidelijk in hoeverre de vangsten op zee in het verleden een rol hebben gespeeld bij het uitsterven van de Atlantische steur in de Rijn. Alleen uit het begin van deze eeuw zijn vangstcijfers bekend van IJmuiden. Deze waren hoog in vergelijking met de vangsten op de rivier, terwijl de Atlantische steur op de Rijn toen al sterk in aantal was verminderd. Van de Gironde populatie is bekend dat de zeevisserij vrij weinig invloed had op de afname van de soort. Of dit voor de Noordzee ook geldt is onduidelijk, de visserijdruk is er erg groot en met name de intensieve sleepnetvisserij zal met name de Atlantische steur als bodemfoerageerder treffen. Uit Frans onderzoek is gebleken dat vooral de oudere dieren zeer grote afstanden afleggen en vermoedelijk een deel van het jaar in de diepzee verblijven.

1.5 Populatie-opbouw van de Atlantische steur in de Rijn

1.5.1 Na te streven doel van de herpopulatie

Het einddoel van de herintroductie zou een stabiele, reproductieve populatie moeten zijn die zich zelf in stand houdt zonder de hulp van de mens. Aan de hand van de vangsten aan het eind van de vorige eeuw zullen er zeker ongeveer 10.000 volwassen dieren in de Rijn hebben geleefd. Wanneer het Rijnsysteem vanaf haar middenloop nabij Straatsburg tot aan de monding in zee weer goed functioneert, met voldoende foerageer- en opgroeimogelijkheden voor de jonge vis is een populatie van enkele duizenden volwassen dieren haalbaar. Vanuit deze populatie kunnen dan weer andere rivieren die in de Noordzee uitmonden bevolkt worden.

1.5.2 Populatie waar de Atlantische steur uit wordt betrokken

Nog slechts 2 populaties van de Atlantische steur zijn voorhanden om eieren of jonge visjes van te betrekken. Het meest in aanmerking komen de steuren van de Gironde omdat deze als nabije populatie minder geografische verschillen zullen

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

hebben dan de Rioni-populatie. De dieren van de Gironde verblijven ook nu nog een deel van het jaar op de Noordzee en zeer waarschijnlijk was er vroeger al uitwisseling tussen de Rijn- en Gironde-populaties.

De Atlantische steur is echter bijna uitgestorven en geslaagde reproductie komt in de Gironde niet jaarlijks meer voor. Ook is het nog niet gelukt om jonge dieren op te kweken tot ze geslachtsrijp zijn. De kans om überhaupt nog steureneieren of jonge vis te verkrijgen is dan ook erg klein en het is daarom raadzaam om al op korte termijn ook gebruik te maken van de Rioni-populatie. Ook vanwege de genetische diversiteit is het wenselijk gebruik te maken van beide populaties.

Ook wanneer de dieren uit één populatie worden betrokken kan rekening worden gehouden met de genetische variëteit. Om deze van de uitgezette Atlantische steur te waarborgen is het van belang van minimaal 20 verschillende dieren uit te gaan die als ouders kunnen fungeren. Omdat het sperma makkelijk te winnen is, is het het eenvoudigst om vooral veel verschillende mannelijke dieren te gebruiken.

Hoofdstuk 2

Wijze van onderzoek

2.1 Doel en opzet van deze studie

Doel van deze studie is de haalbaarheid van de herintroductie van de Atlantische steur in de Rijn te onderzoeken. De Atlantische steur is een bedreigde diersoort en in de twee rivieren waar ze nog voorkomt is de situatie zorgwekkend. De kans dat de Atlantische steur vanuit een van deze rivieren andere rivieren koloniseert is klein. Het is daarom vanuit het oogpunt van behoud van deze soort gewenst om mogelijkheden te bestuderen om de soort elders te herintroduceren en daarmee de populatie weer op peil te brengen.

In een rivier die voor herintroductie wordt geselecteerd moet de Atlantische steur in staat zijn zelf een reproductieve zich zelf in stand houdende populatie op te bouwen. Deze rivier moet daarom aan de volgende criteria voldoen:

- er moeten voldoende voor de Atlantische steur bereikbare, geschikte eiafzetplaatsen zijn
- de larven en jonge vissen moeten over geschikte schuilplaatsen en foerageermogelijkheden beschikken
- het benedenstroomse deel van de rivier en het estuarium moeten geschikt zijn voor de jonge vissen om er de eerste 2 tot 3 jaar op te kunnen groeien alvorens ze naar zee gaan.
- ten slotte moet de zee, waar de Atlantische steur uiteindelijk naar toe zwemt en het grootste deel van zijn verder leven doorbrengt, geschikt zijn

De Rijn was vanouds een van de belangrijkste rivieren voor de Atlantische steur om er te paaien en op te groeien. Wanneer deze rivier weer geschikt is voor herbevolking, dan is dat een belangrijke stap op weg naar volledig herstel. Vanuit de Rijn kan de Atlantische steur dan in een later stadium, wanneer de populatie weer groot genoeg is, ook andere rivieren, die in de Noordzee uitmonden, op eigen kracht bevolken.

2.2 Geraadpleegde bronnen

Omdat de Atlantische steur in Nederland en Duitsland al meer dan 50 jaar is uitgestorven is slechts weinig onderzoek gedaan aan deze vissoort. De literatuur uit deze landen die voor deze haalbaarheidsstudie is gebruikt dateert dan ook veelal uit het begin van de eeuw. Voor zover mogelijk is gebruik gemaakt van de oorspronkelijke bronnen. In Duitsland is recent onderzoek gedaan door R. Kinzelbach aan het historisch voorkomen van de Atlantische steur in de Rijn. Kinzelbach is ook betrokken bij de 'Gesellschaft zur Rettung des Störes', waar voor deze studie contacten mee zijn gelegd. In 1996 zijn door het Landesanstalt für Ökologie uit Nordrhein-Westfalen de mogelijkheden voor de Atlantische steur in de Rijn onderzocht. Voor andere recente informatie is vooral gebruik gemaakt van de publicaties over de Zalm, waar in Nederland door RIZA, RIVM, OVB en RIVO in het kader van het project 'Ecologisch Herstel Rijn' sinds ongeveer 10 jaar intensief aan wordt gewerkt in de Rijn en haar zijrivieren. De populatie in de Gironde wordt door Franse onderzoekers van het instituut

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

CEMAGREF sinds bijna 20 jaar gevolgd. Grote moeite wordt door hen gedaan om deze populatie voor uitsterven te behoeden. Een uitgebreid studieprogramma heeft veel nieuwe gegevens opgeleverd over de leefwijze van de Atlantische steur, de kweekmethoden van jonge dieren en de wijze waarop de steur de zee, het estuarium en de rivieren gebruikt. Een groot deel van hun rapporten is geraadpleegd en voor deze studie gebruikt. Ook is een bezoek gebracht aan het instituut en zijn gesprekken gevoerd met de Franse onderzoekers.

Veel kennis over het verzamelen van steurenbroed en het opkweken van larven en jonge vissen is aanwezig bij Russische bedrijven die Kaspische steursoorten kweken ten behoeve van de kaviaarproductie. In 1993 is een bezoek gebracht aan de Alexandrovsky steurkwekerij langs de Wolga in Trudfront in de provincie Astrachan. Hiervan is verslag gedaan in Overmars, 1995.

Om foto- en filmmateriaal te verzamelen is een bezoek gebracht aan het aquarium van Helgoland waar twee Atlantische steuren in gevangenschap worden gehouden.

Hoofdstuk 3

De Atlantische steur: *Acipenser sturio*

3.1 Systematiek

De steuren zijn een van de oudste nu nog op aarde levende visfamilies. Fossiele vondsten zijn bekend vanuit de vroege Trias-periode, ca 220 miljoen jaar geleden. In die tijd splittoosten de steuren zich af van de Paleonisciformes (de groep waarvan zich tijdens het Carboon ook de teleosten afsplitsten) die toen net over het hoogtepunt van hun bloeitijd heen waren en uiteindelijk tijdens het Krijt, vele miljoenen jaren later, uitstierven (Trouvery et al. 1984). De steur is de enige overgebleven vertegenwoordiger van deze groep. De steuren werden lange tijd als evolutionair primitieve vissen gezien. In werkelijkheid is de steur een eindfase van een lange evolutionaire ontwikkeling uit een groep die zijn bloeitijd kende in het Perm en vroege Trias-tijdperk (zie figuur 1).

Positie van *Acipenser sturio* in de systematiek.

Klasse der Osteichthyes (Beenvissen)

Onderklasse der Actinopterygii

Super-orde der Chondrostei

Orde der Acipenseriformes

Familie der Acipenseridae

figuur 1. Figuur van de afstamming van de steur

De Atlantische steur, *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758), is de enige in West-Europa voorkomende vertegenwoordiger van de familie der Acipenseridae. Deze familie omvat 24 soorten verdeeld over vier genera. Het genus *Acipenser* is het meest vertegenwoordigd met 17 soorten. Drie soorten worden onderscheiden in het genus *Pseudoscaphirhynchus* en twee soorten binnen de genera *Scaphirhynchus* en *Huso* (Rochard et al. 1991).

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Genus *Acipenser*:

Acipenser baeri

Acipenser brevirostum

Acipenser dabryanus

Acipenser fulvescens

Acipenser gueldenstaedti

Acipenser kikuchii

Acipenser medirostris

Acipenser multiscutatus

Acipenser naccarii

Acipenser nudiventris

Acipenser oxyrhynchus

Acipenser ruthenus

Acipenser sinensis

Acipenser schrenki

Acipenser stellatus

Acipenser sturio

Acipenser transmontanus

Genus *Pseudoscaphirhynchus*:

Pseudoscaphirhynchus kaufmanni

Pseudoscaphirhynchus hermanni

Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi

Genus *Huso*:

Huso huso

Huso dauricus

Genus *Scaphirhynchus*:

Scaphirhynchus albus

Scaphirhynchus platorhynchus

3.1.1 Synoniemen

In de loop der tijd zijn er een aantal synoniemen geweest voor de Atlantische steur (Holcyk et al. 1989):

Acipenser sturio Linnaeus, 1758

Acipenser Lichtensteinni Bloch and Schneider, 1801

Acipenser latirostris Parnell, 1831

Acipenser hospitus Krøyer 1846

Acipenser Thompsonii Ball (in Thompson 1856)

Acipenser (Antaceus) Yarrelii Duméril 1867

3.2 Beschrijving Atlantische steur, *Acipenser sturio*

De Atlantische steur heeft een langgerekt laag lijf. De maximum diepte is 10,0 - 13,5 % van de totale lengte. De snuit is toegespitst en loopt licht omhoog. De lengte van de snuit bedraagt 52,6 tot 65,8 % van de totale koplengte. Het oog is

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

klein, licht ovaal met een bronsgele iris en een zwarte pupil met een groene tint. Voor de onderstandige bek, die geen tanden bevat zitten vier tastdraden. Bij adulten ligt de aanhechting van de tastdraden dicht bij de mond dan bij de top van de snuit. De onderlip is duidelijk ingesneden (Holcyk et al. 1989).

De kleur van de adulten varieert van grijs-groen en grijs-bruin tot blauw-zwart op de rug en hoofd. Zeer grote exemplaren hebben een goud-groene rug. De flanken zijn lichter met donker wazige 'bloches' met een variabele intensiteit (Roule 1925). De buik is zilver-wit, wit of geelachtig. De pectorale vin is gelig, de andere vinnen zijn grijsachtig. Het aantal ongedeelde vinstralen in de dorsale vin loopt uiteen van 30 - 50, bij de anaalvin is dat van 22 - 33. De eerste vinstraal van de pectorale vin is geevolueerd tot een sterke stekel.

De rug, flank en buik zijn bedekt met rijen beenplaten die door de huid heen komen. Het aantal beenplaten op de rug varieert van 9 - 16, op de flank van 24 - 40 en op de buik 8 - 14 (Holcyk et al. 1989, Rochard et al. 1991). De beenplaten zijn groot en stevig en vuilwit tot helder wit. Ze zijn twee keer zo groot als de beenplaten van een *A. gueldenstaedti* van dezelfde grootte (Marti 1939).

3.2.1 Herkenning Atlantische steur

Aan de hand van door Mohr (1962), Holcyk et al. (1989) en Rochard et al. (1991) bewerkte literatuur is een tabel opgesteld waarmee *A. sturio* op externe kenmerken kan worden onderscheiden van een aantal andere in Europa voorkomende soorten. Deze soorten worden ook in aquaria gehouden en soms gevangen in de Nederlandse wateren. In de tabel 1 zijn de belangrijkste kenmerken op grond waarvan *A. sturio* duidelijk kan worden onderscheiden van de andere soorten bij die soorten vetgedrukt.

Tabel 1. Kenmerken voor herkenning van *Acipenser sturio*

De kenmerken waarop *A. sturio* zich van de andere soorten onderscheid zijn bij die soorten **vetgedrukt**

	<i>A. sturio</i>	<i>A. ruthenus</i>	<i>A. baeri</i>	<i>A. gueldenstaedti</i>	<i>A. stellatus</i>
KLEUR					
rug	grijsgroen/ grijsbruin blauwzwart	donkergrijs/ bruin	lichtgrijs/ goudbruin	donkerbruin zwart	variabel zwart/bruin
buik	zilverwit/ wit/gelig	geelwit	wit tot geel	geelwit	licht
MAX. LENGTE (CM)		350 (600 ?)	100	200	215-236 218
SNUIT					
vorm	spits, licht omhoog gebogen	spits	--- iets rond	kort stomp	zwaardvormig
% snuit van totale hoofdlength ¹	52,6-65,8	27,8-63,5	33,1-61,0	23,5-34,2	59,0-65,0
TASTDRADEN					
met franjes	nee ja	meestal niet	nee	nee	
KIEUWBOOG					
aantal tanden	15-29 11-27	15-31	15-31	24-29	
AANTAL ONVERTAKTE VINSTRALEN					
dorsale vin	30-50 32-49	30-56	27-51	40-54	
anale vin	22-33 16-34	17-33	18-33	22-35	
AANTAL BEENPLATEN					
dorsaal	6-16 11-18	10-20	8-18	9-16	
lateraal	24-40 56-71	32-62	24-50	26-43	
ventraal	8-14 10-20	7-16	6-13	9-14	
hybriden	<i>A. gueldenst.</i> <i>A. ruthenus</i> <i>A. baeri</i> <i>A. stellatus</i>	<i>H. huso</i> <i>A. gueldenst.</i>	<i>A. ruthenus</i> <i>A. stellatus</i>	<i>A. ruthenus</i> <i>H. huso</i> <i>A. ruthenus</i>	<i>A. gueldenst.</i> <i>H. huso</i> <i>A. nudiventris</i>

1: lichaamslengte = afstand tussen de top van de snuit en het verstgelegen uiteinde van de staartvin

hoofdlengte = de afstand tussen de top van de snuit en de achterraand van de kieuwplaat

snuitlengte = de afstand tussen de top van de snuit en de dichtst bij de snuit gelegen oogrand

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

3.2.2. Hybriden

De Atlantische steur hybridiseert met de Russische steur (*Acipenser gueldenstaedti*) (Holcyk et al. 1989) en de Sterlet (*Acipenser ruthenus*) (Maitland 1980). De hybride met de Russische steur heeft een langere en meer puntige snuit dan de Russische steur, de grootte van de dorsale en laterale beenplaten is intermediair tussen die van de ouders (B_n_rescu 1964).

3.2.3. Albinisme

Albinisme komt voor maar is uiterst zeldzaam. In Bohemen is in de Elbe ooit een albino exemplaar van de Atlantische steur gevangen (Flasarová & Flasar 1976).

3.3 Karakteristieken

3.3.1 Lengte, gewicht en leeftijd

Grootte van de Atlantische steur

De lengte die steuren bereiken is per riviersysteem verschillend. De grootste Atlantische steur die ooit is aangetroffen was 6 meter lang. De meeste steuren halen deze lengte echter niet. Het is de vraag in hoeverre de lengte van 6 meter betrouwbaar is. Alle recent opgemeten dieren en gecontroleerde vangsten uit het verleden leveren steeds maten op onder de 3,5 meter. CEMAGREF (1995) geeft als maximale maat voor de Atlantische steur 3,5 m en als gemiddelde maat voor de geslachtsrijpe dieren 145 tot 220 cm. Duncker (1935) schrijft over een exemplaar van 3,35 m en 240 kg dat zich in een Hamburgs museum bevindt. Verwey (archief Vereniging Aquatische Ecologie te Wageningen) vermeldt dat ook in ons land dergelijke exemplaren werden gevangen: “zo vingen Noord- en Zuidwal langs de Nieuwe Merwede soms Atlantische steuren van 2 - 3 m die dan in de gewichtsklasse van 150 - 250 kg vielen”. Duncker maakt ook melding van een exemplaar van 415,5 kg dat in 1883 in de Elbe werd gevangen, de lengte van dit exemplaar is niet bekend. De grootste lengtes zouden alleen door de vrouwtjes kunnen worden bereikt; de maximale maat voor mannetjes is 2 meter (Mohr, 1952). Wellicht is in het verleden verwarring opgetreden met de grootste steursoort de Beluga (*Huso huso*), die wel 6 meter kan worden. In de Guadalquivir (Spanje) werden de mannetjes gemiddeld 148,9 cm (94 - 220), de vrouwtjes 188,8 cm (105-250) (Classen 1944). In de Gironde zijn de mannetjes maximaal 200 cm en de vrouwtjes 255 cm (Magnin 1962). Mannetjes Atlantische steuren uit de Zwarte zee worden gemiddeld 124,1 cm en de vrouwtjes 174,9 cm (Ninua 1976). In de Rioni rivier waren de mannetjes gemiddeld 137 cm en de vrouwtjes 182 cm (Marti 1939). De mannetjes Atlantische

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

steuren in de Rijn werden maximaal zo'n 200-220 cm lang, de vrouwtjes 260-280 cm (Kinzelbach 1987).

Gewicht

Magnin (1962) stelde aan de Gironde vast dat terwijl de lengte op hogere leeftijd minder snel toeneemt, het gewicht wel blijft toenemen. De zwaarste dieren die in die tijd werden gevangen wogen ca. 90 kg en waren 40 jaar oud. Extrapolatie leverde op dat dieren die de maximale leeftijd van 100 jaar zouden bereiken 300 kg zouden moeten wegen, bij een lengte van 350 cm. Zo grote dieren zijn uit de Gironde echter niet met zekerheid bekend.

Ouderdom

De vrouwtjes van de Atlantische steur worden ouder dan de mannetjes (Holcyk et al. 1989). Verder is de leeftijd die Atlantische steuren bereiken per gebied verschillend. De oudste Atlantische steur gevangen in het Ladogameer was 360 cm lang en 48 jaar oud (Lebedev 1960). Het oudste vrouwtje gevangen in de Gironde was 42 jaar en 255 cm lang. Het oudste mannetje was daar 25 jaar (Trouvery et al. 1984).

Groei

Jonge Atlantische steuren groeien zeer snel. In de Elbe haalden jonge dieren aan het einde van de zomer een gemiddelde lengte van 15 cm (11-21) (Mohr 1952). In april van het volgende jaar waren ze gemiddeld al 28 cm (26-30). Rochard (1997) heeft door het volgen van een cohort jonge dieren in de Gironde gedurende 2 jaar nauwkeurig de groei kunnen vaststellen (zie figuur 2).

figuur 2. Grafiek van de groei van jonge Atlantische steur in de eerste 2 jaar na de geboorte (Rochard, 1997).

Het gewicht was na 2 jaar gemiddeld 1107 gram en liep uiteen van 710 tot 1600 gram. Duidelijk is te zien dat de groei in het voorjaar en de zomer het grootst is. Magnin (1962) onderzocht aan de hand van de Franse populatie de relatie tussen

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

leeftijd - lengte - gewicht. Hieruit bleek dat de groei van vrouwelijke en mannelijke Atlantische steuren even snel verloopt. Hij stelde ook een groeicurvelijn op (zie figuur 3). Recent onderzoek aan de Gironde populatie waarbij jonge dieren zijn gemerkt en op latere leeftijd zijn teruggevangen, heeft het mogelijk gemaakt een nauwgezette groeicurve samen te stellen (Lepage, 1989). Het blijkt dat de groei sneller gaat dan Magnin eerder vaststelde (zie figuur 3). Na bewerking van gegevens uit de Zwarte zee werd duidelijk dat de Atlantische steur daar sneller groeit dan in het Gironde gebied.

Figuur 3. Groeicurvelijn van de Atlantische steur zoals vastgesteld door Magnin in 1962 en door Lepage in 1989.

3.3.2 Geslachtsrijpheid

Het geslachtsrijp worden bij de Atlantische steur is afhankelijk van de groeisnelheid die weer afhankelijk is van interne en externe factoren als temperatuur en beschikbaarheid van voedsel enz. (Trouvery et al. 1984). Dit veroorzaakt ook de geografische verschillen. Bij *Acipenser baeri* blijken de dieren in gevangenschap eerder geslachtsrijp te zijn: na 7 jaar en in de natuur na 11-12 jaar. Dit als gevolg van ideale voedselomstandigheden. (Sokolov, 1977). Atlantische steuren uit zuidelijke populaties zijn eerder geslachtsrijp dan die uit noordelijke populaties.

In de Gironde-populatie stelde Magnin (1962) vast dat de meerderheid van de mannetjes bij een lengte van 1,45 m. (14 tot 15 jaar) geslachtsrijp is en de vrouwtjes pas bij 1,65 m (20 tot 22 jaar). Lepage (1989) concludeert aan de hand van de snellere groeicurve (figuur xxx) en aan terugvangsten van geslachtsrijpe dieren die als juveniel waren gemerkt dat de mannetjes vanaf 8 tot 10 jaar en de vrouwtjes vanaf 14 tot 16 jaar geslachtsrijp zijn. De vrouwtjes zijn dan ongeveer 1,60 m lang. Ninua (1976) geeft voor de Rioni-populatie leeftijden van 8 jaar voor de mannetjes en 11 jaar voor de vrouwtjes. Atlantische steuren in deze zuidelijke populatie worden dus op jongere leeftijd geslachtsrijp.

In de Elbe waren de mannetjes geslachtsrijp bij een lengte van 1.20 m. Er van

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

uitgaande dat de Duitse en Franse populatie geografisch niet sterk van elkaar afwijken zouden deze ongeveer 8 jaar moeten zijn. De vrouwtjes werden geslachtsrijp bij een lengte vanaf 1,50 m (12 jaar oud) en gemiddeld 1.60-1.70 m (14 tot 16 jaar) (Mohr 1952). Deze lengtes zijn vrijwel hetzelfde als Lepage (1989) mat in de Gironde.

Een paarijpe vrouwelijke Atlantische steur draagt 500.000 tot 2.500.000 eieren in zich.

De meeste auteurs zijn van mening dat de mannetjes ieder jaar naar de paai-gronden trekken tot zij niet meer in staat zijn tot voortplanting. De vrouwtjes daarentegen ondernemen de tocht slechts eens per twee á drie jaar (Rodriguez 1962, Bauch 1966, Trouvery et al. 1984, Holcyk et al. 1989), of eens per 3 tot 5 jaar (Rochard,1991). Mannetjes zouden tot hun 25e levensjaar mee doen aan de voortplanting, vrouwtjes tot 40 jaar (Trouvery et al. 1984). Gezien de leeftijd die de vrouwtjes kunnen bereiken zou dit betekenen dat ze zich hun hele leven voortplanten.

In de Rioni rivier (Georgië) waren de mannetjes die mee deden aan de voortplanting afkomstig uit de leeftijdsklassen 8 - 12 jaar en 110 - 140 cm lang. De vrouwtjes waren tussen de 11 en 20 jaar oud en 170 tot 200 cm lang. De sexratio was 1,3 : 1, er waren meer vrouwtjes dan mannetjes (Ninua 1976).

In de Guadalquivir rivier (Spanje) waren de Atlantische steuren die gingen paaien overwegend ouder. De mannetjes waren tussen 9 en 18 jaar, de vrouwtjes tussen de 13 en 25 jaar. De sexratio was 3:1, wat betekent dat er veel meer vrouwtjes dan mannetjes gingen paaien. In de Po lag de sexratio op 1:1 (Holcyk et al. 1989).

In hoeverre de sexratio's ook de werkelijke verhouding weergeven is de vraag. De gegevens zijn veelal gebaseerd op vangsten. Verschillende auteurs (Classen 1944, Spillman 1961) wijzen er op dat mannetjes eerder starten met de migratie dan de vrouwtjes of dat een vrouwtje met meerdere mannetjes trekt (Kinzelbach 1987).

3.4 Geografische verspreiding van het Genus Acipenser

Alle vertegenwoordigers van de steur komen voor op het noordelijk halfrond. Belangrijke verspreidingsgebieden, waar vaak meerdere soorten voorkomen zijn: de Pacifische kust van Azië (China en Japan), de west- en oostkust van de Verenigde staten, de Zwarte Zee en de Kaspische Zee. Langs de Atlantische kusten van Europa komt slechts een soort voor, de Atlantische steur.

Vanwege de kaviaarproductie behoren de steuren tot de, voor de visserij, meest belangrijke soorten. Jaarlijks wordt ca 30.000 metrische ton vis aangevoerd. De vangsten in de voormalige Sovjet Unie nemen hiervan 90% voor hun rekening;

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

voor het grootste deel uit de Kaspische Zee (ca. 25.000 metrische ton). Tot in de eerste helft van deze eeuw werd ook de Atlantische steur gevangen voor de kaviaar (m.n. in Frankrijk).

Tabel 2. Verspreiding van de steuren over de wereld. De onderstreepte soorten zijn zoetwatersteuren, zij blijven hun hele leven in zoetwater; de andere zijn anadrome trekvissen (Trouvery, 1984).

ZwarteKaspischeAralmeer	Middell. ZeeZeeZeeBaltische	Atlant. & Siberië AmerikaAmerikakust van	Noord Noord kustenoostkust	Noord Westkust	Pacifische Azië
<u>A. baeri</u>	X				
A. brevirostris					
A. dabryanus					
<u>A. fulvescens</u>	X				
A. güldenstaedti		X			
A. kikuchii					
A. medirostris		X	X		
A. multisulcatus					
A. nudiventris	X	X			
A. nacarii					
A. oxyrhynchus					X
<u>A. ruthenus</u>	X	X	X		
A. sinensis					X
A. shrenki					X
A. stellatus	X	X			
A. sturio	X	X	X		
A. transmontanus					X

3.5 Kaviaar

Dat de steur in Nederland bijna 50 jaar na het uitsterven nog steeds een grote bekendheid geniet is onder andere te danken aan de kaviaar die de dieren produceren. Kaviaar bestaat uit de onbevruichte eieren van de vrouwelijke dieren, de oöcyten. Deze eieren moeten direct na het vangen uit het dier worden gehaald; dit kan alleen door het dier te doden en open te snijden. De kwaliteit van de kaviaar is afhankelijk van de mate waarin de eieren al in de vrouwtjessteur zijn gerijpt. Dit bepaalt namelijk de hoeveelheid vet en daarmee de stevigheid. Na het wassen van de eieren wordt de kwaliteit beoordeeld op

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

grond van de kleur, grootte en stevigheid. Een behandeling met zout en een kleine hoeveelheid borax gedurende enkele minuten is soms nodig om de kaviaar wat steviger te maken. Vanaf het moment dat de kaviaar is verkregen totdat ze bij de consument komt moet ze bewaard worden bij een temperatuur lager dan 4 graden.

Jaarlijks wordt ca 350.000 kg kaviaar geproduceerd. Hiervan is ca 90% afkomstig van de steuren die in de Kaspische Zee leven (Meulenaer, 1996). Drie van de 6 soorten steur uit de Kaspische Zee zijn geschikt voor de kaviaarproductie: de Beluga met een licht tot donkergrijze kaviaar, de Russische Steur (Osietra) met een zwartachtige tot bruinige kaviaar en de Spitsnuitsteur (Sevruga) met een zwarte kaviaar. Het is een mythe dat de kleur afhankelijk is van de leeftijd van de steur, meer waarschijnlijk is het dieet van de soorten de bepalende factor (Meulenaer, 1996). Evenals de kleur van de kaviaar is ook de grootte van de eieren geen kenmerk om de diverse soorten te onderscheiden.

Waarschijnlijk genoten de eerste vissers die steur konden bemachtigen in een ver verleden al van de eieren van deze vis. Zeker is dat de Perzen en Romeinen het aten en de Grieken beschreven het als “mooie zwarte pareltjes”. In de Middeleeuwen is de steur onder andere vanwege de eieren een vis die aan de landheren was voorbehouden. De kennis om de eieren te verwerken tot kaviaar is vermoedelijk uit China afkomstig, die hiervoor in de 10e eeuw al recepten hadden.

Vanaf de 17e en 18e eeuw komt kaviaar in Europa meer in de mode als luxe gerecht. In het tweede deel van de 19e eeuw ontwikkelden de USA en Canada als eersten een grootschalige kaviaarhandel naar Europa. De overbevissing die dit tot gevolg had leidde er toe dat na 1910 de meeste Amerikaanse steursoorten vrijwel waren uitgestorven.

In Nederland is de productie van kaviaar nooit van de grond gekomen in tegenstelling tot Duitsland waar aan het einde van de 19e eeuw veel kaviaar werd geproduceerd. Duitsland is sindsdien altijd een groot afnemer geweest van kaviaar en ook nu nog is het de belangrijkste afnemer van Russische kaviaar. Waarschijnlijk is de belangrijkste reden dat de Atlantische steurpopulatie in de Elbe is uitgestorven de overbevissing vanwege de kaviaarproductie.

In Frankrijk startte men pas in 1920 langs de Gironde met de productie van kaviaar. Ook hier leidde dit binnen enkele decennia tot een sterke afname van de populatie. Vanaf het begin van de 20e eeuw is de Sovjet Unie de belangrijkste producent van kaviaar. Vanaf 1953 ontwikkelde ook Iran zich als een belangrijke exporteur nadat eerst overeenkomsten met de Sovjet Unie waren gesloten over de visrechten in de Kaspische Zee. Om afname van de populatie te voorkomen zijn er allerlei reguleringen en heeft men methoden ontwikkeld om de steur in visvijvers op de kweken. Na het uiteenvallen van de Sovjet Unie grenzen ineens 3 nieuwe landen aan de Kaspische zee (Azerbaidjan, Kazachstan

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

en Turkmenistan) en het kaviaar-kartel is daardoor uiteengevallen. Door het wegvallen van de regelgeving en grootschalige illegale visserij worden de drie steursoorten waar de kaviaar van afkomstig is nu in hun voortbestaan bedreigd.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Hoofdstuk 4

Habitat en levenscyclus

4.1 De Atlantische steur als trekvis

De Atlantische steur is een anadrome trekvis en wisselt het verblijf op zee en op de rivier met elkaar af. Er zijn drie verschillende trekbewegingen te onderscheiden:

- De volwassen dieren trekken vanaf zee de rivier op om er te paaïen en keren vervolgens weer terug naar zee
- De onvolwassen dieren trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden; de zgn. St. Janstrek
- De juveniele vissen laten zich vanaf de paaigronden afzakken naar het estuarium en trekken na een verblijf aldaar van ca twee jaar naar zee.

Omdat maar zelden bij oude vangstgegevens is vermeld welke afmetingen de dieren hadden, is van deze waarnemingen niet met zekerheid te zeggen of het om volwassen of onvolwassen dieren ging. Wanneer steur voor de kaviaarindustrie werd gevangen is het duidelijk dat het om volwassen vrouwelijke dieren gaat, maar waar de vis ook voor het vlees werd gevangen maakte het weinig uit of het dier volwassen was of niet. Dat beide werden gevangen blijkt wel uit een oud overzicht van de Nassause Domeinraad waarin de vangsten van het jaar 1563 zijn vermeld van de vissers van Geertruidenberg, Drimmelen en Sliedrecht. Bij de gegevens die betrekking hebben op de maanden maart, april en mei van dat jaar wordt zowel melding gemaakt van gevangen “steur” als van “steurkens” (Martens, 1992).

4.2 Verblijf in zee van volwassen en onvolwassen Atlantische steur

De volwassen en onvolwassen Atlantische steur verblijft het grootste deel van het jaar in zee. De dieren leven daar over het algemeen vrij dicht bij de Europese kust op het continentaal plat dat zich uitstrekt van de Middellandse zee tot aan de arctische zone (Trouvery et al. 1984).

4.2.1 Wijze van onderzoek aan op zee levende Atlantische steur

De enige gegevens die door het Franse onderzoeksprogramma over de Atlantische steur op zee worden verkregen zijn van vissers die de dieren vangen als bijvangst. De waarnemingen zouden daarom een scheef beeld kunnen opleveren omdat de vissers uitsluitend het voor hen geschikte deel van de zee bevissen en dat hoeft niet het voor de Atlantische steur meest geschikte deel te zijn. Daarbij is de vangstmethode toegespitst op het vangen van andere soorten vis dan de Atlantische steur. Het is dus mogelijk dat zelfs in het door de vissers bezochte

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

gebied een meer of minder groot deel van de Atlantische steur niet wordt getraceerd. Ondanks dat een vrij goede samenwerking is opgezet met de vissers sluit men niet uit dat slechts een klein deel van de vangsten wordt gemeld. Een groot deel (70%) van de op zee gevangen Atlantische steuren draagt een merkje. Sinds 1981 hebben medewerkers van het Franse onderzoeksinstituut CEMAGREF meer dan 2500 Atlantische steuren gemerkt. Van de op de Noordzee en in de Ierse Zee gevangen dieren was een vergelijkbaar percentage gemerkt.

Van op zee gevangen Atlantische steuren zijn in de meeste gevallen bijvangsten van vissers die op bodemdieren vissen. In 66% van de gevallen gaat het om tong-, bot- en rogvisserij en in 15% van de gevallen om vissers die op kreeftachtigen vissen. Slechts in 18% van de gevallen gaat het om vissers op pelagische soorten (makreel). De vangsten zijn gelijkmatig verdeeld over de verschillende typen netten waarmee wordt gevangen: filets maillants (34%), filets tramails (30%) en sleepnetten (35%) (Rochard, 1996). Hoewel het gegeven niet significant is, zijn er bij de vangsten met filets meer gewonde dieren dan met sleepnetten. Van de op zee gevangen Atlantische steuren is 57 % dood en 8% gewond (Rochard, 1996). Van de 57% die dood is, is naar schatting de helft in de netten gedood en de andere helft gestorven omdat de vis wordt meegevoerd of opgegeten.

4.2.2 Waterdiepte en afstand tot de kust van het voorkomen

Letaconnoux (1961) stelde voor de populatie van de Gironde een verspreidingskaart op aan de hand van vangstgegevens die hij verzamelde onder de vissers van La Rochelle (zie kaart 4). Hij concludeerde hieruit dat de Atlantische steur niet ver van de monding van de Gironde in zee verbleef. Uit later onderzoek zou blijken dat de Atlantische steur veel verder trok en dat de kaart vooral een beeld geeft van de verspreiding van de vissers (Rochard, 1997).

Figuur 4. Kaart van de vangstplaatsen van de Atlantische steur in de Golf van Biskaje. jan. - maart: ●; april - juni: +; juli - september: _; oktober - december: °. Naar gegevens van Letaconnoux (1961).

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

De oude en grote dieren gaan uiteindelijk naar dieper water: 20 tot 50 m en voor Marokko zijn dieren op 110 tot 130 m gevangen (deze waren meer dan 2 m lang). Ook Grubisic (1967) maakt melding van grote exemplaren die tussen 100 en 200 m diep in de Adriatische zee werden gevangen. Ook incidentele vangsten voor de kust van IJsland (waar de Atlantische steur niet paait) wijzen er op ze zelfs de diepzee niet mijden.

Een onderzoek waarbij tussen 1981 en 1994 gegevens zijn verzameld van 179 op zee gevangen Atlantische steuren laat zien dat het gebied waar de in de Gironde gemerkte dieren zich over verspreiden erg groot is; 65% van de vangsten ligt meer dan 350 km van de Gironde (Rochard, 1997). In figuur 5 zijn de waarnemingen per zeegebied weergegeven. Hieruit blijkt dat de dieren vooral in noordelijke richting uitzwerven. 40% zwemt voorbij de westpunt van Bretagne en 10% van de dieren bereikt de Noordzee.

Figuur 5. Kaart van de verdeling van vangsten van de Atlantische steur in zee naar onderzoek door Cemagref (Rochard, 1997)

Binnen een steekproef van 155 onvolwassen dieren van 3 tot 10 jaar oud vond Rochard (1996) geen relatie tussen ouderdom en diepte van de zee waar ze werden gevangen. De onvolwassen Atlantische steur verspreidt zich volgens hem over de gehele ondiepe kustzone, tot op een diepte van 65 m (meeste tussen 20 en 30 m). Wel vindt men een relatie tussen de afstand vanaf de Gironde-monding en de ouderdom: hoe verder van de monding weg hoe minder jonge dieren. In de Noordzee zijn vooral dieren gevangen met een lengte van 100 tot 145 cm; dwz 5 tot 8 jaar oud. Iedere zomer van april tot juli komen de onvolwassen dieren samen in de Gironde om daarna weer uit te zwerven. Naarmate de dieren ouder worden zwerven ze dus na deze samenkomst in de Gironde steeds verder uit. De Atlantische steur blijkt in staat 600 mijl in 43 dagen af te leggen (Castelnaud 1988). In de nabijheid van de Gironde hebben de op zee gevangen Atlantische steuren gemiddeld de kleinste afmetingen (Rochard, 1997). Uit het feit dat in de ondiepe Noordzee de vangsten ook ver van de kust worden gedaan blijkt dat niet de nabijheid van de kust, maar vooral de diepte bepalend is voor de verspreiding.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Opvallend is dat slechts 2 van de 155 gevangen dieren volwassen zijn. Door de vissers worden dus vrijwel alleen onvolwassen Atlantische steuren gevangen. In het verleden was dit niet veel anders. Letaconnoux (1961) signaleert dat door de vissers van La Rochelle op zee vooral (75% van de vangsten) onvolwassen dieren van 100 tot 150 cm lang worden gevangen. Wanneer in 1950 een minimummaat voor op zee gevangen steur wordt ingesteld van 150 cm, valt de vangst op zee dan ook geheel stil.

4.2.3 Verdeling over het jaar van de vangsten op zee

Verreweg de meeste vangsten op zee worden gedaan tussen januari en juli. Het is onduidelijk waarom er in het andere deel van het jaar minder vangsten zijn, of omdat er minder of op een andere wijze wordt gevist, of omdat de Atlantische steuren tussen juli en januari naar een ander, dieper, deel van de zee trekken, waar niet wordt gevist (Rochard, 1996).

De terugvangsten in de Noordzee ($n = 15$) zijn uitsluitend gedaan in de periode februari tot juni en in het kanaal vooral tussen januari en juli ($n = 46$). Voor de kust van Bretagne en de Loire-monding ($n = 50$) zijn twee duidelijke pieken, in de periode januari-februari en juni-september. Voor de monding van de Gironde worden het gehele jaar dieren gevangen ($n = 46$), met een piek tussen maart en juni (zie figuur xx). In de Duitse Bocht werden in het begin van de eeuw de meeste Atlantische steuren gevangen in de periode tussen november en februari (Mohr, 1952).

figuur 6. Kaart met de maandelijkse verspreiding van de Atlantische steur op zee ingedeeld naar de zones van figuur 5. (Rochard, 1997).

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Uit vangstgegevens van de visafslag van IJmuiden van het begin van deze eeuw blijkt dat de meeste steur werd aangeleverd tussen oktober en april. In de maanden dat de steur in de rivieren verbleef was de aanvoer duidelijk minder (zie figuur 7). Het is niet bekend waar in de Noordzee de steur werd gevangen.

figuur 7. Totaalaantal steurvangsten per maand van de jaren 1902 t/m 1915 aangeleverd op de visafslag te IJmuiden.

4.2.4 Vangstgegevens gerangschikt naar substraattyp

Kaart xx geeft een gedetailleerd beeld van de verspreiding in de Golf van Biskaje (Letaconnaux 1961). De meeste Atlantische steuren verblijven in een zone van 20 tot 50 mijl uit de kust en dicht in de buurt van de Gironde-monding. Koppeling van deze verspreidingsgegevens aan een bodemkaart van de Golf van Biskaje (figuur 8) laat zien dat de Atlantische steuren zich vooral ophouden in de circalittorale kustzone. De circalittorale kustzone is een van drie onderscheiden zones van het continentaal plat (Trouvery et al 1984). Het gebied is tussen de 20 en 80 meter diep. De bodem bestaat uit rood, middelfijn tot grof zand met een grote verscheidenheid aan bentische fauna. De temperatuur op de bodem ligt tussen de 10 tot 15°C, het zoutgehalte ligt op 35 ‰ (Trouvery et al. 1984). Rochard (1996) kan op grond van 89 vangsten op zee, waarvan de exacte vangplaats van bekend is, geen voorkeur voor een bepaald substraattyp aangeven. Op vaste rotsbodem na blijken de Atlantische steuren boven ieder type zeebodem voor te komen.

Figuur 8. Bodemkaart van de Golf van Biscaje (naar Dorel, in Trouvery et al. 1984).

4.3 De jaarlijkse migratie de rivier op

Ieder jaar trekken paairijpe Atlantische steuren de rivier op om zich voort te planten. Het tijdstip is afhankelijk van de geografische ligging. De migratie komt op gang bij een watertemperatuur van 12 - 17,5°C (Spillman 1961, Ninua 1976, Holcyk et al. 1989). Zuidelijke populaties migreerden daardoor eerder dan de noordelijke populaties (Magnin 1962, Holcyk et al. 1989).

Tabel 3. Periode waarin migratie plaatsvond in een aantal Europese rivieren.

rivier	periode
Baltische rivieren (Chalikov 1949)	juni - augustus
Elbe (Mohr 1952)	april - juni/juli
Rijn (Kinzelbach 1987, Holcyk et al. 1989)	mei - juli
Rioni rivier (Ninua 1976, Elanidze 1983)	mei
Guadalquivir (Elvira et al. 1991)	maart - april
Gironde (Castelnaud et al. 1991)	maart - mei

Tabel 3 laat voor een aantal rivieren de tijdstippen zien waarop in het hoogtepunt van de jaarlijkse migratie was. In Nederland trokken de eerste Atlantische steuren begin mei de rivier op. Het hoogtepunt van de migratie was eind juni (Verhey 1949). De laatste dieren werden half augustus gevangen (zie figuur 9). Uit verkoopcijfers uit de periode 1640 - 1642 (tabel 4) blijkt dat toen ook al eerder en nog later steur werd gevangen; de piek lag begin juli. Zowel door Verhey als door de koopman uit Geertruidenberg is geen onderscheid gemaakt tussen volwassen dieren op paaitrek en onvolwassen dieren die de St. Janstrek maken. De Gironde-populatie arriveert in maart - april (Castelnaud 1991) in het estuarium en paait in mei en juni. In de loop van juli keren de volwassen dieren weer terug naar zee (zie figuur 10).

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Figuur 9. Grafiek van het verloop van de steurtrek op de Nieuwe Merwede aan de hand van de gecombineerde vangsten van 1900 t/m 1931 van de zegenvisserij op de Noord- en de Zuidwal (Verhey, 1949).

Tabel 4. Het verloop van de trek van de steur, Zalm en Elft door het Bergsche veld aan de hand van de gecombineerde ventcijfers van 1640 t/m 1642 van de vishandelaar Flitterwijck uit Geertruidenberg (Martens, 1992).

Totale per maand	steur	Zalm	Elft
Januari	0	7	0
februari	0	47	0
maart	2	223	29
april	17	501	2466
mei	42	1327	644
juni	81	1382	5
juli	122	2204	2
augustus	34	2515	0
september	19	751	0
oktober	1	137	0
november		geen vangsten	
december		geen vangsten	

Figuur 10. De Levenscyclus van de steur in de Gironde, naar Castelnaud, 1995.

Uit vangstgegevens door Verwey (archief Vereniging Aquatische Ecologie te Wageningen) verzameld bij de visafslag van Hardingsveld kon geen duidelijk patroon worden gevonden in de optrek van bepaalde jaarklassen (zie figuur 11). In 1898 zijn er nauwelijks steuren gevangen boven 100 kg. In 1899 trokken de

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

grote steuren vooral in mei en de kleinere in juni en juli. In 1900 zijn het vooral de “kleintjes” die in mei worden gevangen, de grote in juni en in juli worden weer kleine steuren gevangen. De winter van 1900 was ongeveer 1,5 graden kouder dan die van 1899 en 1898. Vermoedelijk was de watertemperatuur van de Rijn dan ook lager in 1900 en trokken in ieder geval de oudere dieren daarom later de rivier op.

In 1898 was 10% van de steuren lichter dan 50 kg. In 1899 was dit slechts 3% en in 1900 is 4,4% van de steur lichter dan 50 kg. De kleinste aangeleverde dieren wogen 25 kg. Dit maakt de veronderstelling onwaarschijnlijk dat de steur al volwassen is en al massaal trekt bij een gewicht van 20 kg. De overgrote meerderheid van de vangsten ligt in de klasse ca. 50 - 75 kg.

Figuur 11. Gewichtsverdeling over het jaar van de in 1898, 1899 en 1900 te Hardingsveld aangeleverde steur (naar gegevens verzameld door Verwey)..

4.3.1 Migratieroutes in het Rijnestuarium

Aan de hand van steurvangsten in de 17e en 18e eeuw blijkt dat de Atlantische steur zowel via de Zuiderzee als het Zuid-Hollandse estuarium de rivieren Rijn en Maas op zwom. Waarschijnlijk trokken de meeste dieren via het Haringvliet en het Hollands diep. Uit de aanzienlijke vangsteijfers van de visafslag aan het Kralingse Veer bij Rotterdam blijkt dat ook veel Atlantische steuren via de Brielse Maas en Nieuwe Maas, dus door de Rotterdamse haven, de Rijn opzwommen.

Kinzelbach (1987) schat dat ca 10% van de Atlantische steuren die de Rijn opzwemmen tot Duitsland komt; de rest blijft in het estuarium en het Nederlandse deel van de rivier.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Figuur 12. Migratieroutes vanaf de Noordzee de Rijn op

4.4 Migratie in de rivier

De Atlantische steur trekt vooral tijdens perioden met hoog water (Roule 1922, Kulmatycki 1932, Classen 1944, Mohr 1952, Verhey 1949, Magnin 1962, Ninua 1976) door de hoofdgeulen op een diepte van 2 - 8 meter naar de paaiplaatsen (Roule 1925, Spillmann 1961, Kinzelbach 1987). Stroomsnelheden in de rivier van 1,4 - 2,2 m s⁻¹ zijn daarbij geen probleem (Ninua 1976). Ook stroomversnellingen zoals die bij Binger Loch worden zonder problemen gepasseerd (Kinzelbach 1987). Uit een onderzoek van Verhey (1949) aan de tijdstippen waarop de Atlantische steur werd gevangen in de Nieuwe Merwede blijkt dat in de periode tussen 2 uur voor en 2 uur na laagwater 53% van de vangsten werd gedaan en in diezelfde periode rond hoogwater 41% van de vangsten. In de periodes tussen laag- en hoogwater werd in 2 maal 2 uur tijd slechts 6% van de vangsten gedaan. Het is in deze periode dat de stroom het sterkst is en blijktbaar werden dan de minste Atlantische steuren gevangen. Dat de periode met de minste stroming, de kentering, de beste vangtijd was blijkt ook uit het feit dat in zowel de periode van één uur rondom laagwater als één uur rondom hoogwater, in beide gevallen 15% van de vangsten werd gedaan. Dit is tweemaal zoveel als in de andere uren.

De afstand die tijdens de migratie wordt afgelegd, is positief gecorreleerd aan de waterafvoer en waterstand in de rivier (Fric 1908, Mohr 1952, Jaskowski 1962, Klausewitz 1974, Flasarová & Flasar 1976) en mogelijk van de populatiedichtheid (Kinzelbach 1987).

Tabel 5. Maximaal afgelegde migratieafstanden door de Atlantische steur in een aantal Europese rivieren (naar Holcyk et al. 1989).

Vistula	San river bij Przemysl: 831 km Dunajec river bij Niedzica: 982 km
Elbe	Ohre river bij Kadan: 820 km Vltava rivier bij Praag: 810 km
Oder	Oder bij Wroclaw: 503 km Warta rivier bij Konopnica: 575 km

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Rijn

Rijn bij Reinfelden: 850 km

Main bij Schweinfurt: 837 km

De Atlantische steur is in staat zeer grote afstanden af te leggen (tabel 5). In de Rijn werd ooit bij Reinfelden een Atlantische steur gevangen, de vis had 850 km afgelegd. Over het algemeen zijn de migratieafstanden echter korter. In de Rioni-rivier legde de Atlantische steur gemiddeld 110-115 km af (Svetovidov 1964, Ninua 1976), in de Elbe zo'n 300 km (Fric 1872). Ook in de Rijn lagen de meeste paaiplaatsen vermoedelijk binnen enkele honderden kilometers van zee. Er zijn echter geen exacte locaties bekend en beschrijvingen in de literatuur zijn steeds gebaseerd op vangsten van paarijpe dieren. Hoek (1910) en Deelder & Huussen (1973) menen daarom dat de Atlantische steur paaide in de Biesbosch en het Kampereiland (IJssel). Ook volgens Kinzelbach (1987) zou de Atlantische steur voornamelijk in het mondingsgebied van de Rijn hebben gepaaid en zwommen dieren alleen verder stroomopwaarts als zij benedenstrooms geen geschikt paaigebied konden vinden of als de dichtheid erg groot was. In Duitsland lagen de paaiplaatsen voor het grootste deel in de Unteren Niederrhein tussen Bonn en de Nederlandse grens en in mindere mate in de Romantische Rhein tussen Mainz en Koblenz. Naast de Rijn zijn ook zijrivieren als de Lippe, Neckar, Moezel en Main gebruikt om er te paaien (Kinzelbach 1987).

De vraag is of Atlantische steuren ieder jaar dezelfde paaiplaatsen gebruiken. Fluctuaties in de afvoer van de rivieren kunnen jaarlijks voor dermate grote waterstandsverschillen zorgen dat paaiplaatsen die het ene jaar wel geschikt zijn het andere jaar totaal ongeschikt zijn.

Hoever de Atlantische steuren vroeger de Dordogne en Garonne opzwoomen is niet precies bekend. Tegenwoordig bepalen de op 210 km van de monding gelegen stuwdam bij Bergerac (Dordogne) en op 270 km gelegen dam nabij Agen (Garonne) de maximale migratieafstand (Trouvery et al. 1984) (figuur 13). Deze dammen liggen zo ver van zee dat waarschijnlijk slechts een klein deel van de oorspronkelijke paaigronden erdoor onbereikbaar is geworden. Een deel van de vermoedelijke paaigronden voor de dammen in de Garonne en Dordogne ligt in het deel van de rivieren waar het getij nog merkbaar is. Door veranderingen in het debiet en de sedimentafvoer van de Garonne en Dordogne zijn de meeste plaatsen in het zoetwatergetijdengebied aldaar nu niet meer geschikt als paaiplaats; de grindige bodem is er weggegraven of met slib bedekt. (Jego, 1997).

Parsley (1994) constateerde dat vlak voor dammen en stuwen die de Amerikaanse witte steur niet kon passeren ook paaiplaatsen lagen, ook al voldeden de omstandigheden geenszins aan de bekende eisen van de soort.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Figuur 13 Stuwdammen in de Garonne en Dordogne. ■■: stuwdam; ○: meetstation; //://: vermoedelijke paaiplaatsen. (naar Trouvery et al. 1984)

4.4.1 Geslachtsverhouding tijdens de paaitrek

Roule (1922) en Vibert (1945) zijn van mening dat de mannetjes in de meerderheid zijn. Magnin (1962) stelde het tegenovergestelde vast. Classen (1944) en Spillman (1961) constateerden dat de mannetjes drie weken eerder trekken dan de vrouwtjes. Volgens Kinzelbach (1987) trekt de Atlantische steur in kleine groepjes (een vrouwtje en een tot drie mannetjes) de rivier op. Trouvery et al. (1984) plaatsen een kritische noot bij de opgegeven geslachtsverhoudingen. Vele conclusies zijn gebaseerd op vangsten. Zowel de vanginstrumenten als de bepaling van het geslacht (Franse vissers bijvoorbeeld noemden ieder individu zonder kaviaar een mannetje) kunnen de resultaten beïnvloeden. Ook zijn mannetjes beweeglijker dan vrouwtjes en daardoor moeilijker te vangen. Uit vangstgegevens door Verwey (archief Vereniging voor Aquatische ecologie te Wageningen.) van vermoedelijk de visafslag van Hardinxveld blijkt ook dat meer mannelijke dieren werden gevangen dan vrouwelijke (zie tabel 6). Op de maand mei na werden in alle maanden ongeveer tweemaal zoveel mannelijke dieren gevangen.

Tabel 6. Geslachtsverhouding van de Atlantische steur (herkomst vangsten niet met zekerheid bekend, vermoedelijk Hardinxveld).

maand	1895		1896		1897		TOT	
geslacht	m	v	m	v	m	v	m	v
april			1	1	1		2	1
mei	15	8	17	18	3	6	35	32
juni	61	31	44	14	11	5	116	50
juli	64	31	24	10	8	8	96	49
augustus	6	3	4	0	3	0	13	3
september	1						1	0
oktober	1						1	0

4.5 Paaigedrag

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Prioux (1957) beschrijft het paaigedrag van de Atlantische steur als volgt: "De mannetjes zijn beweeglijk, levendig, in staat over netten heen te springen. Het vrouwtje, beladen met eieren zwemt rakelings over de bodem. Zij laat zich op de stroom omhoog drijven en zet met tussenpozen haar eieren af op een diepe, met stenen bedekte plaats. Boven het vrouwtje dat aan het leggen is bevruchten de mannetjes de eitjes en verdedigen deze tegen puitalen, palingen en andere rovers". Ehrenbaum (1923) beschrijft hoe de Atlantische steur tijdens het paaien, vanwege de grote sprongen, niet te vangen was. Van de in Noord Amerika levende *A. fulvescens* is bekend dat het paaien 5 tot 8 uur per dag gedurende soms meerdere dagen kan duren. De mannetjes zouden volgens Castelnaud (1988) door druk en wrijven tegen het vrouwtje het afzetten van de eieren bespoedigen.

4.6 Paaigronden

Van geen enkele populatie van de Atlantische Steur is exact bekend waar de paaigronden lagen. Zelfs in de Garonne en Dordogne heeft men door het troebele water nooit afgezette eieren gevonden. Inmiddels zijn er via vissers wel gebieden bekend waar paairijpe Atlantische steuren paaiden of zich verzamelden. Ze werden opmerkzaam op het gestoei van de vissen. Mannetjes sprongen boven het water uit en vrouwtjes maakten met hun rug golvende bewegingen aan het wateroppervlak. Een oude visser uit Caverne vertelde: "Het kwam vaak voor dat wij mannetjes en vrouwtjes in grote aantallen aan het wateroppervlak zagen koersen. Tijdens de paaiperiode ging er geen uur voorbij zonder dat wij ergens een mannetje boven het water uit zagen springen of dat een brede besnorde kop boven water verscheen om daarna weer onder te duiken" (Trouvery et al. 1984). Omdat nooit eieren zijn gevonden is het niet duidelijk of het hier alleen om verzamelplaatsen ging of dat er ook werd gepaaid.

Omdat de precieze ligging van de paaiplaatsen niet bekend is en nooit eieren zijn gevonden is het ook niet duidelijk wat de belangrijkste voorwaarden zijn waar de paaiplaatsen aan moeten voldoen. De kennis hierover is voornamelijk verkregen door een vergelijking van door vissers aangewezen vermoedelijke paaiplaatsen aangevuld met gegevens van paaiplaatsen van andere steursoorten. Hieronder volgt een opsomming van belangrijke kenmerken.

Bodemsubstraat

De paaigronden liggen altijd op plaatsen waar grind aanwezig is (Trouvery et al. 1984, Kinzelbach 1987) en het water voldoende hard stroomt dat slib en fijn zand niet bezinken. Ook Ninua (1976) noemt stenige tot kiezelige ondergrond als geschikt substraat voor paaiplaatsen. Volgens Elie et al. (1996) bedraagt de ideale diameter van het substraat 17 tot 65 mm.

De kleverige bruin tot bruinzwarte eieren worden afgezet op de grind- of steenachtige bodem (Trouvery et al. 1984, Kinzelbach 1987) of aan stronken (Maitland 1980) (Trouvery et al. 1984) in de hoofdgeul of in stromende nevengeulen (Holcyk et al. 1989). In slibrijke gebieden worden geen eieren afgezet (Trouvery et al. 1984). De voorkeur voor zwaar substraat heeft vermoedelijk te maken met de zuurstof voorziening van de eieren. Op plaatsen waar grind ligt stroomt het water sneller en is de zuurstof concentratie hoger dan daar waar zand of slib is afgezet. Op het veel makkelijker verspoelbare zand of slib zouden de eieren door turbulentie snel bedolven kunnen worden onder het substraat waardoor zuurstofgebrek kan ontstaan. Ook plantenresten kunnen als substraat dienen (Ehrenbaum, 1923). In Noord-Amerika zijn eieren van *A. Oxirhynchus* gevonden op schalen van zoetwatermosselen.

Ook de diepere stroomgeulen in het zoetwatergetijdengebied hebben doorgaans

een bodem van grof materiaal. Zo hadden de geulen in de door Hoek (1910) en Deelder & Huussen (1973) genoemde paaiplaatsen Kampereiland en Biesbosch voordat de Zuiderzee en Haringvliet werden afgesloten een bodem van grof zand als gevolg van de sterke getijstromen. Slib kon er vanwege het nooit stilstaande water niet bezinken. Het is onbekend of in deze geulen ook grind op de bodem lag. In de Oude Maas is vanwege de toegenomen getijstromen na het afsluiten van de Haringvliet de bodem nu gedeeltelijk met grind bedekt. Stroomopwaarts in de Rijn vanaf Gorinchem maakt grind 20 tot 70% en grof zand 30 tot 60% van het bodemsubstraat uit. In de laatste 30 jaar is aan deze situatie weinig verandert (Brinke, 1997). De bodem van de voormalige paaiplaatsen in de Untere Niederrhein tussen Bonn en de Nederlandse grens bestaat grotendeels uit grind met een diameter van 1 tot 10 cm.

Diepte

Een aantal auteurs geven aan dat de eieren in kuilen in het midden van de rivier worden afgezet (Mohr 1952, Kinzelbach 1987), of in de diepere delen in buitenbochten (Ehrenbaum, 1923). Ehrenbaum noemt ook de koppen van kribben en met basalt versterkte buitenbochten, waar door de stroom blokken vanaf zijn gevallen en in de diepe kuilen voor de kribben en bochten liggen. In de Eider kunnen deze kuilen 8 tot 20 meter diep zijn. Mohr (1962) constateert later dat op die diepe plaatsen echter nooit legsels zijn gevonden. Guerri en Pustelnik (1996) vermelden naar aanleiding van onderzoek aan paaiplaatsen in de Garonne en Dordogne dat de paaiplaatsen minimaal 3 tot 4 meter diep zijn. In de Wolga zet de op de Atlantische steur lijkende Spitssnuitsteur zijn eieren af op ondiepe plaatsen (30 tot 200 cm). Vermoedelijk is niet de diepte, maar de troebelheid van het water de belangrijkste factor. Direct zonlicht kan de eieren beschadigen en daarom worden de eieren in heldere wateren op diepere plaatsen afgezet dan in troebele wateren (Landesanstalt für Ökologie, 1996).

Stroming

Trouvery et al. (1984) en Kinzelbach (1987) beschrijven dat het water voldoende hard moet stromen dat slib en fijn zand niet bezinken. Ninua (1976) noemt een stroomsnelheid van 1,5 tot 2,0 m.s⁻¹, maar Elie et al. (1996) slechts 0,5 tot 0,8 m.s⁻¹.

Temperatuur

De watertemperatuur op de paaigronden zou volgens Kinzelbach (1987) 14 - 15 graden bedragen. In de Garonne bedraagt de watertemperatuur waarbij de eieren worden afgezet 18,5 - 19 graden (Magnin, 1962). Detlaff et al. (1993) geeft in het algemeen voor steuren aan dat ze hun eieren pas af zetten als de temperatuur voor het rijpen van de eieren optimaal is. Bij *Acipenser bearis* bleek dat binnen een groep vrouwelijke dieren de ovogenese gelijktijdig verliep, zodat op een bepaald moment (b.v. bij gunstige watertemperatuur) er binnen korte tijd veel dieren tegelijk hun eieren afzetten (Sokolov, 1977).

Zuurstofgehalte

In de Rionirivier was de concentratie opgelost O₂ op de voortplantingsplaatsen 7,4 - 9,5 mg.l⁻¹ bij een heersende stroomsnelheid 1,5 - 2,0 m.s⁻¹ (Ninua 1976). Op de plaatsen die Jago (1997) onderzocht in Dordogne en Garonne was het zuurstofgehalte vaak vrij laag en bedroeg 3,5 tot 6 mg/l in de Dordogne en 4,5 tot 9 mg/l in de Garonne. Detlaff et al. (1993) stelden voor steursoorten van de Kaspische Zee de volgende zuurstofgehalten vast: *A. Stellatus* 6,6 - 9,3 mg/l en *A. Gueldenstaedti* 7,2 - 10,1 mg/l. Een zuurstofgehalte lager dan 6 mg/l is vermoedelijk schadelijk voor de embryo's (Landesanstalt für Ökologie, 1996).

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Zuurgraad

De pH in de Rioni op de paaiplaatsen bedroeg 7,4 - 7,6 (Ninua, 1976).

4.6.1 Actuele situatie van de paaiplaatsen in de Garonne

Castaign (1963) beschrijft dat de lokale vissers de belangrijkste paaiplaatsen in de Garonne situeren in een zone stroomopwaarts van Beautiran (ca 25 km ten zuiden van Bordeaux) tot aan Langon. Deze zone ligt grotendeels in het zoetwatergetijdengebied (Beautiran: 4 à 5 m getijverschil, Langon: ca 1,5 m). Rond 1970 is dit deel van de Garonne geheel uitgebaggerd voor de grind- en zandwinning tot op de onderliggende rotsige bodem. De paaiplaatsen zouden hier-door zijn verdwenen. Jego (1997) concludeert nav een inventarisatie van de mogelijke paaiplaatsen in 1996 dat de situatie hier niet geschikt (meer) is. De bodem blijkt er bedekt te zijn met een laag slik (zie tabel 7). Door de aanleg van stuwen worden geen grind en zand meer doorgevoerd en is er alleen nog transport van slib. In de, na de grindwinning, overgedimensioneerde geul slaat het slib neer. Ook voor de paaiplaatsen in het door getij beïnvloedde deel van de Dordogne is dit het geval. Stroomopwaarts waar het getij gering is en de stroom bij vloed niet meer omkeert is de situatie gunstiger.

Behalve de locaties in het door getij bepaalde deel van de Dordogne en Garonne heeft Jego (1997) ook in het daarboven gelegen fluviatiele deel van beide rivieren alle locaties bekeken waar de bedding dieper is dan ca 5 meter (zie figuur 13). In tabel 7 is de samenstelling van het bodemsubstraat weergegeven.

Tabel 7 De samenstelling van de bodem van de Dordogne en de Garonne op plaatsen die voldoende diep zijn (>5 m) om als paaiplaats voor de Atlantische steur te dienen.

Plaatskm vanvasteblokken zeerotsZandzand	keien	grind	grof	fijn	slib	
DORDOGNE						
Bergerac21137,55,3	56,8	0,6	0,0	0,0	0,0	
St Martin 1200 0,0	8,3	88,6	5,3	0,2	0,0	0,0
St Martin 2 2020,0	0,0	96,1	5,2	0,0	0,0	0,0
Le Fleix 1880,0	0,0	65,8	29,4	4,9	0,0	0,0
P.de Beauze 1820,0	0,0	72,5	22,0	5,1	0,4	0,0
St Aulaye1760,00,0	81,3	18,6	0,0	0,0	0,0	
Beaupoil17425,00,0	62,1	12,9	0,0	0,0	0,0	
Le Gambul 1730,0	0,0	71,0	32,4	0,7	0,0	0,0
Pessac 1690,0	0,0	55,0	43,1	1,2	0,0	0,0
La Molhe 1630,0	0,0	60,0	36,6	2,0	0,0	0,0
St Jean 1480,0	0,0	45,0	29,9	0,2	0,0	28,6
Genissac 1300,0	0,0	16,3	30,7	10,1	0,0	42,9
Arveyres1160,00,011,6	2,7	0,0	0,0	85,7		
GARONNE						
Beauregard27020,0	0,0	66,8	11,6	1,4	0,2	0,0
Fourtic 26212,5	0,0	78,9	8,5	0,0	0,0	0,0
P. Ste Marie 2480,0	0,0	77,7	21,9	0,3	0,0	0,0
Nicole 23225,0	6,6	61,1	7,1	0,0	0,0	0,0
Tonneins 22325,0	6,1	64,8	4,0	0,1	0,0	0,0
St Caprais 21612,5	0,0	65,4	18,0	3,8	0,6	0,0
Lagruère 21312,5	0,0	72,3	15,3	0,0	0,0	0,0
Caumont 20612,5	33,6	32,8	20,0	1,0	0,1	0,0
Marmande 19712,5	9,0	63,0	3,0	0,8	10,9	0,9

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Couthures	19012,5	5,1	74,0	8,4	0,0	0,0	0,0
Meilhan	18212,5	0,0	82,9	4,6	0,1	0,0	0,0
La Réole	1690,0	0,0	67,0	31,9	0,8	0,3	0,0
Caudrot	16125,0	3,0	52,9	18,0	1,1	0,1	0,0
Violle	14825,0	0,0	65,5	9,4	0,0	0,0	0,0
Beautiran	1250,00,020,8	4,30,1	0,0	75,0			

Over het algemeen bestaat de bodem uit keien en iets mindere mate uit grind. Op de locaties in het zoetwatergetijdengebied na slaat er vrijwel geen slib neer op de bodem. De stroomsterkte in de Dordogne is, met name in het zomerhalfjaar gering, veelal geringer dan 0,5 m/sec. Ondanks dat slaat er geen slib neer en lopen de er afgezette eieren niet het risico bedekt te worden. In de Garonne is de stroming gemiddeld hoger, maar ook daar komen plaatsen voor met vrijwel stilstaand water. Er slaat echter geen slib neer.

Het oppervlak van de paailocaties loopt uiteen van 0,25 ha tot 14,5 hectare. In totaal is er in de Dordogne en Garonne samen ca 64,5 ha geschikte paaiplaats. Op grond van cijfers van Derjavine (1947) die Jago aanhaalt kan men verwachten dat een vrouwelijke Atlantische steur ca 350 m² nodig heeft om er te paaien. Wanneer slechts 10% van het oppervlak geschikt zou zijn, zou er nog plaats genoeg zijn voor 170 paaiende Atlantische steuren (Jago, 1997).

4.7 Habitat van juveniele vis en de trek naar het estuarium

Na het paaien vertrekken de volwassen Atlantische steuren direct terug naar zee (Ninua 1976, Trouvery et al. 1984, Kinzelbach 1987, Castelnaud et al. 1991). De incubatietijd van de 2 tot 3 mm grote eieren is afhankelijk van de watertemperatuur. Volgens Roule (1922, 1925), Chalikov (1949) en Spillmann (1961) varieert deze van 3 tot 14 dagen bij een temperatuur van 22 - 7,7°C. Ehrenbaum (1894), Muus & Dahlstrom (1966) en Wheeler (1969, 1978) wijken hier iets van af. De eieren zouden uitkomen na 3 - 7 dagen uit bij een temperatuur 19 - 14°C. In de Rijn kwamen de eieren over het algemeen na vier of vijf dagen uit (Kinzelbach 1987). In de Elbe was dit bij de juli-watertemperatuur na 3 dagen (Mohr 1952).

De eerste dag zijn de larven 9,3 mm lang. Elf dagen later zijn ze dan op de eidooier, waarna ze actief gaan foerageren. Op de 13^e dag zijn ze al 16,5 mm lang (Mohr 1952). Het is niet bekend waar de jonge dieren zich tijdens dit stadium ophouden. Elie (1996) heeft het gedrag van larven van andere steursoorten onderzocht. *A. fulvescens* verstopt zich tijdens het dooierzakstadium tussen stenen, waarna ze actief gaan foerageren en 's nachts zelfs aan het wateroppervlak komen. De larven van *A. stellatus* leven vlak boven de bodem en hebben geen nacht-dagritme. De larven van *A. gueldenstaedti* worden actief als het donker wordt en ook *A. oxyrhinchus* is als larven al actief en komt regelmatig hoog in de waterkolom voor. Zodra ze echter gaan foerageren blijven ze bij de bodem. Ook van *A. brevirostris* en *A. transmontanus* is bekend dat ze als larve tot hoog in de waterkolom komen. Vermoedelijk is dit een algemeen voorkomend gedrag onder larven van steursoorten om zich zo stroomafwaarts te laten voeren tot bij geschikte foerageerbiotopen (Landesanstalt für Ökologie, 1996).

In de Wolga houden jonge steuren (< 13 cm) van diverse soorten (*A. Stellatus*, *A. gueldenstaedti*, *A. nudiventris* en *Huso huso*) zich op in gebieden met een diepte van 5 tot 11 meter, op de rand van de hoofdgeul, boven zandig substraat.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

De stroming was er relatief sterk (Skikin & Bibikov, (1988). Ook Noord Amerikaanse soorten hielden zich op boven zandig substraat. Met hun baarddraden en spitse snuit kunnen ze het zandige substraat doorwoelen op zoek naar voedsel. Het is echter niet zeker of de jonge dieren op grote diepte hun voedsel zochten; mogelijk komen ze 's nachts in ondiep water voedsel zoeken. De jonge Atlantische steuren laten zich volgens Magnin (1962) en Castelnaud et al. (1991) snel de rivier afzakken en komen al na enkele maanden (minder dan 6) in het brakke water van het estuarium aan. In 1994, na een geslaagde natuurlijke reproductie in het Gironde-systeem, kwamen de eerste juveniele dieren in december in het brakke deel van het estuarium aan (Rochard, 1997). De reden voor de trek naar het estuarium is volgens Rochard dat de omstandigheden, wat voedsel en temperatuur betreft, daar gunstiger zijn dan in de rivier. In de Dordogne daalt 's winters de watertemperatuur tot ca 4 graden en in het estuarium tot ca 7 graden.

Mohr (1952) beschrijft hoe één- en tweejarige Atlantische steur vroeger uitzonderlijk algemeen was in de Oste en de Eider. Zij zouden daar dan nog in het zoete water verblijven. Ook Ehrenbaum (1923) vond in de Eider 2 en 3 jarige Atlantische steur in de omgeving van hun geboortegrond. Hij concludeerde dat ze pas in het vierde jaar naar de Waddenzee zou trekken en nog later naar open zee. Landesanstalt für Ökologie (1996) vermoedt dat de door Ehrenbaum gevangen jonge dieren in het voorjaar met de volwassen dieren naar de eiafzetplaatsen waren gezwommen en zich daar enige tijd ophielden. Deze voorjaarstrek (in Frankrijk bekend als 'Mouvee de St Jean') is ook uit het Gironde estuarium bekend en wordt door juveniele en onvolwassen dieren gemaakt. Volgens Magnin (1962) zoeken de jonge dieren tot in hun vierde jaar steeds zouter water op. Pas als ze 4 jaar oud zijn zouden ze voldoende aan het zoute water zijn aangepast om de zee op gaan. Volgens Castelnaud et al.(1991) is de periode van aanpassing aan het zoute water veel korter en gaan de dieren al in hun tweede levensjaar de zee al op. Volgens Magnin (1962) verblijven op zee de jongste dieren eerst nog in het gebied tot 20 m diep en met een zoutgraad van 32‰.

Figuur 14. Jaarlijkse migratiecyclus van de Atlantische steur in het Girondegebied (naar Castelnaud et al. 1991).

4.8 Habitat onvolwassen Atlantische steuren in estuarium

Aan de hand van de vangsten van de in 1994 geboren jonge Atlantische steur heeft Rochard (1997) de verspreiding van de juveniele dieren in het estuarium goed in kaart kunnen brengen (zie figuur 15).

Figuur 15 a t/m d

- a. 1e winter. Aankomst jonge Atlantische steur in estuarium (gebied 15), mogelijk blijft deel achter in de rivier om er te overwinteren*
- b. 1e voorjaar en 2e zomer. Trek stroomafwaarts (gebied 1), achterblijvers blijven op de rivier*
- c. 2e herfst. Trek naar de estuariummond (gebied 7 en 12), waar populatie overwinterd. Achterblijvers zakken af naar het estuarium.*

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

d. 2e voorjaar en 3e zomer. Grootste deel trekt weer stroomopwaarts (gebied 1), deel dieren trekt de rivier op; deel trekt (tijdelijk?) al de zee op en deel blijft in estuariummond achter (gebied 7 en 12).

Opvallend is dat de jonge dieren zich niet met het getij heen en weer laten bewegen in het estuarium, maar op één plaats blijven. Dit betekent dat ze iedere dag twee maal een grote verandering in zoutgehalte meemaken. Zo varieert het zoutgehalte in deelgebied 7 van 5 ‰ tijdens eb tot 22 ‰ tijdens vloed. Ook is opvallend dat de dieren al na 1 jaar (hun tweede herfst) in het zoute gedeelte van het estuarium aankomen (zoutgehalte tot 25‰); zij zijn dus in staat zich veel sneller aan te passen dan Magnin (1962) beschrijft. Tenslotte valt op dat de jonge Atlantische steur twee favoriete gedeeltes heeft in het estuarium: deelgebied 1&15 in het stroomopwaartse deel en deelgebied 7&12 nabij de estuariummond.

Deze gebieden zijn vrij ondiep en kenmerken zich door schuilmogelijkheden achter de vele zandbanken. Het zoutgehalte en daarmee samenhangend het leven op de bodem en in het water verschillen sterk tussen de gebieden.

4.8.1 Beschrijving van de verblijfplaatsen

(tussen haakjes staat de saliniteit vermeld waarbij de organismen in de Nederlandse Delta voorkomen)

In het stroomopwaartse deelgebied varieert het zoutgehalte van 0,5 tot 5 ‰ en de waterdiepte varieert van 2 tot 6 meter. Er zijn veel zandbanken e.d. waar achter de dieren zich kunnen ophouden als er veel stroming is. De bodemfauna bestaat er uit: de wadpier: *Nereis diversicolor* (3-16.5), de vlokreeften: *Gammarus salinus* (3-15) en *Gammarus crinicornis* (5-15) en het zoöplankton bestaat uit: *Neomysis integer* (0-10), de roeipootkreeft: *Eurytemora affinis* en de garnalen: *Crangon crangon* (7-18.5) en *Palaemon longirostris* (0-15).

De visserij, vooral met sleepnet, die in het stroomopwaartse deel van het estuarium plaats vindt richt zich op: paling, rivierprik, Elft, Fint, Bot, Tong en Zeebaars. Van alle door de lokale vissers gevangen Atlantische steur is 90% uit deze zone afkomstig. In zone 15 wordt ook zand gewonnen en er is een aanvraag gedaan de winning uit te mogen breiden naar zone 1 en 2. Op de oever bij zone 15 ligt de kerncentrale van Braud et St-Louis. Voor de koeling wordt een grote hoeveelheid water uit de Gironde betrokken. Het is niet duidelijk of met het koelwater ook steuren naar binnen worden gezogen.

De verblijfplaats bij de estuariummond (gebied 7 en 12) staat sterk onder de invloed van de Atlantische oceaan. Ze liggen echter niet ver van de Banc des Marguerites en de stroming en de diepte zijn er daarom veel minder extreem dan in de deelgebieden er omheen. De diepte varieert van 2 tot 5 (-8) meter. De bodemfauna bestaat voornamelijk uit: de borstelwormen: *Nephtys hombergii* (12-18.5), *Polydora ligni* (-1.5), *Neanthea succinea* (3-18.5), de kogelpissebed: *Sphaeroma rugicauda* (3-10) en de mollusk: *Scrobicularia plana* (8-18.5) en het zoöplankton bestaat uit: *Calanus helgolandicus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Centropagus typicus*, *Oithona nana*, *Paracalanus parvus*, *Enterpin acutifrons* en *Temora longicornis*. Ook lever er de garnalen: *Crangon crangon* (7-18.5) en *Palaemon longirostris* (0-15).

De sleepnetvisserij in deze zone richt zich op dezelfde soorten als in het bovenstroomse deel; ook wordt er op garnalen gevestigd. Er worden hier nauwelijks Atlantische steuren gevangen door de sleepnetvissers.

4.8.2 Bewegingen en verblijfplaatsen tussen 1e winter en 2e winter

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

In het zuidelijke deelgebied komen de dieren in hun eerste winter aan in zone 15 en ze leven er gedurende de winter op de grens van het zoete en zoute water. In het voorjaar en de zomer schuiven de dieren langzaam op van deelgebied 15 naar het iets stroomafwaarts gelegen gebied 1. Deze verplaatsing valt samen met de stroomopwaartse trek het estuarium in van garnalen en het dikkopje (*Pomatoschistus minutus*); beide zijn potentiële prooien van de jonge Atlantische steur.

In hun tweede herfst, als ze iets meer dan één jaar oud zijn trekken de dieren verder stroomafwaarts naar de estuariummond. Hier verblijven ze tot in het eerstvolgende voorjaar. De trek van gebied 1 naar 7 valt ongeveer samen met de trek van de meeste benthische en planktonische levensvormen in het estuarium, die in het warmere water van de estuariummond de winter doorbrengen.

Gedurende de winter verplaatst een deel van de Atlantische steuren zich nog iets verder stroomafwaarts tot in deelgebied 12 (Rochard, 1997).

Aan de hand van de fauna in de deelgebieden is een goede projectie te maken waar in het Nederlandse estuarium de verschillende gebieden kunnen worden geplaatst (in de situatie voor de afsluiting).

4.8.3 Bewegingen en verblijfplaatsen tussen 2e winter en 3e winter

In de loop van het voorjaar trekt een deel van de jonge Atlantische steur stroomopwaarts, terug naar deelgebied 1. In dit gebied werden 13 dieren gevangen die in de estuariummond waren gemerkt. Een in het estuarium gemerkt dier werd ver stroomopwaarts op de Dordogne gevangen in het zoetwatergetijdengebied. Vroeger werd van jonge dieren op de rivier altijd gedacht dat het achterblijvers waren die op de rivier hadden overwinterd; blijkbaar trekt ook een deel van de jongen vanuit het estuarium al de rivier op. Rochard (1997)sluit echter niet uit dat er ook door enkele dieren op de rivier of in het zoetwatergetijdengebied wordt overwinterd en dat deze dieren pas in hun tweede winter in het estuarium aan-komen. Zij zouden dan in deelgebied 1 aankomen tegelijk met de dieren vanuit de estuariummond.

Rochard (1997) vermoedt dat in de 3e herfst en winter de meeste dieren naar zee trekken. Enkele dieren trekken vanuit zone 7 en 12 zelfs al eerder de zee op; in het 2e voorjaar werden voor de kust van La Rochelle jonge Atlantische steuren van de populatie van 1994 gevangen.

4.9 "Mouvee de la St. Jean"

Onvolwassen Atlantische steuren van 3 tot 10 jaar oud trekken jaarlijks in het voorjaar (mei-juni) samen met de volwassen dieren van uit zee het Gironde-estuarium in. Deze jaarlijkse beweging wordt "mouvee de la St. Jean" genoemd. Opmerkelijk is dat deze dieren niet verder dan zo'n 40 km het estuarium op zwemmen (tot Callonges) (Castelnaud 1991); dit ligt nog in het brakwatergetijdengebied. De juveniele Atlantische steuren die bijna twee jaar oud zijn trekken in het voorjaar en de zomer ook naar dit gebied. Het is mogelijk dat de juveniele dieren met de onvolwassenen mee zwemmen.

Rochard (1997) vermoedt dat zowel de juveniele dieren als de onvolwassen dieren ook verder stroomopwaarts gaan. De vangst van een 2 jaar oude Atlantische steur nabij Libourne langs de Dordogne in de zomer lijkt dit te bevestigen. Mohr (1952) maakt ook melding van meer dan 100 cm grote steur (4 à 5 jaar oud) die in het Elbegebied in het zoete water werden gevangen. Ook Kinzelbach (1987) maakt melding van juveniele dieren die op de Duitse Nederrijn werden gevangen en van ca 10 kg zware dieren (ca 5 tot 6 jaar oud) die bij Karlsruhe en Heidelberg op de Rijn werden gevangen. In de met

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

zoetwater gevulde Biesbosch werd in het verleden ook jonge steur gevangen. De steekvissers uit Geertruidenberg maakten in hun statistieken zowel melding van “steurkens” als van “steur”.

Wanneer in het najaar de onvolwassen dieren het estuarium verlaten, zwemmen de dan ruim twee jaar oude juveniele dieren mee naar zee (Rochard, 1997).

Hoofdstuk 5

Voedsel

De Atlantische steur verzamelt voedsel door als een stofzuiger over de bodem te gaan waarbij bodemmateriaal tijdelijk in de uitstulpbare mond wordt opgenomen. De gevoelige tastdraden scheiden daar het voedsel van het bodemmateriaal dat wordt uitgespuugd (Ehrenbaum 1923, Belyaeva & Matreeva 1965, Wheeler 1969, 1978). Bij het zoeken van voedsel is geur niet belangrijk, bij de selectie in de bek is de smaakzin wel van belang.

5.1 Zee

In zee worden naast bentische organismen als mollusken, crustaceeën en wormen ook vissen gegeten (tabel 6).

Tabel 8. Voedsel steur in zee (vooral gebaseerd op gegevens uit de Kaspische zee en Zwarte zee)

	1	2	3	4	5	6
Vis	*					
Zandspiering		*	*			
Grondel	*					
Harengula						*
Gobius		*				*
<i>Engraulis encrasicolus</i>						*
Mollusken	*	*				
Crustaceeën	*					
Garnalen		*	*	*		
kleine kreeften						*
Pissebedden		*				
Polychaeten	*	*				
<i>Nereis diversicolor</i>						*
Wormen	*				*	
Mysidacea		*				
Chironomiden						*

*

Literatuur

- 1: Groot, de 1992; herkomst gegevens onbekend
- 2: Rijkswaterstaat (1988); herkomst gegevens onbekend
- 3: Mohr 1952; Elbe
- 4: Marti 1939; Zwarte zee
- 5: Rochard et al 1990; Kaspische zee
- 6: Belogurov 1939; Kaspische zee

Trouvery et al. (1984) relateerden de vangstplaatsen in zee (zie ook paragraaf 4.2) aan de op die plaatsen aanwezige bentische gemeenschappen op de zeebodem zoals deze zijn ingedeeld door Glemarec (Glemarec 1969, in: Trouvery et

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

al. 1984). Tabel 7 geeft een overzicht van de samenstelling van de bentische gemeenschappen in de infralitorale en circalitorale zones van het continentaal plat ingedeeld naar substraat. Het gaat hier om potentiële voedselbronnen van de Atlantische steur.

Tabel 9. Samenstelling van de bentische gemeenschappen in de drie zones van het continentaal plat opgesplitst naar substraat (naar Glemarec 1969, in: Trouvery et al. 1984).

bentische gemeenschappen zijn vetgedrukt; karakteristieke soorten: cursief.

sediment	fijn zand	zand overdekt met slib	zandig slib	slib	gemengd substraat	grind	
infra-	<i>Venus gallina</i>		<i>Acrocnida brachiata</i>		<i>Nucula turgida</i>	<i>Nucula turgida</i>	<i>Nucula nucleus</i>
	<i>Dosinia exoleta</i>						
litoraal	<i>Mactra corallina</i>		<i>Clymene oerstedii</i>		<i>Melinna palmata</i>	<i>Sternapsis s.</i>	<i>Tapes aureus</i>
			<i>Abra nitida</i>				
	<i>Tellina fabula</i> -		<i>Pharus legumen</i> -				<i>Tapes aureus</i>
	<i>Venus verrucosa</i>						
	<i>Spisula subtrun.</i>		<i>Ophiura texturata</i>				
circa-	<i>Venus gallina</i>		<i>Amphiura filliformis</i>		<i>Maldane glebifex</i>	<i>Virgularia t.</i>	<i>Nucula nucleus</i>
	<i>Amphioxus l.</i>						
litorale	<i>Dosinia lupina</i>		<i>Tellina serrata</i>			<i>Sternapsis s.</i>	<i>Venus ovata</i>
	<i>Venus fasciata</i>						
kustzone						<i>Echinocyamus p.</i>	
						<i>Tellina pygmaea</i>	
	<i>Astrorhiza l.</i>						<i>Hyalinoecia b.</i> -
	<i>Abra prismatica</i>						<i>Ophelia borealis</i>
circa-	<i>Ditrupa arietina</i>		<i>Amphiura chiajei</i>		<i>Nucula sulcata</i>	<i>Ninoe</i>	<i>Nucula nucleus</i>
	<i>Astarte sulcata</i>						
litorale	<i>Dentalium entalis</i>		(Buchanan) <i>Brissopsis l.</i>		<i>Sternapsis s.</i>	<i>Pitar rudis</i>	<i>Venus casina</i>
zeezone							
	<i>Astropecten</i> -						
	<i>Pandora pinna</i>						

5.2 Estuarium / rivier

Volwassen steuren eten niet of weinig op weg naar hun paaiplaatsen (Mohr 1952). Het estuarium en de rivieren zijn als voedselgebied vooral belangrijk voor de onvolwassen en juveniele Atlantische steuren. Bentische organismen maken in het estuarium en de rivier het grootste aandeel van het voedselpakket uit (tabel 10). Mollusken, crustaceën, insectenlarven en wormen zijn de belangrijkste groepen.

Tabel 10. Voedsel Atlantische steur in zoet water

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

	1	2	3	4	5	6	7	8
9								
Vis	*							
	*							
	Barbeel *							
	Sand-eels							
	*							
	Gobiids							*
Mollusken	*	*	*				*	
Crustaceeën	*		*					
	aasgarnalen	*						
	garnalen *							*
	*							
	<i>Echinogammarus berilloni</i>							*
	<i>Gammaracanthus loricatus</i>							*
	Crangonidae					*		
	Amphipoden							
	*							
	Gammariden	*	*		*	*		*
Insektenlarven		*		*				
	Trichoptera-larven							*
	Chironomiden	*				*		*
Wormen	*		*					
Borstelwormen								*
Polychaete wormen								*
	* ¹							
	<i>Nephtys hombergii</i>							* ¹
	<i>Stylaroides monilifer</i>							* ¹
Oligochaeten *				*				
Mysidacea				*				*
	<i>Pontopareia affinis</i>					*		
	<i>Pallasea quadrispinosa</i>						*	
	<i>Mysis oculata relicta</i>						*	
Isopoden							*	
kleine bodemorganismen				*				
Plantenresten	*							

1: Groot, de 1992; herkomst gegevens onbekend

2: Rijkswaterstaat 1988; herkomst gegevens onbekend

3: Kinzelbach 1987; Rijn

4: Holcyk et al. 1989; algemeen

5: Ninua 1976; estuarium van de Rioni rivier

6: Jääskeläinen 1917; twee jonge Atlantische steuren (43 cm) uit het Ladogameer

7: Kuderskii 1983; jonge Atlantische steuren uit het Ladogameer

8: Kulmatycki 1932, Mohr 1952, Wheeler 1969; algemeen

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

9: Magnin 1962; Gironde

noot

9¹: dieren die waren gevangen in de riviermonding hadden vrijwel alleen polychaeten in de maag

Van de sterk op de Atlantische steur gelijkende Spitsnuitsneur (*A. Oxirhynchus*) uit de Kaspische zee is bekend (Matveeda, 1967) dat na het dooierzakstadium eerst vnl watervlooien (*daphnia*) worden gegeten. Steurtjes van 10 tot 15 cm lengte aten vnl muggenlarven (*Chironomidae*) en kleine kreeftachtigen (*Mysidacea*). Steurtjes van 20 cm en langer (in de Kaspische Zee zijn ze dan inmiddels in het brakke water aangekomen) verorberen behalve *Mysidacea* ook aanzienlijke aantallen grote kreeftachtigen (*Gammaridae*) (Levin, 1982). De *Chironomidae* zijn vastzittend op substraat en de overige groepen zijn mobiel.

De meeste soorten uit het voedselspectrum van de jonge steur leven op zandige bodem, maar ook op hard (steen, kiezel) en zacht (slib) substraat wordt waarschijnlijk voedsel gezocht.

In het Gironde-estuarium onderscheidde men op basis van hun levenswijze twee groepen organismen die een potentiële voedselbron vormen voor de Atlantische steuren (Trouvery et al. 1984). Tot de eerste groep behoren organismen die op of net onder het substraat leven als Mollusken (slijkmosselen, tapijtschelpen, strandgapers en venusschelpen), Anneliden (zeeduizendpoten, wadpieren) en Slijkgarnalen (*Corophium*).

De tweede groep bestaat uit organismen die met de getijdenstroming meebe-
wogen als *Mysidacea*, *Gammariden*, witte en grijze garnalen en krabben (Chinese en Groene).

Van de genoemde prooidieren in de Gironde zijn er geen die gebonden zijn aan de intergetijden zone, waaruit kan worden afgeleid dat de Atlantische steur zijn voedsel zoekt in dieper water.

Rochard (1997) geeft een overzicht van de benthische en planktonische levensgemeenschappen in die delen van het estuarium waar de jonge Atlantische steur verblijft (zie paragraaf 4.8). Hem valt op dat de trekbewegingen van de jonge Atlantische steur in het estuarium samen vallen met de beweging van de prooidieren. Als gevolg van de temperatuur trekt een groot deel van deze dieren zich in de winter terug in de relatief warme estuariummond.

Over het voedsel in de Dordogne en Garonne waar de jonge Atlantische steuren de eerste periode van hun leven doorbrengen is nagenoeg niets bekend (Trouvery et al. 1984). In de Wolga voeden jonge steuren (10-35 cm) zich vooral met *Chironomiden*, *Mysidacea* en *Gammariden* (Matveeda 1967). Andere prooien die worden gegeten zijn *Coleoptera*-larven, *Corophiidae*, *Cumacea* en *Polychaeten*.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Hoofdstuk 6

Historisch voorkomen van de Atlantische steur in Europa en restpopulaties

6.1 Oorspronkelijke verspreiding

(de letters in de tekst verwijzen naar figuur 16)

De verspreiding van de Atlantische steur heeft zich altijd beperkt tot Europa en West-Azië (figuur 16). Vóór dat de soort met uitsterven werd bedreigd, bewoonde hij de rustige delen van de noord-Atlantische oceaan (c & d) zoals de Noordzee (b) en Baltische Zee (a), de kustzeeën van de mediterrane gebieden (e) en de Pontische regio (i) met daarbij inbegrepen de Ligurische Zee, Tyrreense Zee (f), Adriatische Zee (g), Ionische Zee, de noord Aegeïsche Zee (h), Zee van Marmara en de Zwarte Zee (i) (Holcyk et al. 1989). Verder zijn meldingen bekend van IJsland (Saemundson 1949), de Witte Zee kust (Lagunov & Konstantinov 1954) en van de Noord-Afrikaanse kusten. Uit historische gegevens is gebleken dat de voortplanting zich altijd heeft beperkt tot de Europese rivieren. Rond 1900 gebruikte de Atlantische steur nog alle grote - Europese riviersystemen, waaronder Rijn en Maas, om zich voort te planten (Castelnaud 1988, Holcyk et al. 1989).

Figuur 16. Verspreidingskaart van de Atlantische steur rond 1900. De letters geven de belangrijkste regio's aan. De rivieren waar voortplanting plaatsvond zijn vetgedrukt (naar Holcyk et al. 1989).

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Landlocked populatie

Berg 1948 en Kuderskii 1983 maken melding van een van de zee afgesloten populatie (zogenaamde "landlocked" populatie) in het Ladogameer bij St. Petersburg. De volwassen Atlantische steuren zouden ieder jaar vanuit het meer de rivier op gaan om te paaien en leven de rest van het jaar in het Ladogameer en daarom volledig aangepast zijn aan het leven in zoet water.

Deze bewering blijkt bij nader inzien niet juist te zijn. Jääskeläinen beschrijft al in 1917 hoe de Atlantische steuren van het Ladogameer tot de Baltische populatie behoren en vanuit de Oostzee via de Finse Golf en de rivier de Newa het Ladogameer bereiken. Vanuit het meer zwemmen ze dan de rivieren op die in het meer uitmonden.

Niet-migrerende populaties zijn bekend van de Europese soorten *Acipenser nudiventris*, *Acipenser baeri* en *Acipenser gueldenstaedti* (Holcyk et al. 1989) en uit Noord-Amerika (Mohr 1952).

6.2 Huidige verspreiding

In zee leeft de Atlantische steur tegenwoordig alleen in het gebied van de Golf van Biskaje tot het Bristolkanaal en de Noordzee (Castelnaud et al 1991). Deze populatie plant zich voort in de Garonne en Dordogne in Frankrijk. Rond 1960 schatte men de Gironde-populatie op zo'n 1000 dieren (Magnin 1962).

Een tweede populatie komt waarschijnlijk nog voor in de Zwarte zee/Rioni rivier in Georgië. Begin jaren '60 werd de grootte van deze populatie ook op zo'n 1000 exemplaren geschat. In 1984 was dit aantal afgenomen naar 300 (Ninua & Tsepkin 1984). Hoe groot de populatie nu nog is, kan vanwege de huidige politieke omstandigheden niet worden geverifieerd (Cemagref 1994).

Kuderskii (1983) meldt de soort nog voor in het Ladoga meer, maar hierover zijn geen recente aanwijzingen bekend.

In de Roemeense Donau-delta en de Guadalquivir (Spanje) is de soort vrijwel zeker verdwenen (Bacalbasa Dobrovici 1991, Elvira et al. 1991). Misschien leven er nog kleine aantallen in de Douro ("landlocked" door aanleg van dammen) en de Guadiana in Portugal (Almaça 1988), doch volgens Elvira et al. (1991) zijn ook deze populaties verdwenen.

Met uitzondering van de Gironde-populatie en vermoedelijk de Rioni-populatie zijn er geen levensvatbare populaties van de Atlantische steur meer aanwezig. Door het Franse onderzoeksinstituut CEMAGREF wordt de Gironde-populatie al sinds 1980 intensief gevolgd. In de afgelopen 10 jaar is slechts tweemaal een natuurlijke voortplanting geconstateerd, in 1988 en 1994. Eenmaal, in 1995, is een voortplanting geslaagd in de viskweekvijvers van het onderzoeksinstituut.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Een deel van deze dieren is uitgezet.

Figuur 17 Huidige verspreiding van de Atlantische steur. Centrum is het Gironde estuarium, het stippelpatroon geeft aan waar dieren van die populatie zijn waargenomen (naar Rochard et al. 1990).

Onderzoekers van CEMAGREF registreren sinds 1981 de op zee gevangen Atlantische steur aan de hand van meldingen door vissers. Van de tot en met 1994 gevangen dieren (179 stuks) was 75% gemerkt. Aangezien bij vangsten door de onderzoekers in het estuarium slechts 33,5 % van de vangsten is gemerkt, vermoedt Lepage (1997) dat een deel van de vangsten op zee niet wordt gemeld. Dit zijn dan vooral de niet-gemerkte dieren, omdat vissers eerder een gemerkte steur zullen doorgeven. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat de verhouding op zee hetzelfde is als in het estuarium, dan is het werkelijk aantal vangsten op zee 373. Omdat vermoedelijk ook niet alle gemerkte dieren worden gemeld, Lepage schat dat 10% wordt verzwegen, is het aantal vangsten zelfs 410. Uit onderzoek van Rochard et al (1996) blijkt dat 57% van de vangsten sterft. Wanneer dit doorgetrokken wordt voor ook de niet gemelde dieren, dan zouden jaarlijks ca 16 Atlantische steuren op zee om het leven komen. Voor een zo bedreigde diersoort als de Atlantische steur is dit te veel (Lepage, 1997).

6.3 Oorzaken achteruitgang

In de meeste gebieden waren meerdere factoren verantwoordelijk voor het uitsterven van populaties (Mohr 1952, Kinzelbach 1987, Elvira et al. 1991). Doch overbevissing wordt als belangrijkste oorzaak voor het (uiteindelijk) verdwijnen van de Atlantische steur uit de meeste delen van Europa gegeven (Mohr 1952, Kinzelbach 1987, Elvira et al. 1991, Timmermans & Melchers 1994). De late leeftijd waarop de vrouwtjes geslachtsrijp zijn (> 15 jaar) en het feit dat ze als onvolwassen dier al wel ieder jaar het estuarium en de rivieren opzwemmen maakte het risico wel heel groot dat een vrouwelijk dier werd gevangen voordat ze zich kon voortplanten.

Riviercorrecties (ontzandingen en ontgrindingen), toename van het scheepvaartverkeer, watervervuiling en de aanleg van dammen zullen een nadelig effect hebben gehad, het is echter onwaarschijnlijk dat deze het ineensstorten van populaties hebben veroorzaakt (Kinzelbach 1987, Mohr 1952).

In het Nederlandse riviereengebied en in de Noordduitse Elbe werd zeer intensief op steur gevestigd. De vangsten in deze rivieren zijn vrij nauwkeurig gedocumenteerd en beschreven door Verhey (1949) en Mohr (1952). Ze laten zien dat als de visserij al niet de hoofdoorzaak voor uitsterven was, deze activiteit wel een zeer nadelige invloed had op de grootte van de populaties.

6.4 Teloorgang van de Rijn-Maas-populatie

Kinzelbach (1987) maakt melding van een groot aantal historische waarnemingen van de Atlantische steur in de Rijn en haar zijrivieren. Volgens hem paaide het grootste deel van de populatie in het estuarium en trok een kleiner deel stroomopwaarts. In figuur 18 is het aantal historische meldingen van het Duitse deel van de Rijn weergegeven. Kinzelbach maakt voor het Duitse deel van de Rijn onderscheid tussen de Niederrhein tussen de Nederlandse grens en Bonn waar de steur een algemene verschijning was en het bovenstroomse deel van de Rijn tussen Bonn en Basel waar jaarlijks hoogstens enkele tientallen dieren werden gevangen. Voor de riviervissers daar was de vangst van een steur altijd een bijzonder feit en tot in de recente tijd was men verplicht de vangst aan de landsheer te koop aan te bieden. Het is daarom dat er over de Atlantische steur veel meer historische gegevens zijn gevonden dan over andere, algemene soorten. Ook van voor 1450 zijn meldingen verzameld door Kinzelbach. Uit de Romeinse periode tussen 50 en 400 en uit de periode tussen 900 en 1300 zijn er relatief veel waarnemingen. Opmerkelijk is dat er een verband lijkt te bestaan tussen klimatologisch warme perioden en het voorkomen van de Atlantische steur. Uit koele perioden, zoals ook de kleine IJstijd tussen 1600 en 1750 zijn er relatief weinig waarnemingen. De vangmethoden op de Duitse Rijn waren dermate eenvoudig en niet op de Atlantische steur gericht; het was daarom puur

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

toeval als een dier werd gevangen. De steurvisserij op de Rijn stond daarmee in geen verhouding tot de veel grootschaligere en direct op de steur gerichte vangmethoden langs de Elbe (Landesanstalt für Ökologie, 1996).

figuur 18. Meldingen van Atlantische steurvangsten uit het Duitse deel van de Rijn (Kinzelbach 1987, uit diverse historische bronnen).

Kinzelbach schat naar aanleiding van de vangsten dat jaarlijks ca 100 volwassen dieren de Duitse Rijn op zwommen om er te paaien. De sterke afname van de aantallen wijt hij onder andere aan het feit dat in de Rijn tijdens de eerste drie decennia van de 19^e eeuw door riviercorrecties het aantal geschikte paaiplaatsen af nam. Toenemende watervervuiling vooral vanaf het begin van de 20e eeuw zal een verdere oorzaak voor de achteruitgang zijn geweest. Deze alleen kunnen echter het instorten van de populatie niet verklaren. De uiteindelijke doorslag voor het uitsterven van de Atlantische steur is wellicht de visserij geweest zowel in de Rijn als in de Elbe met name ook door het vangen van onvolwassen dieren. In 1942 werd voor de laatste maal op de Niederrhein een Atlantische steur gevangen.

6.4.1 Steurvisserij in Nederland

In Nederland werd Atlantische steur vooral gevangen in de Zuid Hollandse - en Zeeuwse stromen, de Nieuwe Merwede, Noordzee, Dollard, Waddenzee, IJsselmeer en IJssel nabij kampen. De vangstresultaten zijn in de loop der tijd vrij goed gedocumenteerd. De Atlantische steur stond door de eeuwen heen in hoog aanzien en iedere vangst was een bijzonderheid. Waarschijnlijk zijn er geen vissers geweest voor wie de steurvisserij de enige broodwinning was, daarvoor waren de vangsten te gering. Op veel plaatsen waren de Zalm en de Elft de belangrijkste soorten waarop werd gevangen. Omdat de Atlantische steur met dezelfde vangtechnieken kon worden bemachtigd, werd deze ook gevangen. Daarnaast waren er ook speciale steurnetten, drijfnetten, die men gebruikte als de Atlantische steur in het voorjaar het estuarium inzwom. Afhankelijk van de vanglocatie waren er verschillende vangtechnieken in gebruik.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Visserij met steken

De Biesbosch was sinds de Elizabethvloed een van de belangrijkste visgronden van de Nederlandse binnenvissers. In de ondiepe binnenzee werd gevangen met zgn. zalmsteken. Een steek bestaat uit een lange rij palen die in de bodem gedreven zijn en die meestal een permanent karakter hebben (Martens, 1992). Tussen de palen is, als een wijdmazig net, van rijshout een schutting gevlochten. De steek stond dwars op de stroom en op regelmatige afstanden waren kleine zijschuttinkjes, de zgn 'bouten' geplaatst, met aan het eind daarvan een grote fuik. Aan beide zijden van de steken stonden bouten en fuiken, om zowel bij eb als bij vloed te kunnen vangen. De steken in de Biesbosch hadden een zeer grote lengte, tot 5 kilometer en waren achter elkaar geplaatst (zie figuur). Ze hadden een permanent karakter en er werd het hele jaar mee gevangen. In vergelijking met de zegenvisserij (zie hierna) waren de vangsten gering, maar vanwege de geringe materiaalkosten, de lage pacht en de geringe arbeidsinspanning was het een lucratieve vangmethode (van Doorn, 1977).

Figuur 19. Kaart van het Bergse veld (Brabantse Biebosch) met daarop afgebeeld de vissteken.

Figuur 20. Afbeelding van een zalmsteek (Martens, 1992).

In de rivieren werd ook met steken gevangen. Deze waren doorgaans niet langer dan ca 100 meter, zodat er ruimte bleef voor de scheepvaart. Omdat de scheepvaart er toch hinder van had werd vanaf de 18e eeuw het vangen met steken op de rivieren aan banden gelegd.

Als de Biesbosch in de loop der eeuwen verzandt en de platen steeds langer droog komen te liggen gaan de vangsten geleidelijk achteruit. Het eerst in de noordelijke Dordtse Biesbosch, waar de steekvisserij al in 17e eeuw verdwijnt. In de Brabantse Biesbosch wordt tot in de 19e eeuw met steken gevangen. Als in het midden van de 19e eeuw de Nieuwe Merwede wordt aangelegd, kiezen de trekvisser deze rivier voortaan als trekroute en de visserij op trekvis in de Biesbosch verdwijnt dan vrijwel geheel. Op andere plaatsen, met name in de brede stromen bleven de steken wel in gebruik. In 1913 waren er nog 106 in gebruik, waarvan het grootste deel in de Haringvliet (22), Nieuwe Maas tot aan Brielle (12), tussen Brielle en de zee (34), in het Scheur en de Nieuwe Waterweg (18) en in de Lek (10) (van Doorn, 1977). Als Elft, Zalm en Atlantische steur in

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

het begin van deze eeuw steeds zeldzamer worden gebruikt men de steken nog enige decennia voor het vangen van paling.

Zegenvisserij

Een andere belangrijke vangmethode was de zegenvisserij. Het is een oude vangmethode die al door de Romeinen werd beoefend en er op is gebaseerd dat de vis in het net verward raakt wanneer hij met zijn kieuwen achter de mazen blijft steken. Het lange rechthoekige net is aan een zijde aan de oever vastgemaakt en wordt met een boot uitgebracht die een grote cirkel beschrijft. De vis die in de zo gevormde cirkel opgesloten zit wordt gevangen en aan land gebracht wanneer het net wordt binngetrokken. Zegenvisserij werd op veel plaatsen in het estuarium en langs de rivieren bedreven. Veelal was het een kleinschalig bedrijf, door één of enkele vissers uitgevoerd die met een roeiboot het net uitzetten, de zgn handzegenvisserij (figuur 21). Wanneer niet vanaf de kant kon worden gevist, werd ook wel met een zegen vanaf een vlot gevist dat op een zandplaat lag, de zgn “klepvlotvisserij”, of met een speciaal vervaardigd vlot dat over de rivier werd voortgetrokken, de “galgvisserij”.

Al in de zeventiende eeuw werd er ook op bedrijfsmatige wijze gevist langs de lek bij Ammerstol en bij Tienhoven. Er werden speciale kades gemaakt en er waren meerdere vissers in dienst die ieder een taak hadden bij de zegenvisserij (figuur 22).

Figuur 21. Het uitzetten van een handzegen (Trouvery, 1984)

Figuur 22. De zegenvisserij De Snackert bij Ammerstol (van Doorn, 1977).

In het midden van de vorige eeuw worden door de Nederlandse staat een tiental zeer grote zegenvisserijen opgezet (zie kaart 23). De zegens werden hier met een stoomboot uitgezet en via een mechanisch aangedreven spil binnengehaald. De eerste grote zegenvisserij “de Merode” werd in 1848 aangelegd op het huidige eiland “Van Brienoord” in de Nieuwe Maas, daarna volgden in 1852 “Oranje Nassau” bij Pernis, in 1862 “klein Profijt I” langs de Oude Maas, in 1869 “Noordewal” langs de Nieuwe Merwede, in 1875 “Prins Hendrik” in de Nieuwe Maas en “Klein Profijt II”, in 1887 “Zuidwal” in de Nieuwe Merwede en in 1900 de zegenvisserij bij Dubbeldam ook in de Nieuwe Merwede

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

(Rijkswaterstaat, 1989). Van “Nassau Le Lecque” op de Lek en “Spuistroom” op het Spui is de oprichtingsdatum niet bekend.

Kaart 23. Ligging van de tien staatszegenvisserijen. (van Doorn, 1977).

De gemechaniseerde zegenvisserij bleek een zeer effectieve vangmethode te zijn. Behalve dat werd er ook gewerkt in continu-dienst met dag- en nachtploegen van zondag 18 uur tot zaterdag 18 uur. Het aantal trekken per dag varieerde tussen de 30 en 40 per zegen. Ondanks dat de statistieken van voor 1875 zeer gebrekkig zijn is het aannemelijk dat na de aanleg van de staatsbedrijven meer vis werd gevangen. Zeer waarschijnlijk is deze grootschalige mechanische visvangst de belangrijkste oorzaak van de snelle achteruitgang van Atlantische steur, Zalm en Elft tussen 1890 en 1935.

Visserij met drijfnetten

Deze rechthoekige netten waren aan de onderzijde verzwaard en hingen vlak boven de bodem. Aan een zijde waren deze 100 tot 400 m lange en 4 tot 5 m hoge netten aan een boei of drijfponn bevestigd en aan de andere zijde aan een boot (Martens, 1992). De visser kon door tegen de stroom in de varen het net op dezelfde plaats houden. Drijfnetten werken het best als het water troebel is of 's nachts omdat de dieren anders het net kunnen zien. De maaswijdte van een steurnet is vrij breed (tot 30 cm). Het was belangrijk dat het net vlak boven de bodem hing omdat de vis anders kon ontsnappen. Daar waar de bodem uit grind bestond waren de vissers er dan ook op gespist dat ze de loden kogels onderaan het net juist over het grind konden horen dansen. Een vis die het net zag had als reactie dat hij omhoog zwom om het net te ontwijken. Omdat het net onder een hoek van 45 graden stond raakte hij dan echter verstrikt. De drijfnetvisserij stond onder de vissers niet in hoog aanzien, je kon het eigenlijk alleen 's nachts bedrijven en de vangsten waren doorgaans laag. Op Atlantische steur kon men ook overdag vissen, dat gebeurde dan bij afgaand water omdat de vissen dan stroomopwaarts zwommen. Als men een Atlantische steur ving, dan maakte men een strik aan de staart en haalde men een touw door de bek en de kieuwen, het zgn. kulken. Op deze manier konden de grote Atlantische steuren naast de boot worden voortgetrokken en bleven ze in leven.

Standaard want

Evenals de drijfnetten behoort het standaard want tot de wargarens, de vis raakt er met zijn kieuwen in verstrikt. Standaard want werd vooral op de rivieren gebruikt in vrij ondiep water. De tot 10 m lange netten hingen stil in het water en om de vis er in te krijgen werd ze opgejaagd door met stokken en kettingen op het water te

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

slaan. De netten waren vooral bedoeld voor voorn en baars, maar eigenlijk ving je er alles mee wat er te vangen viel (Martens, 1992).

In sterk stromend water viste men met zgn kuilnetten. Deze netten hangen tussen twee palen (de zgn staalbomen) en krijgen als gevolg van de stroom een tuitvorm. De vis die in het nauwe uiteinde terecht komt, kan er niet meer uit. De kuilvisserij was vooral geschikt om jonge vis te vangen. Als in het einde van de vorige eeuw de terkvis snel in aantal achteruitgaat wordt de vissers die op het Hollands Diep en Haringvliet met staalbomen vangen dan ook verweten dat ze het jonge broed wegvisten. Men was vooral uit op Spiering, maar ook jonge Elft, Zalm en Atlantische steur kwam in het kuilnet.

In het begin van de 20e eeuw ontwikkeld zich op de rivieren de ankerkuilvisserij. Vanwege de gemechaniseerde visvangst in de benedenrivieren waren de vangsten stroomopwaarts zo klein geworden dat men daar op zoek gaat naar een nieuwe manier van visvangst (Van Doorn, 1977). Het kuilnet wordt bij de ankerkuilvisserij gespannen in een houten raamwerk en vanaf een schip, een schokker, te water gelaten. Zowel het kuilnet als het schip liggen aan een anker om niet weg te drijven. Het beste ving men voor de koppen van de kribben waar de stroom het hardst was. Deze vorm van riviervisserij heeft nog tot het midden van de 20e eeuw stand gehouden. Er was echter altijd veel weerstand tegen omdat het ten koste gang van de jonge vis. Aanpassingen aan het net, waardoor achter in de kuil een soort leefgedeelte ontstond moesten dit voorkomen.

6.4.2 Aantalsontwikkeling

Op 26 november 1648 meldde het Dorts Nieuwsblad dat tussen april 1648 en februari 1649 81 steuren op de Dortse vismarkt werden aangeleverd. Van de afslag van Geertruidenberg is een bron bekend die vermeldt dat in 1619 tot aan 8 september 200 steuren werden aangevoerd. Van dezelfde afslag is er een nauwkeurig overzicht van de jaren 1742 t/m 1775. (zie tabel 11). Gemiddeld werden over die periode 470 exemplaren aangevoerd.

Tabel 11. Vangstgegevens van de afslag van Geertruidenberg van de jaren 1742 t/m 1775.

jaartal	aantal	jaartal	aantal	jaartal	aantal
1742	493	1754	682	1766	409
1743	660	1755	893	1767	356
1744	538	1756	478	1768	284
1745	577	1757	465	1769	389
1746	699	1758	348	1770	320
1747	604	1759	373	1771	333
1748	455	1760	323	1772	648

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

1749	358	1761	249	1773	611
1750	298	1762	420	1774	531
1751	280	1763	373	1775	559
1752	562	1764	447		
1753	535	1765	442		

Ook is er een overlevering dat aan het einde van de 17e eeuw in Geertruidenberg in één jaar 8.999 steuren zouden zijn aangevoerd. Dit getal is onwaarschijnlijk hoog en staat in geen verhouding tot andere vangstgegevens uit die tijd van zowel Geertruidenberg zelf als andere vismarkten; mogelijk gaat het om 899 vangsten of om vangsten van Zalm.

Nijssen & de Groot (1987) vermelden dat tussen 1824 en 1852 in de gehele Biesbosch jaarlijks 3000 exemplaren werden gevangen. Dit getal is ook onwaarschijnlijk hoog; nader onderzoek aan de vangststatistieken van Geertruidenberg door Martens (1992) toont aan dat in 1827 aldaar 259 steuren werden aangevoerd door de vissers van het Bergsche Veld (de Brabantse Biesbosch). Het verslag van den Staat der Nederlandsche Zeevisscherijen meldt in 1900 dat er tussen 1824 en 1860 jaarlijks gemiddeld 345 steuren op het Bergsche Veld werden gevangen, met als speciale vermelding het jaar 1858 waarin 1170 dieren werden aangevoerd. Aangezien het Bergsche Veld de belangrijkste visgronden herbergde van de gehele Biesbosch, is het onwaarschijnlijk dat de vangsten voor dit hele gebied erg veel hoger lagen. Harmans (1988) noemt het aantal van 3000 niet als jaarlijkse vangst, maar als totaalaantal over de gehele periode.

Deze vermoedelijk niet juiste vangstcijfers (8999 aan het eind van de 17e eeuw en 3000 in het begin van de 19e eeuw) is door auteurs gebruikt om aan te tonen dat de afname van de Atlantische steur al 4 eeuwen geleden inzette (Rijkswaterstaat, 1988 en de Groot, 1992). De gegevens van Martens (1992) tonen aan dat door de eeuwen heen de vangsten eerder vrij stabiel waren en voor de Biesbosch schommelden tussen 250 en 1200. Wanneer de vangsten van Zalm vergeleken worden met die van de Atlantische steur dan blijkt dat de verhouding vrij constant is; 1 op de 20 à 30 gevangen dieren was een Atlantische steur. Deze zelfde verhouding komt naar voren uit de ventlijsten van een van de grote vishandelaren van Geertruidenberg in de 17e eeuw (Martens, 1992).

Tabel 12. Ventlijsten van door de Geertruidenbergse handelaar Van Flitterswijck verkochte vis.

Totalen per jaar	Zalm	Elft	steur	
1640		2433	725	110
1641		2554	918	88
1642		4107	1503	119
1643		1846	934	57

Het belang van Geertruidenberg als vismarkt blijkt ook uit het feit dat vanaf hier veel vis werd verhandeld naar Zuidbrabantse en Vlaamse steden, zoals: Brussel, Antwerpen, Mechelen, Gent en Leuven.

De mechanische zalmzegenvisserij die in het midden van de 19e eeuw opkomt zorgt voor een toename van de visvangsten in de benedenrivieren. Vanaf 1893 is op de visafslag van Kralingse Veer, Hardinxveld en Moerdijk een

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

vangststatistiek bijgehouden (zie tabel 13) . Van deze visafslagen was Moerdijk met minder dan 50 vangsten verreweg de kleinste. Deze had als enige geen aanvoer vanaf een mechanische zegenvisserij.

Tabel 13 Aanvoer van Atlantische steur in Kralingse veer, Hardinxveld en Moerdijk (1) en de vangsten aan de Noord- en zuidwal aan de Nieuwe Merwede (2) (naar Mohr 1952 en Verhey 1949).

jaar	1	2
1893	832	
1894	758	
1895	797	
1896	662	
1897	400	
1898	351	
1899	451	
1900	438	23
1901	387	29
1902	434	14
1903	462	16
1904	319	23
1905	198	8
1906	190	12
1907	132	10
1908	120	8
1909	75	6
1910	56	17
1911	56	21
1912	32	17
1913	28	9
1914	25	9
1915	22	10
1916	7	3
1917	22	16
1918	16	12
1919		7
1920		9
1921		5
1922		2
1923		0
1924		2
1925		
1926		
1927		3
1928		1
1929		1
1930	5	3
1931		0

In 1893 werden in Kralingse veer 313, Hardinxveld 476 en Moerdijk 43 exemplaren aangevoerd. In de jaren die volgde nam dit gestaag af tot 16 in 1918 en nog slechts 5 in 1930. De vangsten aan de noord- en zuidwal aan de Nieuwe Merwede laten eenzelfde trend zien.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Tussen 1903 en 1915 werden in IJmuiden jaarlijks ongeveer 100 tot 150 steuren aangevoerd vanuit zee (Verhey, 1961), terwijl in de riviermondingen de aantallen al zeer laag waren. In 1952 werden de laatste Atlantische steuren uit de Nederlandse rivieren gevestigd: op 26 juni een exemplaar uit de Nieuwe Merwede bij Hardinxveld en op 25 juli een uit de Waal bij Tiel; beide waren 2.60 meter lang en wogen meer dan 100 kg (Verhey, 1963). In de 10 jaren daarop volgend worden nog ca 15 dieren op zee gevangen, maar na 1969 zijn ook daar geen vangsten meer gedaan. De laatste volwassen Atlantische steur werd op 16 juni 1960 gevangen nabij IJmuiden en was 2 à 3 m lang en woog 112 kg (Verhey 1963). Wellicht is dit de laatste volwassen Atlantische steur van de Rijnpopulatie geweest.

De grootste aanvoer in IJmuiden vanuit zee vond plaats van december tot/met februari (Verhey, 1961). Dit komt overeen met de waarnemingen van Rochard et al. (1996&1997) aan de Gironde populatie. Op het continentale plat voor het estuarium worden daar in januari en februari de meeste dieren gevangen.

In de benedenrivieren werden de meeste Atlantische steuren gevangen in juni en juli, zie figuur 9 en tabel 4 in pag 4.3)

IJssel

Rond 1600 werden in de IJsselmonding nog aanzienlijk vangsten gedaan (Tesch & de Veen 1933). De meeste dieren werden gevangen in de ondiepe zee tussen Schokland en de Ketelmonding. De achteruitgang van de vangsten ging hier sneller dan in de Merwede. In 1821 werd de laatste grote Atlantische steur in de IJssel gevangen (Lobregt & van Os 1977). Vermoedelijk heeft de intensieve kuilvisserij langs de oever van de Zuiderzee, waarbij veel jonge Atlantische steur werd gevangen, een rol gespeeld bij het verdwijnen (Rijkswaterstaat, 1988). In de jaren dertig (1932, 1937 en 1939) werden nog enkele vangsten gedaan in de Waddenzee, Dollard en IJsselmeer (Redeke 1941).

Sinds 1955 is de Atlantische steur definitief uit de Nederlandse rivieren verdwenen (Nijssen & de Groot 1987). Langs de Nederlandse kust is de Atlantische steur eveneens uiterst zeldzaam geworden. Vier exemplaren werden waargenomen in de jaren 1956, 1966 en 1967, twee daarvan werden geconserveerd. Deze waren gevangen in IJmuiden (1967) en Walcheren (1968) (Nijssen & de Groot 1987). Ook in de laatste decennia worden sporadisch nog Atlantische steuren gevangen. Aan de hand van gemerkte exemplaren is gebleken dat het om dieren van de Gironde-populatie gaat (Cemagref, 1996).

6.4.3 Niet inheemse steuren in de Nederlandse wateren

Nadat de Atlantische steur in de vijftiger jaren uit de Nederlandse wateren is verdwenen zijn nog wel regelmatig andere steursoorten gevangen. In aquaria, meestal van tuincentra, is het veelal mogelijk niet inheemse steursoorten te

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

kopen. Het gaat daarbij om 2 zoetwatersoorten: de Sterlet (*Acipenser ruthenus*) en de Beri (*Acipenser baeri*) en van zee de rivier optrekkende en qua levenswijze sterk op de Atlantische steur lijkende witsnuitsteur (*Acipenser stellatus*). Vermoedelijk omdat veel dieren in particuliere aquaria al snel te groot zijn worden ze los gelaten in plassen en rivieren. Een deel daarvan blijft in leve getuige de vele vangsten in de laatste jaren (mededelingenblad OVB en Dekker, 1996). Na de aanleg van het Rijn-Main-Donau kanaal is het voor de in de Donau levende Sterlet mogelijk geworden het stroomgebied van de Rijn te bereiken. De toename van het aantal vangsten van deze soort in de Rijn kan ook hierdoor zijn veroorzaakt. Het is niet uitgesloten dat deze exotische steursoorten zich op termijn zullen vestigen in de Nederlandse wateren en zich er zullen voortplanten.

6.5 Steurvisserij in de Elbe, de Eider en de Wisla

Duncker (1935) maakt melding van steurvangsten op de Elbe vanaf 1624. De Atlantische steur zou de Elbe niet verder opzwellen dan tot Hamburg en de meeste dieren werden gevangen in de monding. In de 19e eeuw bestond er langs de Elbe een zeer levendige steurhandel waar uit blijkt dat deze vis toen een grote economische waarde had (Mohr 1952). De waarde bestond uit het vlees dat voornamelijk werd gerookt en de kaviaar die werd gewonnen. Evenals in het Rijnestuarium waren de vangmethoden in de tweede helft van de 19e eeuw er sterk verbeterd (Landesanstalt für Ökologie, 1996). Tussen 1880 en 1890 werden in de Elbe, Eider en het Duitse Noordzee gebied gemiddeld per jaar zo'n 7000 steuren gevangen. Daarna ging het snel bergafwaarts (tabel 14). In 1900 werd in alle gebieden nog maar de helft gevangen van wat in 1890 aan wal werd gebracht. In de Noordzee werd in 1908 niets meer gevangen. In de Weser en Eems werden in 1916 voor het laatst Atlantische steuren gevangen.

In de stad Altona bij Hamburg werden in 1919 en 1920 nog ongeveer 700 steuren aangevoerd, waaronder 313 en 302 steuren uit zee met een gemiddeld gewicht van 7 kg. Er werd toen dus vooral onvolwassen Atlantische steur gevangen (een volwassen Atlantische steur weegt minstens 15 kg).

In een andere Noordduitse rivier de Eider werden in het midden van de vorige eeuw jaarlijks 2000 tot 3000 steuren gevangen. De Atlantische steur paaide er ook getuige de vangsten van 'dezimeterlange Jungstöre zu Dutzenden (dozijnen)' die met een handnet konden worden gevangen (Mohr, 1952). Toen in het begin van deze eeuw overal de vangsten sterk terugliepen, bleven ze in de Eider nog hoog. Zelfs in de dertiger jaren van deze eeuw werden nog vrij veel steuren gevangen, maar na de aanleg van een dam in 1936 gingen de vangsten snel achteruit (Mohr, 1952). Toch werden zelfs in 1951 nog 31 dieren gevangen. Ook in de Duitse Bocht werden in de vijftiger jaren nog steuren gevangen. Sinds

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

1980 zijn op zee nog 5 Atlantische steuren gevangen, waarvan er 4 uit de Gironde afkomstig waren. Twee van deze dieren (een vangst uit 1984 en een uit 1991) worden in het zee-aquarium van Helgoland tentoongesteld; hiervan is er inmiddels één overleden.

Langs de Duitse en Poolse Oostzee kust was de Atlantische steur veel minder algemeen. Een uitzondering was de bocht van Gdansk waar jaarlijks meer dan 1000 dieren werden gevangen. In 1892 werd 35.500 kg steur aan land gebracht. De terugloop van de vangsten houdt vrijwel gelijke tred met die in de Elbe en in 1913 wordt nog slechts 4000 kg aan land gebracht, ca 150 tot 250 dieren. In 1937 worden de laatste dieren gevangen met één uitzondering in 1951.

Mohr (1952) komt tot de conclusie dat riviercorrecties, de toename van het scheepvaartverkeer en de waterverontreiniging nadelig zijn geweest voor de Atlantische steur maar dat de onbeperkte visvangsten ongetwijfeld de doorslag hebben gegeven voor het verdwijnen van de Elbe-populatie. De in het midden van de vorige eeuw opgekomen sleepnetvisserij met op stoom aangedreven schepen op zee en in de Elbemonding zou een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan het verval. Zo meldt zij dat in februari 1891 door één stoomschip 127 steuren werden aangevoerd.

Uit door Duncker (1935) verzamelde vangstgegevens voor de Elbemonding blijkt dat de aantallen in de vorige eeuw eerst toenamen, om later weer af te nemen; zo werden in 1860 957 ex, in 1900 1275 ex en in 1910 194 ex gevangen. Deze waarden liggen iets lager dan in de tabel 3 genoemde vangstgegevens voor de Elbe-estuarium, maar duidelijk is dat voorafgaande aan de hoge vangsten tussen 1880 en 1895 in het midden van de 19e eeuw minder werd gevangen. De situatie lijkt daarmee op die in het Rijnestuarium waar de vangstcijfers aan het eind van de 19e eeuw als gevolg van de verbeterde vangmethoden ook eerst toenamen om vervolgens af te nemen.

Vanouds werd in de Elbe gevangen met drijfnetten en staand want (Pümpelgarn). De vangsten concentreerden zich op het mondingsgebied, waar ook de Este, Oste en Stör uitmonden. Later verschuift de visserij meer en meer naar de Waddenzee en spelen grotere schepen een steeds belangrijker rol in de steurvangsten.

In tegenstelling tot in het Rijnestuarium werd de Atlantische steur uit de Elbe ook gevangen voor de kaviaarproductie. De grotere economische waarde die de steur had als gevolg van de kaviaarproductie zal zeker hebben bijgedragen aan de overbevissing.

Van de zeevisserij geeft Mohr (1952) aan dat werd overgeschakeld op stoomboten, maar deze tak van visserij bracht slechts 15 tot 30% van de totale hoeveelheid vangsten aan land; zie onder Noordzee in tabel 14). Dit percentage komt overeen met de waarden die voor de Nederlandse en de Franse zeevisserij worden genoemd. Mohr (1952) vermeldt ook dat toen de vangsten van steur

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

verminderden de vissers overstapten op netten met een kleinere maaswijdte (12,5 tot 15 cm wijd ipv 18 tot 20 cm) om ook de jonge dieren te kunnen vangen.

Tabel 14 Vangsten van de Atlantische steur tussen 1890 en 1918 in noord Duitsland (gegevens naar Mohr 1952)

jaar	Elbe gebied met Eider en Waddenzee	Weser	Eems	Noordzee
1880 -1890			ca 7000 jaarlijks in het hele gebied	
1890	2800	-	141	427
1891	3650	16	145	615
1892	4272	38	123	463
1893	2873	1	197	930
1894	3385	10	117	802
1895	2343	1	119	1088
1896	2322	0	94	564
1897	1403	8	71	419
1898	1257	2	53	338
1899	1350	8	67	256
1900	1416	14	96	20
1901	1413	4	78	91
1902	1278	-	59	173
1903	1486	-	35	186
1904	1342	-	38	110
1905	784	-	32	158
1906	910	-	26	23
1907	685	-	17	22
1908	795	1	7	-
1909	133	1	24	-
1910	231	5	20	-
1911	231	14	21	-
1912	117	30	7	-
1913	158	1560 kg	12	-
1914	71	900 kg	9	-
1915	35	650 kg	20	-
1916	22	55 kg	7	-
1917	17	-	-	-
1918	34	-	-	-

6.6 Steurvisserij in Groot Brittannië

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

De Atlantische steur is in de Britse rivieren nooit een algemene vissoort geweest. Jenkins (1925) schrijft dat in de Britse wateren de steurvisserij niet wordt beoefend. Er zijn wel meldingen van Atlantische steuren die de Severn op zwemmen tot bij Shrewsbury en de Trent bij Nottingham, maar er zijn geen aanwijzingen dat er ook gepaaid werd. Of de Atlantische steur ooit wel algemeen is geweest in deze rivieren is niet bekend. Wanneer Atlantische steur op de Engelse vismarkten werd aangeleverd, dan werd ze ter beschikking gesteld aan het koningshuis. Deze traditie wordt ook nu nog in stand gehouden, aangezien in 1992 een, in de Zuidelijke Noordzee gevangen, Atlantische steur van de Gironde populatie aan het vorstenhuis werd aangeboden.

6.7 Gironde-populatie

Ook in Frankrijk is de Atlantische steur uit oude analen bekend. De aardsbisschop van Arles had in 1063 het recht op de steur in de Rhone. Ook in de Gironde en andere Franse rivieren lagen de rechten voor de steur veelal bij de edelen. Al in de 13e en 14e eeuw zijn er rivieren waar de vissen zeldzaam worden en er worden regels uitgevaardigd om de vangst van steur en andere vis in goede banen te leiden. Al in de 18e eeuw wordt het vernielen van de paaiplaatsen als oorzaak aangemerkt van het verdwijnen van de Atlantische steur. In de 19e eeuw is de aanleg van stuwen in de rivieren een volgende grote bedreiging; ook neemt de grindwinning in de rivieren dan steeds grotere vormen aan (Roule, 1922). Ook het vangen van de volwassen Atlantische steur op de paaiplaatsen en van de jonge steur (1 tot 2 jaar oud) in het estuarium zou zijn tol eisen. Van de vangst op jonge Atlantische steur maakt ook Castaign melding in 1957. De Garonne kon de Atlantische steur vroeger opzwemmen tot aan Toulouse, maar sinds de aanleg van de stuwen in de Garonne, zwemmen ze niet verder dan Agen. Castaign (1963) schrijft nav een enquête onder vissers langs de Garonne in 1957 dat na 1930 de Atlantische steur in steeds kleinere aantallen de rivier op zwemt. Het uitbaggeren van een groot deel van de paaiplaatsen in de Garonne zou een mogelijke oorzaak zijn. In de Dordogne zijn er dan nog wel Atlantische steuren die op de paaiplaatsen worden gezien. Van de steurvisserij is in het Girondegebied is geen goede vangststatistiek bijgehouden. De afname van de steurpopulatie van de Rijn en de Elbe, zoals die aan het eind van de vorige eeuw inzette, lijkt aan de Gironde-populatie voorbij te zijn gegaan. Roule beschrijft in 1922 de rijkdom aan steuren in het gebied. Voor de Garonne was er toen sprake van verminderde vangsten; helaas geeft Roule geen vangstcijfers.

6.7.1 Visserij op zee

Op zee werd de Atlantische steur vrijwel alleen gevangen met het sleepnet (Trouvery et al, 1984). Dit gebeurde tot in de monding van de Gironde, waardoor

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

ook jonge dieren werden gevangen. Vanaf 1890 wordt een wet van kracht die het verbiedt om steuren kleiner dan 14 cm te vangen. Vanaf 1923 wordt voorgesteld de minimum maat te verhogen tot 1,50 m, maar onder druk van de visserij wordt dit teruggeschroefd tot 1,00 m. Pas in 1950, als de Atlantische steur al zeldzaam is geworden, wordt de maat verder verhoogd tot 1,30 m en in 1952 tot 1,45 m. Deze maat ligt dan echter nog steeds onder de maat van geslachtsrijpe dieren (mannetjes vanaf 1,45 m en vrouwtjes vanaf 1,85).

De vangsten op zee waren in vergelijking met het estuarium en de rivieren minder groot en bedroegen minder dan 25% van het totaal. Op zee werden vooral (75% van de vangsten) onvolwassen dieren van 100 tot 150 cm lang gevangen (Letaconnoux, 1961). Ook tegenwoordig is dat nog het geval; van de 179 tussen 1981 en 1994 op zee gevangen Atlantische steuren waren slechts 2 dieren volwassen (Rochard et al, 1996).

De vis werd op de vismarkten van La Rochelle en Arcachon aan land gebracht en verhandeld voor de consumptie van het vlees. Na het verbod om dieren kleiner dan 145 cm te vangen, valt de steurvisserij op zee vrijwel helemaal stil en jaarlijks worden nog slechts 10 dieren op de vismarkt aangevoerd. Vergelijking van de zeevisserij op de Noordzee in het begin van deze eeuw met die voor de Gironde laat zien dat ook op de Noordzee voornamelijk onvolwassen Atlantische steur werd gevangen. Mohr (1952) meldt dat Duitse zeevissers in de stad Altona bij Hamburg in 1919 en 1920 nog ongeveer 700 steuren aangevoerd, waaronder 313 en 302 steuren uit zee met een gemiddeld gewicht van 7 kg.

6.7.2 Visserij in het estuarium en op de rivieren

In tegenstelling tot de zee werden in het estuarium vooral kleine dieren (< 60 cm) en grote dieren (>150 cm) gevangen (Magnin 1962). De regelgeving was hetzelfde als op zee en omdat hier relatief weinig dieren kleiner dan 145 cm werden gevangen had de beperking van 1952 weinig invloed op de vangstcijfers. Tussen 1945 en 1975 werden in het estuarium jaarlijks tussen 50 en 100 dieren gevangen.

Voor de rivieren was de regelgeving anders. Vanaf 1936 was er al een verbod om dieren kleiner dan 150 cm te vangen en er was een vangstverbod van 1 juni t/m 31 juli. Vanaf 1950 wordt de minimummaat verlaagd naar 130 cm en de schoontijd verandert van 1 juli t/m 31 december. Omdat nu een belangrijk deel van de paaitijd binnen de vangperiode valt, werden er in het begin van de jaren 50 weer meer Atlantische steuren gevangen op de Dordogne; jaarlijks 150 tot 250 dieren. Op de Garonne was de Atlantische steur in het midden van deze eeuw al vrijwel verdwenen. Tussen 1960 en 1970 loopt het aantal vangsten op de Dordogne ook terug tot 100 en vanaf 1970 tot ca 10 vangsten.

Op Atlantische steur werd in het benedenstroomse deel van de Dordogne en de Garonne vooral gevangen met drijfnetten. Deze leken veel op de wijdmazige steurdrijfnetten die door Nederlandse riviervissers werden gebruikt.

Stroomopwaarts op de rivieren werd op enkele plaatsen gevangen met handzegen.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Deze netten waren aan een zijde aan het strand vastgemaakt en werden met een bootje in een grote cirkel over de rivier gevaren. De steurvangst gaat evenals in de Nederlandse rivieren ook hier vaak samen met de vangst op Fint en Elft. Op de paaipplaatsen werd vooral gebruik gemaakt van werpnetten. Staande in het water wierp de visser het net over de aan het wateroppervlak zwemmende vis. Soms werden op die manier in één worp 1 vrouwtje en tot 4 mannetjes gevangen. Eenmaal gevangen vis werd met een touw door de bek en kieuwen aan de boot vastgeboden.

In het estuarium werd in het begin van de eeuw illegaal ook veel op jonge vis gevangen. Dit gebeurde met kruisnetten of met staand wand (gordijnnetten).

6.7.3 Kaviaar industrie

De steurvisserij in het estuarium en op de rivieren had als belangrijkste afzetmarkt de kaviaarindustrie. Langs de Gironde, Garonne en Dordogne lagen een tiental plaatsen waar de eieren van de Atlantische steur werden verwerkt tot kaviaar. Naar verluidt kwam de kaviaarindustrie pas op in 1920 nadat al in 1900 vanuit Hamburg op de waarde ervan was gewezen. De kaviaar werd in Parijs en Bordeaux verkocht. De opbrengst aan eieren was gemiddeld per vrouwtje 15% van het gewicht. De netto opbrengst na verwerking was 11%. Het vermoeden bestaat dat de opkomst van de kaviaarindustrie de steurvisserij zal hebben bevorderd. De eerste jaren worden dan ook grote hoeveelheden steur aangevoerd. Er zijn geen exacte vangcijfers, maar jaarlijks werd 8 tot 10 ton kaviaar geproduceerd, hetgeen neerkomt op ca 1500 tot 3000 vangsten per jaar. Het gaat hierbij alleen om vrouwelijke dieren en het totale aantal vangsten, inclusief de zeevisserij, zal vermoedelijk tot 5000 dieren hebben bedragen.

De populatie was niet bestand tegen zo hoge vangsten en de aantallen lopen dan ook snel terug. De verruiming van de vangperiode op de rivieren in 1950 zorgt voor een kleine opleving (Vignaud, 1953) van de vangsten, maar na 1970 zijn de vangsten teruggelopen tot enkele tientallen dieren per jaar en in 1980 wordt de laatste 25 kg kaviaar geproduceerd.

6.7.4 Actuele situatie

Sinds 1981 is de Atlantische steur in Frankrijk beschermd bij de wet en is het vangen van Atlantische steur verboden. Letaconnoux schat de populatie in 1962 op ca 1000 dieren. Op grond van terugvangsten van gemerkte dieren komt Rochard et al. in 1991 op een vergelijkbaar aantal. De reproductie is de laatste jaren echter zeer beperkt; in de laatste 10 jaar heeft alleen in 1988 en 1994 een geslaagde natuurlijke bevruchting plaatsgevonden. In 1995 is een bevruchting geslaagd in de kweekvijvers van CEMAGREF. Zowel het mannetje als het vrouwtje waren kort daarvoor in de Gironde gevangen. Na de succesvolle bevruchting zijn ca 9000 jonge dieren uitgezet in de Dordogne. Een schatting van de beide populaties in het estuarium in het voorjaar van 1996 leverde voor het cohort van 1994 een aantal

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

tussen 1500 en 6800 op en voor het cohort van 1995 een aantal van 300. Het lage aantal dieren uit 1995 kan worden veroorzaakt door het feit dat tijdens het onderzoek nog niet alle dieren in het estuarium waren aangekomen. Sinds de steurvangst verboden is worden Atlantische steuren alleen nog als bijvangst gemeld. Jonge éénjarige Atlantische steur wordt vaak gevangen door garnalenvissers die met sleepnetten het ondiepe deel van het estuarium bevissen. Een groot deel van de jonge Atlantische steur overleeft het verblijf in het net, maar als ze lang samengeperst in het net zitten, sterft ook een deel. Atlantische steur met een lengte van 50 tot 55 cm loopt kans gevangen te worden in drijfnetten die door de vissers op Elft, Fint en in de estuariummond ook op Zeebaars, worden gebruikt. Deze netten hebben mazen met een breedte van 68 tot 90 mm en zijn 12 tot 15 m breed en 800 m lang. Alle Atlantische steur die in deze netten wordt gevangen overleeft het, evenals de dieren die in fuiken en kruisnetten wordt gevangen. Over het algemeen blijkt echter dat het gedrag van de visser belangrijker is voor de overlevingskans van de Atlantische steur dan het soort net dat wordt gebruikt. Medewerkers van CEMAGREF hebben dan ook veel aandacht besteed aan de voorlichting van de vissers van het Gironde-gebied. Desalniettemin zijn er altijd nog vissers die Atlantische steur op de markt proberen te verkopen of ze zelf opeten

6.8 Rioni-populatie

Terwijl de Atlantische steur overal in de Middellandse Zee is uitgestorven, heeft een kleine populatie aan de uiterste zuidostrand van het oorspronkelijke verspreidingsgebied in de Zwarte Zee kunnen overleven. Er is weinig over deze populatie in de Rioni in Georgië bekend. Volgens het ministerie van Natuurbeheer komt de Atlantische steur tot op de dag van vandaag in de Rioni voor, maar de aantallen zijn gering en de soort zou op het punt staan uit te sterven. Het is niet duidelijk of jaarlijks nog succesvolle voortplanting plaatsvindt.

De Rioni is een ca 300 km lange rivier die ontspringt aan de zuidzijde van de Kaukasus. Alleen de onderste 150 km kon in het verleden door de Atlantische steur worden gebruikt, daarboven heeft de Rioni het karakter van een bergbeek. Na de aanleg van een stuwmeer is nog slechts 90 km rivier bereikbaar, in dit traject monden echter een groot aantal open zijrivieren uit. Het estuarium van de Rioni is slechts klein en er nauwelijks getij. Ook het continentale plat voor de kust is klein. De situatie wijkt dan ook sterk af van de omstandigheden bij de Gironde en bij de Rijn. Het is onduidelijk hoe de jonge Atlantische steur in het estuarium leeft en waar de volwassen dieren in de Zwarte Zee verblijven.

De Atlantische steur is in Georgië volledig beschermd en het is verboden de vis te vangen. De paaiplaatsen van de Atlantische steur zijn bekend. Het ministerie van Natuurbeheer doet op bescheiden schaal onderzoek aan het voorkomen; hun middelen zijn echter beperkt. Naast de Atlantische steur komen in de Rioni nog

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

5 andere steursoorten voor.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Hoofdstuk 7

Het Franse Atlantische steur-programma

7.1 Historie

Sinds 1980 houdt het Franse instituut CEMAGREF zich actief bezig met het onderzoek aan de Atlantische steur van het Girondegebied. CEMAGREF staat voor “Centre National de Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et des Forêts. Het is een wetenschappelijk en technisch instituut dat valt onder twee ministeries: het ministerie van onderzoek en hoger onderwijs en dat van landbouw en visserij.

Het Girondegebied had als een van de weinige Franse estuaria tot in de jaren '80 nog een vrij gezonde vispopulatie. De Atlantische steur was al eeuwenlang van grote betekenis voor de lokale visserij vanwege het vlees. Vanaf 1920 werd het economisch belang nog vergroot doordat ook met de productie van kaviaar werd gestart. In de eerste decennia werd jaarlijks 8 tot 10 ton kaviaar geproduceerd. In 1950 was de productie al afgenomen tot 3 ton op 50 ton vlees en in 1961 werd nog slechts 250 kg verkregen uit 200 gevangen steuren. Ook de zeevisserij nam in die tijd sterk af; werden in La Rochelle in '36 nog 275 steuren aangevoerd, in 1948 waren het er nog 120 en in 1956 nog slechts 4.

De teruglopende vangsten in de tweede helft van deze eeuw en het risico van uitsterven waren de aanzet voor CEMAGREF om een onderzoeksprogramma te starten aan de Acipenséridae (steurachtigen) in het algemeen en de Atlantische steur in het bijzonder. Doel van het project was drieledig: een verklaring te vinden voor de achteruitgang, alle betrokken partijen (autoriteiten, beheerders, vissers en wetenschappers) te mobiliseren en te komen tot beschermingsmaatregelen. Vanwege het grote gevaar voor uitsterven van de Atlantische steur heeft men zich vanaf het begin ingezet voor de bescherming van de soort en haar natuurlijke habitat. In het begin van de jaren '80 is de Atlantische steur achtereenvolgens in de Dordogne, de Gironde en alle territoriale wateren van Frankrijk beschermd verklaard. Onderzoek naar de paaiplaatsen van de Atlantische steur heeft er toe geleid dat al in 1985 de paaiplaats van Meilhan sur Garonne via de wet werd beschermd. In de jaren daarna zijn ook andere paaiplaatsen tot beschermd natuurgebieden geworden. In 1991 hebben de beide provincies waar de Atlantische steur in paait, Dordogne en Lot-et-Garonne, het besluit genomen de winning van grind en zand in de rivieren die de Atlantische steur opzweemt te verbieden. Behalve de realisatie van een beschermd status voor de Atlantische steur en haar natuurlijke milieu heeft CEMAGREF zich bezig gehouden met:

- het inventariseren en beschrijven van de vermoedelijke paaiplaatsen langs de Dordogne en Garonne.
- het bepalen van de beste methode om gevangen dieren te merken. Inmiddels zijn meer dan 2300 dieren gemerkt, waarvan er bijna 900 één of meermaal zijn

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

- terug gevangen.
- het onderzoeken van de reproductietechnieken en het paaien van andere soorten steuren.
 - het vangen van Atlantische steuren in het estuarium en op de rivieren om meer te weten te komen over de biologie en de populatie-dynamica
 - het registreren van alle toevallige vangsten door de binnenvisserij en de zeevisserij. Sinds 1981 zijn al bijna 200 meldingen geanalyseerd van op zee gevangen dieren.
 - het opzetten van samenwerkingsverbanden met landen waar andere steursoorten voorkomen.
 - het opkweken van in gevangenschap gehouden dieren en het uitzetten van jong vissenbroed. In daarvoor aangelegde visvijvers kan men per jaar 100.000 tot 150.000 jonge Atlantische steuren opkweken.
 - het publiceren van een grote hoeveelheid brochures, folders, films en affiches om de problematiek van de Atlantische steur onder de aandacht te brengen van een groter publiek. Met name de vissers zijn intensief ingelicht om te bereiken dat gevangen Atlantische steuren direct na het vangen terug worden gezet in zee.

7.2 Life Nature programma

Inmiddels zijn de Gironde-steuren de enige overgebleven populatie van de Atlantische Steur in West Europa en is het belang van het onderzoeksprogramma uitgegroeid van een regionaal tot een internationaal niveau. In 1993 is het project opgenomen in het LIFE-programma van de EEG. Het programma loopt gedurende 3 tot 5 jaar en is opgedeeld in 4 onderdelen:

1. Het verkrijgen van geslachtsrijpe dieren en het opkweken van uit het ei gekomen jonge Atlantische steur met als doel deze weer uit te zetten.
2. Het inventariseren en waar nodig restaureren van de paaiplaatsen
3. Het volgen van de huidige populatie in de natuurlijke omgeving
4. Het onder de aandacht brengen bij het publiek van de problematiek van de Atlantische steur

Na afloop van het programma in 2000 wil men genoeg informatie hebben om:

1. Een beschrijving en kostenraming te kunnen maken van de ingrepen in het stroomgebied die nodig zijn om de populatie zich te kunnen laten herstellen
2. Een programma van vervolgonderzoek op te kunnen stellen
3. Een internationale conferentie "Acipenser 2000" te kunnen organiseren
4. Een haalbaarheidsstudie op te kunnen zetten naar de herintroductie van de Atlantische steur in andere Franse en West-Europese rivieren aan de hand van literatuurstudie en kaartenstudie. In deze studie moeten dan de sociaal-economische, de hydrologische en de geomorfologische karakteristieken van deze watersystemen aan de orde komen.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

7.2.1 Kweekprogramma

Tussen 1981 en 1991 werden 35 volwassen dieren gevangen. 23 dieren zijn gemerkt en weer losgelaten en de overige worden gehouden als stock voor het kweekprogramma. Zowel in 1981 als in 1985 is het gelukt om een koppel zich succesvol te laten voortplanten. Helaas lukte het niet om de larven in leven te houden vanwege het verkeerde voedsel dat men aan de larven gaf. Om nieuwe teleurstellingen te voorkomen is onderzoek gedaan aan de kweekmethoden van de in de Kaspische Zee levende *Acipenser baeri*. Toen in het voorjaar van 1995 bij toeval kort na elkaar een geslachtsrijp mannetje en vrouwtje werd gevangen, resulteerde dit op 12 juni in een succesvolle bevruchting en dankzij het geschikte voedsel heeft men de larven in leven kunnen houden. Een deel van de jongen heeft men in 3 groepen van resp. 2000, 5000 en 2000 dieren uitgezet, verspreid over de Garonne en de Dordogne. Een ander deel wordt opgekweekt in het onderzoeksinstituut. In de winter en het voorjaar van 1996 zijn enkele exemplaren van deze populatie terug gevangen in het estuarium.

7.2.2 Onderzoek aan de paaiplaatsen

In 1981 heeft men de toen bekende paaiplaatsen in kaart gebracht. Aangezien men nog nooit eieren had gevonden heeft men hierbij de volgende criteria aangehouden:

- het type substraat: zand en grind
- waarnemingen door vissers en omwonenden van paaigedrag
- plaatsen waar in het verleden veel Atlantische steuren werden gevangen

Van de zo gevonden 32 paaiplaatsen waren er in 1980 12 nog in goede staat, 8 bedreigd en 12 in slechte staat. In de jaren daarna is een aantal van deze paaiplaatsen wettelijk beschermd, o.a. door het winnen van grind en zand op deze plaatsen te verbieden. Helaas is de winning van zand en grind op veel plaatsen, ook de beschermde, nog steeds in vol bedrijf.

Inmiddels heeft men ook een inventarisatie van het fluviaatiele deel van de Dordogne en Garonne uitgevoerd. Dit is het deel waar het getij niet meer merkbaar is. Hierbij heeft men de geschikte paaiplaatsen, de geschikte verblijfplaatsen voor de jonge vis, de obstakels in de rivier, de diepte en het substraattype in kaart gebracht over een lengte van meer dan 100 km op de Garonne en 60 km op de Dordogne.

In de Garonne is bij één stuw een vistrap aangelegd. In de Dordogne zijn op 12 plaatsen kuilen in de bodem gegraven om als paaiplaats te dienen. Ook zijn de al eerder geïnventariseerde paaiplaatsen opnieuw beschreven. Men verwacht dat door een betere controle en plaatselijk herstel van paai- en verblijfplaatsen de beide rivieren geschikt blijven voor de Atlantische steur.

7.2.3 Onderzoek aan de populatie in de natuurlijke situatie

Sinds 1981 worden de door de medewerkers van CEMAGREF in het estuarium

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

gevangen dieren gemerkt. Tot 1994 zijn 2331 dieren gemerkt, waarvan er inmiddels 878 één- of meermaal zijn terug gevangen; 765 in het estuarium en 113 op zee. Dankzij een goed opgezette samenwerking met de lokale vissers verkrijgt men veel gegevens over op zee gevangen dieren. Op diverse plaatsen langs de kust heeft men afspraken met zee-aquaria waar vissers gevangen Atlantische steur naar toe kunnen brengen. Zo verkrijgt men jaarlijks enkele dieren. Van de 179 tot 1994 op zee gevangen dieren was ca 65% gemerkt. Aangezien gemerkte dieren eerder gemeld zullen worden dan ongemerkte is dit percentage vermoedelijk aan de hoge kant. Uit vangsten in het estuarium is gebleken dat in 1994 weer een natuurlijke voortplanting had plaatsgevonden. Het was voor het eerst sinds 1988 dat jonge Atlantische steuren werden gevangen. Daarvoor was er een succesvolle natuurlijke voortplanting in 1983. Zeer waarschijnlijk betekent dit dat deze laatste populatie van de Atlantische steur zich niet meer jaarlijks voortplant. Het aantal volwassen dieren dat jaarlijks de rivier op zwemt is zo gering geworden dat de kans op ontmoeting tussen paarijpe dieren blijkbaar erg klein is geworden.

7.2.4 Publiciteit

Exposities en conferenties worden opgezet in de dorpen en steden langs de oever van de Gironde, Dordogne en Garonne om de problematiek van de Atlantische steur onder de aandacht te brengen van zoveel mogelijk mensen. Met het zelfde doel worden informatiebulletins verspreid over scholen in de regio.

Hoofdstuk 8

De Rijn als habitat voor de Atlantische steur

8.1 Vergelijking van de Rijn met de Garonne/Dordogne

In tabel 15 is een vergelijking gemaakt tussen een aantal karakteristieken van de rivieren waar de Atlantische steur nu nog in paait en de Rijn.

Dordogne	Garonne	Rijn	
<i>Stroomgebied</i>			
Lengte	480 km	580 km	13200 km
Stroomgebied	16.000 km ²	55.000 km ²	185.000 km ²
Oorsprong	Centraal Massief		PyreneeënZwitserse Alpen
Belangrijke zijrivieren*	Vezère	Lot, Aveyron, Tarn	Moezel, Main, Neckar
Eerste stuw	Bergerac (210 km)	Agen (270 km)	Shaffhausen (900 km)
<i>Getijden</i>			
Getij dringt door tot	Pessac (170 km)		Casseuil (160 km)Zaltbommel (100 km)**
<i>Debiet gedurende zomerhalfjaar</i>			
Gemidd. maximum	143m ³ (april)		846 m ³ (april)2100 m ³ (april)****
Gemidd. minimum	135 m ³ (aug.)		128 m ³ (aug.)1550 m ³ (sept.)
Extreme topafvoer	1000 m ³ (juni)		4000 m ³ (juni)11.000 (april & juni)
Extreme dalafvoer	65 m ³ (aug.)		56 m ³ (aug.) 900 m ³ (sept)
<i>Watertemperatuur gedurende zomerhalfjaar</i>			
Minimum	9 C (april)	10 C (april)	??
Maximum	25 C (eind juli)	25 C (eind juli)	??
Overschrijding van 20 C	half juni		half juni ??
<i>Zuurstofgehalte</i>			
Oppervlakte	6,0 - 9,0 mg/l		4,5 - 9,5 mg/l8,2 - 11,4 mg/l
Bodem	3,5 - 6,0 mg/l	4,5 - 9,0 mg/l	??
<i>Doorzicht</i>			
Getijdengebied	0,1 m	0,1 m	0,5 - 0,9 m
Rivier	1,5 - 2,4 m	1,0 m	0,5 - 1,2 m
<i>Karakteristieken Stroomgeul</i>			
Maximale diepte rivier	4 - 11 m ***		4 - 18 m *** 4 - 10 m
Stroomsterkte getijdengebied	tot 1,0 m/sec		tot 1,9 m/sec tot 1,5 m/sec
Stroomsterkte rivier	0,3 - 0,9 m/sec		0,4 - 1,5 m/sec0,7 - 2,0 m/sec****

* De zijrivieren van alle 3 de rivieren zijn vanwege stuwen niet bereikbaar voor de Atlantische steur

** Voor de afsluiting van de Haringvliet drong het getij in de Rijn nog door tot Dodewaard (140 km)

*** Door het winnen van grind is de maximale waterdiepte van de rivieren afwijkend van de natuurlijke situatie.

Gewoonlijk loopt de maximale waterdiepte uiteen van 8 tot 12 m in het estuariene deel van de rivieren en 4 tot 8 m

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

in het fluviatiele deel. Plaatselijk zijn er in de Garonne echter kuilen van 18 m diep en in de Dordogne van 11 m diep.

**** In de Duitse Niederrhein bedraagt de gemiddelde afvoer 2260 m³ en is de stroomsterkte iets groter (1,0 - 2,2 m/sec).

8.2 Het zeemilieu: Noordzee en Atlantische Oceaan

8.2.1 Aanpassing aan verblijf op zee

Uit onderzoek van Rochard et al. (1997) blijkt dat de jonge Atlantische steur als ze 2 jaar oud is vanuit het estuarium de zee op gaat. Vanaf dat moment brengen ze het grootste deel van hun leven op zee door. Uit historische gegevens blijkt dat ook op de Noordzee in het verleden veel Atlantische steuren werden gevangen. Het is niet bekend of het om jonge of volwassen dieren ging. Ook in de recente tijd zijn nog enkele Atlantische steuren op de Noordzee gevangen; deze zijn allen afkomstig van de Gironde-populatie.

Als biotoop voldoet de ondiepe Noordzee uitstekend aan de door Rochard et al. (1996) beschreven situatie, waar de meeste dieren op een diepte tussen 20 en 40 meter worden gevangen. Als zodanig is het grootste deel van de zuidelijke Noordzee geschikt voor de Atlantische steur. In het onderzoek van Rochard gaat het bij de onderzochte terugvangsten van gemerkte dieren vrijwel uitsluitend om nog niet geslachtsrijpe dieren. Volwassen dieren worden maar zeer zelden gevangen en dan alleen in diepere zee (ca 80 m). Vrijwel alle op zee gevangen Atlantische steur is gevangen tussen januari en juli. Het is onduidelijk waar de dieren zich gedurende de rest van het jaar ophouden. De mogelijkheid bestaat dat ze dan naar een dieper deel van het continentale plat zwemmen of naar de Atlantische Oceaan waar ze niet worden gevangen. Ook is het mogelijk dat ze zich in een deel van het continentale plat ophouden waar de bodem niet wordt bevestigd, bv waar de bodem rijk aan reliëf is. Het substraat op de bodem van de Noordzee, zand met een meer of minder grote slibfractie, voldoet aan de eisen van de Atlantische steur (zie figuur 24).

Figuur 24. Bodemgesteldheid van de Noordzee.

8.2.2 Bedreigingen voor de Atlantische steur op zee

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

De grootste bedreiging voor de Atlantische steur op zee is waarschijnlijk de intensieve visserij. Van met name de boomkorvisserij is inmiddels bekend dat ze nauwgezet een groot deel van bodem van de Noordzee afkamt en een grote invloed heeft op de visstand in de Noordzee. Met name de grotere vissoorten met een trage reproductie zijn vanwege deze vangsmethode sterk in het nadeel en hebben geen mogelijkheid zich op tijd te vermeerderen. De stand van veel grote vissoorten is dan ook de laatste decennia sterk afgenomen.

In figuur 25 is de mate weergegeven waarin de Noordzee door boomkorvisserij wordt bevangen. Duidelijk is te zien dat in bepaalde delen zeer intensief worden gevestigd (ca ...% van het oppervlak) en dat andere delen niet of nauwelijks worden bevestigd. De delen die gemeden worden zijn die met een stenige of slibbige bodem (oa de Oestergronden ten noorden van Ameland, het centrale deel van de Duitse bocht) en de delen met veel relief.

Figuur 25. Dichtheid aan boomkorvisserij op de Noordzee.

Het is niet duidelijk in welke mate de boomkorvisserij ook de stand van de Atlantische steur zal beïnvloeden. Uit Frans onderzoek (Castelnaud et al, 1991) is bekend dat de onvolwassen Atlantische steuren zich over een groot gebied verspreiden en solitair leven. Circa 65% van alle vangsten op zee is gedaan op meer dan 350 km van de monding van de Gironde. Aangezien al deze dieren jaarlijks bijeenkomen in de Gironde voor de St. Janstrek, betekent dit dat ze deze afstand jaarlijks tweemaal afleggen. De volwassen dieren leven in diepere zee dan de niet geslachtsrijpe dieren. Aangezien maar weinig volwassen Atlantische steuren worden gevangen vermoedt Castelnaud et al. (1991) dat deze dieren naar veel dieper water gaan en alleen in het voortplantingsseizoen vanaf april tot juni naar het ondiepe water komen. In het diepe water zouden de volwassen dieren onbereikbaar zijn voor de visnetten.

Het Franse onderzoeksinstituut CEMAGREF registreert sinds 1981 de vangsten van Atlantische steur op zee. Het blijkt dat 57% van de gevangen dieren sterft (dit betreft niet alleen de visserij met sleepnetten). Ongeveer de helft hiervan wordt gedood in het net en de andere helft doordat de vis wordt meegenomen of wordt opgegeten. Om de sterfte op zee in de netten te verminderen pleit Lepage (1997) er voor visserijvrije zones in te stellen. De Atlantische steur zou met name gebaat zijn bij maatregelen voor de mondingen van de grote rivieren. Om de sterfte door het meenemen en opeten te verminderen pleit hij voor een goede voorlichting aan de

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

vissers.

Behalve de bedreiging die uitgaat van de boomkornetten hebben deze netten tevens als negatief bij-effect dat ze het bentische leven van de zeebodem sterk verstoren. Het is in dit milieu dat de Atlantische steur zijn voedsel zoekt.

8.2.3 Conclusie t.a.v de Noordzee

Bij een herpopulatie van de Atlantische steur in de Rijn zal ook de Noordzee een belangrijke rol spelen. Met name de jonge dieren (2 tot 4 jaar) zullen niet veel verder uitzwermen dan de zuidelijke Noordzee en daar op een gemiddelde diepte van 20 tot 30 m hun voedsel zoeken. In de periode mei tot juli zwemmen ze terug naar het estuarium en maken dan gezamenlijk de St. Janstrek.

Oudere onvolwassen dieren (4 tot 10 jaar) komen ook ieder jaar bijeen voor de St. Janstrek, maar zwerven rond in een groter gebied en verblijven maar een deel van de tijd (de periode voor de trek van januari tot april) in de ondiepere zee (tot 65 m). Buiten die periode zoeken zij de diepere zee op, voorbij de 100 meter dieptelijn.

Volwassen dieren zullen de Noordzee alleen gebruiken op weg naar en terug vanaf het estuarium, waar ze in mei samenkomen voor de paaitrek de rivier op.

Op zee is de intensieve boomkorvisserij voor de op de bodem foeragerende Atlantische steur de grootste bedreiging. Wanneer de kans gevangen te worden groot is zijn met name vissoorten zoals de Atlantische steur, met een trage reproductie, in het nadeel omdat zij geen mogelijkheid hebben zich op tijd te vermeerderen. Mogelijk dat de Atlantische steur de dans nog enigszins ontspringt omdat zij zich over een groot deel van de zee verspreiden, grote afstanden afleggen en zich wellicht vooral in gebieden met een slibrijke bodem ophouden.

8.3 Het estuarium van de Rijn

8.3.1 De noodzaak van brakwaterzones

Voor de Atlantische steur, maar waarschijnlijk ook voor andere trekvisseren, speelt de zone van brakwater in het mondingsgebied van een rivier een belangrijke rol. De volwassen dieren acclimatiseren er alvorens ze de rivier opzwemmen naar de paaigronden. Deze osmoregulatie is nodig om de overgang van zout naar zoet te kunnen maken. Van soort tot soort varieert de minimale benodigde tijd voor osmoregulatie van enkele dagen tot enige maanden. Zo is uit onderzoek gebleken dat de Zeeforel aan enkele dagen voldoende heeft. Van andere soorten zijn de gegevens niet eenduidig. Over de Atlantische Steur is bekend dat de oudere dieren zich snel aanpassen en het proces lijkt op dat van de Zalm. Jongere dieren die vanuit het zoete water naar zee zwemmen hebben meer tijd nodig (Magnin 1962).

Ook voor de jonge Atlantische steur is de brakwaterzone van belang. De jonge dieren verblijven de eerste 2 levensjaren in het estuarium en zwemmen dan

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

regelmatig van zoet naar brak en zout en terug (Rochard et al, 1997). Voor hen is een geleidelijke overgang van zoet naar zout dan van belang. De dieren zijn echter al na 1 jaar in staat zich aan te passen aan hoge zoutgehalten (25‰). Deze jonge dieren zijn ook in staat zich dagelijks vier maal aan te passen aan de sterk schommelende zoutgehalten gedurende eb en vloed.

Ook voor andere organismen die leven in de brakwaterzone en voor fysisch chemische processen is de geleidelijke overgang van zoet- naar zoutwater belangrijk. Met de aanleg van de Deltawerken in het mondingsgebied van de Rijn is het areaal aan brakwatergebied sterk afgenomen. De grote zeegaten zijn veranderd in meren gevuld met zoet- of zoutwater en de dammen fungeren als harde grenzen. Processen zoals sedimentatie en erosie zijn veranderd en de flora en fauna van het gebied zijn sterk gewijzigd.

Voor zoetwatervissen die in de winter tijdens koud weer de diepe wateren van het estuarium opzoeken, is de brakwaterzone een gebied waar ze als het ware gewaarschuwd worden voor het verderop gelegen zoute water. De stroomafwaartse trek stopt als ze het zoute water ruiken. In het geval van het Haringvliet ruiken ze dit tijdens of na het spuien pas als ze op zee zijn, en dan is het te laat.

8.3.2 Doorlaatbaarheid/toegankelijkheid van de Nederlandse kust

Het mondingsgebied van de Rijn kenmerkte zich tot in de eerste helft van deze eeuw door een wijd vertakt estuarium in het westen van Nederland. Nadat in 1950 als eerste de Brielse Maas van zee werd afgesloten zijn vervolgens de Haringvliet, Grevelingen en Krammer Volkerak afgesloten. De Oosterschelde heeft een open verbinding met zee behouden, maar Rijnwater kan dit deel van het estuarium niet meer bereiken vanwege de tussenliggende Philipsdam en Hellegatsdam. De enige open verbinding die de Rijn nog met de Noordzee heeft is via de Nieuwe Waterweg en het is via deze weg dat een groot deel van het Rijnwater naar zee stroomt. Bij grotere waterafvoeren wordt een deel van het Rijnwater gespuid via de sluizen in de Haringvlietdam. De stroomsterkte van het water is daar dan zo groot en de wijze van spuien zodanig dat vissen niet of nauwelijks in staat zijn door de sluizen naar binnen te zwemmen. Wel kunnen ze er door naar buiten, de overgang van zoet naar zout is dan echter zeer abrupt. Een relatief klein deel van het Rijnwater stroomt via de IJssel naar het IJsselmeer. Het IJsselmeer is met de afsluitdijk afgesloten van de Waddenzee, maar het spuibeheer van de sluizen is aangepast aan de vis die vanaf zee naar het IJsselmeer wil zwemmen.

De enige continu open verbinding die trekvisseren zoals de Atlantische steur ter beschikking hebben om de Rijn op te zwemmen vanaf de Noordzee is daarom de Nieuwe Waterweg. Via de Nieuwe en de Oude Maas en vervolgens de Beneden en Boven Merwede is er een open verbinding naar de Waal en de Rijn. Ook kunnen vissen via het Spui en de Dordtse Kil in het Haringvliet, het Hollands

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Diep en de Biesbosch komen en vanaf daar naar de Maas of de Waal zwemmen. Vanaf de Nieuwe Maas kunnen ook de Hollandse IJssel en de Lek worden bereikt; deze zijn echter na resp. 20 en 40 km door stuwen afgesloten. Ook de Maas is vanaf Lith afgesloten met stuwen. Bij de stuwen in de Lek en de Maas zijn enkele jaren geleden vistrappen aangelegd, deze zijn echter niet gebouwd voor grote vissen (langer dan ca 1,5 m).

In 1996 is door het RIZA een onderzoek opgezet om de intrekmogelijkheden van trekvissen, m.n. Zeeforel, te meten. Tot begin 1998 werden ca 175 vissen op de Noordzee buitengaats de Haringvlietdam van zenders voorzien. Via kabels die op 13 plaatsen in de riviertakken zijn neergelegd kunnen de dieren individueel worden getraceerd. Van het grootste deel (60%) van de dieren die introkken was het zeker dat ze via de Nieuwe Waterweg zijn gezwommen. Via Nieuwe of Oude Maas zwommen ze vervolgens het zoete water op. Opvallend is dat de meeste dieren vervolgens via de Dordtse Kil en Nieuwe Merwede naar de Waal zwommen en niet rechtstreeks via de Beneden Merwede. Vermoedelijk speelt de stroming hierbij een rol. Een deel van de zeeforel ging via de Amer de Maas op; 2 exemplaren hiervan werden bij Stevensweert in de Grensmaas getraceerd. Er zijn ook dieren die via de Haringvlietsluizen, tegen het spuiwater op, het estuarium zijn ingezwommen. Een aantal dieren kon tot in Duitsland (Xanten) en 1 exemplaar tot bij de stuw van Iffezheim in Frankrijk worden gevolgd. Deze stuw ligt 700 km van de monding en is het verst bereikbare punt dat de Rijn kan worden opgezwommen (RIZA, 1996 t/m 1998).

Figuur 26. Situatie in het estuarium van de Rijn in 1950 (kaartje uit Baptist e.a. 1988).

Kaart 27. Situatie in het estuarium van de Rijn in 1995 (idem)

8.3.3 Het Rotterdams Havengebied, het enige overgebleven brakwatergetijdengebied in de monding van de Rijn.

Het enige brakwatergebied in de huidige delta van de Rijn bevindt zich in de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal. In de rond 1863 gegraven Nieuwe Waterweg bevindt zich een zout - zoet gradiënt en het waterpeil staat onder

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

invloed van het getij. Wat de fysisch-chemische karakteristieken betreft kan de Nieuwe Waterweg gekarakteriseerd worden als een brakwater ecosysteem (Eertman, 1996).

In november 1997 is in de Beerdam (gelegen op de Maasvlakte) een opening gemaakt. Zoutwater kan vanaf de Noordzee via het Beerkanaal door deze opening het Hartelkanaal instromen. In dit kanaal heeft zich een geleidelijk aflopende zoutgradiënt ingesteld omdat de aanvoer van zoetwater vanaf de Oude Maas door het Hartelkanaal slechts 15% van het totaal is. Het brakwatergebied in de Rijnmond is door deze ingreep aanzienlijk vergroot. Ook zal de getijdenslag en daarmee de oppervlakte intergetijdengebied in het achterland (Biesbosch) er iets groter door worden.

Hieronder is een vergelijking gemaakt tussen de Nieuwe Waterweg en andere brakwatersystemen: de Eems-Dollard in Noord Nederland, de Westerschelde in Zuid Nederland (gegevens uit Eertman, 1996) en de Gironde in Zuidwest Frankrijk (Magnin, 1962) (Willot, 1989).

Saliniteit

De saliniteit wordt bepaald door de wisselwerking tussen Noordzeewater en zoet water van de Rijn en, in mindere mate, de Maas. De saliniteit in het water neemt tussen Hoek van Holland en de monding van de Oude Maas af van 35‰ tot 2‰. Een klein deel van het zout dringt nog verder door via de Nieuwe Maas tot bij Brienoord en via de Oude Maas tot bij Spijkenisse. In figuur 3A is het verloop van de saliniteit in de Nieuwe Waterweg weergegeven (Eertman, 1996). De zoutgradiënt begint direct bij de monding van de rivier en verloopt veel steiler dan in een natuurlijk estuarium (figuur 28B) is het gevolg van de relatief grote aanvoer van zoet rivierwater die het zoute zeewater tegenhoudt. Vanwege de grote diepte van de vaargeul (25 meter) kan het zoute water relatief makkelijk de Nieuwe Waterweg binnen dringen en komt het verder dan in een natuurlijke riviermonding (zie ook figuur 1 voor de situatie in 1950 voor de verdieping). Het Rijnwater wordt voor het grootste deel via de Nieuwe Waterweg geleid en dient daarmee als tegenwicht tegen het indringende zoute water.

De Gironde heeft een geleidelijk verlopende saliniteitsgradiënt. Het zoute water dringt tot ca 50 km het estuarium binnen (Les Callonges ca 5‰). Vanaf het splitsingspunt tussen Garonne en Dordogne dringt een kleine hoeveelheid zout de rivieren op: op 15 km vanaf dit punt is het zoutgehalte ca 10 mg/l. Dit is bij opkomend getij, bij afgaand tij is het gehalte, afhankelijk van de rivierafvoer veel lager. In de monding nabij Mortagne varieert het zoutgehalte van 7 tot 23 ‰ afhankelijk van het getij.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Figuur 28A en 28B Het verloop van de saliniteitsgradiënt in (A) de Nieuwe Waterweg\Nieuwe Maas en (B) de Westerschelde (Eertman, 1996).

Getijverschil

Het getijverschil in de Nieuwe Waterweg bedraagt 1.6 - 1.8 m. Dit is iets minder dan andere systemen zoals de Eems-Dollard (2.3 - 3.0) en de Westerschelde (3.8 - 4.5). Het intergetijdengebied is daarom relatief klein, ook vanwege de inpoldering in het verleden van gorzen en platen langs de Oude en Nieuwe Maas. Het getij dringt op de Waal door tot bij Zaltbommel, ca 90 km vanaf de Noordzee. Voor de afsluiting van het Haringvliet was dit nog 35 km verder tot Dodewaard.

In de Gironde bedraagt het getijverschil 3,5 tot 5,5 m en het dringt door tot ca 150 km vanaf zee de rivieren op. Op de Garonne is dit tot ca 60 km bovenstrooms van Bordeaux. Langs de Gironde is er een uitgestrekt intergetijdengebied en langs de beide rivieren zijn er langs de oevers smalle stroken droogvallende slikken.

Stroomsnelheid

De stroomsnelheid varieert van 5 tot 110 cm/sec en is iets geringer dan in de Eems Dollard (tot 140 cm/sec), de Westerschelde (tot 156 cm/sec) en de Gironde (tot 180 cm/sec).

Diepteverdeling

De diepteverdeling in de Nieuwe Waterweg is sterk door de mens beïnvloed. Er is geen sprake van een watersysteem met talloze geulen en ondiepe, deels droogvallende platen zoals in Westerschelde, Eems-Dollard en Gironde. Daarentegen is er één diepe geul over een groot deel van de breedte van de rivier. Langs de oever neemt de diepte af tot ca -1.5 m. Tussen de kribben bevinden zich wel ondieptes met een zandige of slijkige bodem en zijn er stroomluwe plaatsen. Slechts een klein deel van deze oevers valt droog en alleen nabij Rozenburg is een deel van deze oever begroeid. Op slechts enkele plaatsen, zoals bij Heijplaat, is er een zandstrand langs de oever. Ook in het onlangs aangesloten Hartelkanaal komt geen intergetijdengebied voor en de minste waterdiepte is ook bij eb groter dan 1.5 m. De diepteverdeling in de Gironde is slechts weinig door de mens beïnvloed: langs de oostelijke oever liggen enkele inpolderingen en langs de westelijke oever is een scheepvaartgeul uitgebaggerd (diepte 8 tot 10 m). Op enkele plaatsen wordt grind en zand gewonnen. De diepte in een groot deel van het estuarium is natuurlijk en varieert van 4 tot 8 (-12) meter. Langs de oevers zijn er uitgestrekte droogvallende slikken en zandplaten.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Zuurstofgehalte

De zuurstofconcentratie is doorgaans hoog (> 8 mg/liter) en wijkt niet af van de andere watersystemen. Lage gehalten (<4,5 mg) worden sporadisch gemeten en duren meestal niet lang. In de Gironde ligt de zuurstofconcentratie ook tussen 8 en 9 mg/l. In het zoetwatergetijdengebied is het er lager (7,5 mg).

pH

pH-waarden is in alle watersystemen ongeveer gelijk en varieert van 7,8 tot 8,2

Chlorophyl-a gehalte

De concentratie Chlorofyl-a is vergelijkbaar in de Nederlandse watersystemen en varieert van 1 microgram in de winter tot maxima van 30 a 50 in de zomer.

Zwevende stof

De hoeveelheid zwevende stof bedraagt gemiddeld 20 mg/l en varieert van 5 tot 145 mg/l. Dit is vergelijkbaar met de Westerschelde (10 tot 160) en de Eems-Dollard (5 tot 100). Het doorzicht van het water neemt naar zee gaande langzaam toe van 0.5 meter tot 0.9 meter zicht. In de Gironde, met name in het zoetwatergetijdengebied, is het gehalte aan zwevende stof een factor 10 hoger en varieert van 100 tot 1000 mg per liter. Het doorzicht is in het zoetwatergetijdengebied soms minder dan 10 cm. De waarden in de Westerschelde en de Nieuwe Waterweg zijn normaal voor estuaria waar rivieren in uitmonden; in de Gironde is het gehalte vrij hoog.

Nutriënten

De concentratie opgeloste nutriënten (Si, P en N) zijn in de Nieuwe Waterweg hoog en vergelijkbaar met de situatie in het oostelijk deel van de Westerschelde en de Eems-Dollard.

Watertemperatuur

De variatie in watertemperatuur is in de Nederlandse wateren is vergelijkbaar met de Gironde; de watertemperatuur in Frankrijk is 3 tot 5 graden hoger: Nieuwe Waterweg 4 tot 21C, Westerschelde 5 tot 20 C en Gironde 8 tot 25 C.

Debiet en saliniteitsverloop

Het watersysteem van de Nieuwe Waterweg, Hartelkanaal en Nieuwe en Oude Maas wordt gekenmerkt door een hoge mate van menselijke beïnvloeding (rechte contouren en harde oevers). Voor de ecologische potentie moeten in eerste instantie de fysisch-chemische karakteristieken worden bekeken. Wanneer een systeem wordt gezocht dat als referentie kan dienen voor de ecologische ontwikkelingsrichting dan is de Westerschelde het meest voor de hand liggend. Beide lijken veel op elkaar, behalve dat de saliniteitsgradiënt afwijkt. In de

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Nieuwe waterweg is deze minder geleidelijk dan in de Westerschelde. De brakwaterzone in de Nieuwe Waterweg is niet veel langer dan ca 10 km. Belangrijkste oorzaak hiervoor is de hoeveelheid rivierwater die door het gebied stroomt. Bij de Westerschelde is dat 50 tot 180 m³ per seconde en bij de Rijn is het gemiddeld 2200 m³ (minimaal 900 m³ en maximaal 15.000 m³). De Gironde neemt met een rivierafvoer variërend van 300 tot 1200 m³ (maximaal 5000) een tussenpositie in.

In de Westerschelde kunnen zoet en zout goed mengen vanwege de veelheid aan platen en geulen. In de Nieuwe Waterweg is dat niet het geval, zoet rivierwater stroomt er over het zoute zeewater. Vanwege de variatie in de hoeveelheid zoetwater die wordt aangevoerd varieert de saliniteit op een punt ook aanzienlijk. In de Gironde is de menging minder goed dan in de Westerschelde, maar beter dan in de Nieuwe Waterweg. Er is in de Gironde een groot verschil in zoutgehalte tussen de westelijke oever en de oostelijke oever, het zoute water dringt het estuarium in langs de westoever (via de scheepvaartgeul), terwijl het rivierwater vooral langs de oostoever stroomt. De Atlantische steur in het estuarium houdt zich vooral op langs de oostelijke oever.

Wanneer het beheer van de Haringvlietsluizen verandert (zie hieronder) zal meer Rijnwater via de Haringvliet en minder via de Nieuwe Waterweg naar zee stromen. Zoutwater kan dan in de Nieuwe Waterweg verder landinwaarts doordringen en er zal zich een brakwatergebied vormen in een groter deel van zowel de Nieuwe als de Oude Maas. Berekeningen laten zien dat de saliniteit bij Spijkenisse dan tot 9‰ kan oplopen. Waarschijnlijk zal ook het verloop van de saliniteit dan geleidelijker zijn. Met name de Oude Maas is van belang als brakwatergetijdengebied omdat de oevers hier voor een deel uit slikplaten bestaan die bij vloed overstromen en ook zijn er enkele slenken.

8.3.4 Waterkwaliteit in het Rotterdams Havengebied

De vervuilingsgraad van het water kan een beperkende factor zijn voor migrerende vissoorten. Het is bekend dat te hoge concentraties van bepaalde verontreinigingen worden gemedend door trekkende vissen. Ook koelwaterlozingen of hoge temperaturen worden gemedend door deze vissoorten; onderzoek aan de Zalm heeft dit uitgewezen. Het Rotterdams havengebied is een van de gebieden die berucht zijn vanwege de watervervuiling die er in het verleden optrad. In het kader van het project “Ecologisch herstel Rijn en Maas” (EHR) is er veel aan gedaan om de vervuiling terug te dringen. Uit Sonneveldt (1997) blijkt dat de situatie zeer sterk is verbeterd. De concentratie van de meeste vervuilende stoffen worden in het havengebied niet verhoogd ten opzichte van de concentratie in het aangevoerde water. De concentratie van opgelost cadmium is wel verhoogd (0,11 µg/l in Maassluis tov 0,10 µg/l in Lobith), maar blijft ruimschoots onder de laagst bekende vermijdingsconcentratie voor zalmachtigen (50 µg/l). Van de andere zware

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

metalen is de concentratie opgelost zink vrij hoog (15 ug/l), iets minder dan 50% van de laagst bekende vermijdings concentratie en de concentratie opgelost koper (5,0 ug/l) ligt er ruim boven. De natuurlijke achtergrondconcentratie in de Rijn van opgelost koper is echter zo hoog dat ze al ruim boven de laagst bekende vermijdingsconcentratie ligt.

Bij lozingspunten is de concentratie aan vervuilende stoffen veelal hoog en vormt zich langs de oever een lozingspluim. Als gevolg van de waterbeweging door het getij wordt het geloosde water echter zeer sterk verdund.

In enkele havens, bv de Eemhaven, is de temperatuur van het water enkele graden verhoogd a.g.v thermische lozingen. Op de rivier echter is de invloed op de temperatuur echter nooit groter dan 0,4 graden, hetgeen ruimschoots onder de kritische grens van 1 graad ligt.

8.3.5 Visvoedsel in de Nieuwe Waterweg en Oude Maas

Het voedsel van de Kaspische Steur in de rivierdelta van de Wolga wordt gevormd door macrofauna: steurgarnalen, slijkgarnalen en vlokreeften. Deze dieren zijn hooguit 2 cm lang en komen ook algemeen voor in de Rijndelta. Dichtheden van het potentiële voedsel in het benedenriviereengebied zijn weergegeven in het figuur 29. Deze gegevens zijn bewerkt vanuit het MWTL onderzoek, uitgevoerd in 1995 in de Rijntakken.

Figuur 29. Dichtheden van de macrofauna op stenen in de Nieuwe Merwerde (NM), Oude Maas (OM) en Nieuwe Waterweg (NW) in 1995 (bron ongepubl. Gegevens Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands).

Uit de figuur blijkt dat de kreeftachtigen in het gehele riviertraject (km. 964 - 1029) de dominante groep zijn. Stroomafwaarts neemt hun aandeel in de totale macrofauna toe. De dichtheden nemen echter abrupt af tussen km. 983 en km. 990 in de Oude Maas (Heijenoordtunnel). Of dit negatieve gevolgen zou kunnen hebben voor de Atlantische steur, is hieruit niet af te leiden aangezien normaal waarden van het voedsel van de Atlantische steur niet bekend zijn. Tevens voorziet het monitoringsonderzoek niet in een kwantitatieve bemonstering van andere substraten dan stenen.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

8.3.6 Waar ligt voor de macrofauna de overgang tussen zoet, brak en zout?

Op basis van enige kreeft-achtigen kan een vrij duidelijk beeld worden verkregen van de belangrijke overgangsgebieden voor de macrofauna.

Tabel 16. Samenstelling van algemene kreeft-achtigen in Oude Maas (OM) en Nieuwe Waterweg (NW)

De meest voorkomende groep kreeft-achtigen zijn de slijkgarnalen (*Corophium* spp.). *C. curvispinum* is de Kaspische slijkgarnaal die nog geen 10 jaar geleden voor het eerst in Nederland is waargenomen. Momenteel is het de meest voorkomende soort op hard substraat in de Rijntakken. Deze zoetwatersoort tolereert zwak brak water, maar laat verstek gaan als het zoutgehalte toeneemt. In tabel 16 ligt de grens tussen zoet en zwak brak tussen km. 983 en 990. *C. multisetosum* en *C. lacustre* zijn typische brakwatersoorten die in het zoete water en in de zee niet voorkomen. Blijkbaar begint het brakke gebied voor deze soorten vooral tussen km. 1001 en km. 1016, waar deze soorten talrijk voorkomen. Een volgende overgang van het brakke naar het zoute water kan gelokaliseerd worden tussen km 1020 en 1029 waar de zeepok *Balanus improvisus* de dominante kreeftachtige wordt.

8.3.7 Sluisbeheer Haringvlietsluizen

De Haringvlietsluizen zijn spuisluisen voor zoet water. Het water is afkomstig van de Rijn en voor een kleiner deel van de Maas. Het spuibeheer is alleen gericht op het lozen van water en de stroming is tijdens het spuien meestal zo groot dat vissen niet naar binnen kunnen zwemmen. In het zomerhalfjaar, als de aanvoer van zoetwater gering is, staan de sluisen soms gedurende langere tijd dicht. Ook tijdens springvloed en stormvloed blijven de sluisen soms dicht. De Voordelta, het zeegebied voor de Haringvlietdam tussen de Maasvlakte en Goeree, raakt dan geheel gevuld met zout water. Tijdens het spuien vult de Voordelta zich in meer of mindere mate met zoet water. Vanwege het onregelmatige karakter van de zoetwaterinflux kan zich hier geen permanent brakwatergebied vormen met een naar zee toe geleidelijk toenemende saliniteit.

Het is te verwachten dat binnen enkele jaren de Haringvlietsluizen een ander spuibeheer krijgen. Door Rijkswaterstaat is in 1998 een Milieu Effect Rapportage (MER) uitgewerkt waarin de volgende varianten worden besproken:

- gebroken getij; bij 2000 tot 4000 m³ rivieraanvoer staan de sluisen open op

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

1800 m³. Bij een debiet tussen 1700 en 2000 m³ staan de sluizen alleen bij eb open met een kleine opening. Bij een debiet onder 1700 m³ slaan de sluizen dicht. Dit betekent dat de sluizen nu in de zomer langere tijd dicht staan.

- gedempt getij; sluizen staan gedurende 95% van de tijd open op 2000 m³. Alleen bij minder dan 1000m³ aanvoer (bij Lobith) gaan ze dicht.
- beheer als stormvloedkering; sluizen staan 99,5% van de tijd open op 6000 m³. Alleen bij overstromingsgevaar gaan ze dicht.

Omdat men verwacht dat ook bij een positief besluit het vanwege de noodzakelijke maatregelen nog wel enige tijd kan duren voordat de sluizen open gaan, is ook een tijdelijke variant bedacht. Bij deze variant gaan de sluizen op een kier waardoor intrek van vis mogelijk is en zich een klein brakwatergetijdengebied kan instellen. Behalve zoetwater vanaf de rivier kan bij het, gedeeltelijk, openen van de sluizen dan ook zout- en brakwater vanaf zee de Haringvliet instromen. Trekvisser kunnen ongehinderd vanaf zee de Rijn en Maas op- en afzwemmen. Afhankelijk van de optie waarvoor wordt gekozen kan zoutwater tot uiterlijk iets voor het eiland Tiengemeten naar binnen dringen, waardoor een groot brakwatergetijdengebied kan ontstaan. Omdat de uitstroom van water minder onregelmatig is zal ook de Voordelta gedeeltelijk gevuld raken met brakwater. De afmetingen van het zo ontstane brakwatergetijdengebied zijn van een orde van grootte die vergelijkbaar is met de voor 1950 aanwezige brakwatergebieden in het estuarium. Het getijverschil in het Haringvliet zal van 30 cm nu weer oplopen tot 70 cm à 100 cm, afhankelijk van de gekozen opening. Het oppervlakte intergetijdengebied zal weer groter worden en processen als geul- en plaatvorming zullen een nieuwe impuls krijgen.

8.3.8 Het beheer van het Krammer Volkerak

Een derde brakwatergebied bevond zich voor de afsluiting van het Zeeuws-Zuid Hollands estuarium in de Krammer Volkerak. Een deel van het Rijnwater stroomde via het Hollands Diep het Volkerak binnen om daar te mengen met zout water dat vanaf de Grevelingen en de Oosterschelde het Krammer instroomde. Na de aanleg van de Hellegatsdam in het noorden en de Philipsdam in het zuiden is het Krammer Volkerak geheel afgesloten voor zowel de aanvoer van Rijnwater als zeewater. Het zo ontstane zoetwatermeer wordt gevoed door regenwater en twee kleine Brabantse beken. Rijnwater wordt niet ingelaten en het overtollige regenwater wordt via de sluizen in de Hellegatsdam in het Hollands Diep gespuid. Hoewel er voor het Krammer Volkerak nog geen plannen bestaan zoals voor het Haringvliet, kan ook in dit systeem de waterhuishouding zodanig worden gewijzigd dat nieuwe brakwatergebieden ontstaan.

Door een bepaalde hoeveelheid Rijnwater via het Krammer Volkerak naar de Oosterschelde te laten stromen is het mogelijk in het noordelijk deel van de Oosterschelde (het Zijpe en het Mastgat) een brakwatergebied te creëren.. Wanneer de Westerschelde als voorbeeld dient dan is een hoeveelheid van ca 100 m³ per seconde gedurende de periode dat het eb is voldoende om een vrij uitgebreid

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

brakwatergetijdengebied te laten ontstaan. Tevens wordt hierdoor de aanvoer van nutriënten naar de Oosterschelde hersteld. Sinds de afsluiting van de Philipsdam is het gehalte aan de nutriënten P, N en Si namelijk sterk gedaald (Eertman, 1996). Door de sluizen ook bij geringe stroming nog open te laten staan (vgl. sluizen in de Afsluitdijk) kunnen trekvisen in- en uitzwemmen.

Figuur 4. Mogelijke toekomstige situatie in het estuarium van de Rijn; alle herstelmogelijkheden voor (brakwater)getijdengebieden zijn afgebeeld.

8.3.9 Sluisbeheer Afsluitdijk en mogelijkheden brakwaterzone in het IJsselmeer

De sluizen in de Afsluitdijk zijn in eerste instantie aangelegd om overtollig zoetwater vanuit het IJsselmeer te spuien in de Waddenzee. Het zoete water in het IJsselmeer is voor een deel neerslagwater en voor een ander deel Rijnwater dat via de IJssel instroomt. Het spuien vindt plaats bij laagwater en het water stroomt dan met zo'n kracht naar buiten dat vis niet in staat is er tegenin te zwemmen. In het kader van het internationale project "Zalm 2000" om de Zalm weer terug te laten keren in de Rijn en haar zijrivieren is het sluisbeheer van de sluizen aangepast (Dekker, 1996). Sinds 1991 staan de sluizen langer open om migrerende vis in staat te stellen bij lagere stroomsnelheid naar binnen te zwemmen.

Het aangepaste sluisbeheer lijkt het gewenste resultaat te hebben. Trekvisen zwemmen vanuit het brakke getijdenwater naar het zoete stilstaande water. De dieren blijken in staat te zijn om deze plotselinge overgang te overbruggen. Dekker (1996) verzamelde o.a. forel, Zalm, Prik en Fint als bijvangsten van IJsselmeervissers. Deze vissen waren afkomstig van de Noordzee en verbleven kortere of langere tijd op het IJsselmeer. Het was niet duidelijk in hoeverre de verschillende soorten op weg waren naar of terugkeerden van in het rivierengebied gelegen paaiplaatsen. Het vermoeden bestaat dat het bij de forel om elders, bijvoorbeeld in Deense rivieren, uitgezette vissen gaat. Zij komen in het IJsselmeer als 20 tot 30 cm grote dieren en groeien er 2 jaar op, om het gebied dan weer te verlaten. Zij spelen dus geen rol in het Rijnsysteem, maar zouden dat op termijn wel kunnen gaan doen als de rivier er beter voor ingericht is; dat wil zeggen beter bereikbare paaiplaatsen en voldoende opgroeimogelijkheden voor jonge vis (mond. med. Dekker).

Ook werden 3 Sterlets (*Acipenser c.f. ruthenus*) gevangen in fuiken op het IJsselmeer; hiervan is ook niet bekend of ze trekkend waren tussen IJsselmeer en de Rijn of dat ze al langere tijd in het IJsselmeer leefden. Wel zeker trekkend zijn vanuit zee afkomstige platvisen die het IJsselmeer opzweemmen om er te paaien.

Het zoete water dat de Waddenzee instroomt mengt zich met het zoute zeewater. De instroom van zoetwater is te onregelmatig om in dit deel van de Waddenzee

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

een brakwatergetijdengebied te ontwikkelen. De saliniteit op één plaats is daarvoor aan te grote schommelingen onderhevig.

Bij vloed zijn de sluisen dicht en zout water kan het IJsselmeer niet binnendringen. Een verder aanpassing van het sluisbeheer, waarbij zoutwater ook het IJsselmeer instroomt, is in principe mogelijk. Voor de kust van Friesland of Noord Holland kan zich dan een brakwatergebied ontwikkelen.

8.3.10 Het zoetwatergetijdengebied

Het verst van de zee afgelegen deel van het estuarium was ook voor de afsluiting van de zeegaten al gevuld met zoetwater. Het getij had ook op deze wateren zijn invloed en het getijverschil liep op tot 3 meter in de Biesbosch. Behalve in de Biesbosch lagen ook langs het Hollands Diep, de Oude Maas, de Nieuwe Maas en de Lek uitgestrekte intergetijdengebieden die dagelijks twee maal met zoet water overstromden. Na de voltooiing van de Deltawerken kan alleen via de Nieuwe Waterweg nog een sterk verminderd resttij het gebied bereiken en het intergetijdengebied is daarom gedecimeerd (zie figuur 26 en 27). Grote delen van het voormalige, dagelijks overstromde gebied zijn begroeid geraakt met wilgenbos, rietland of grasland. De krekken waar vroeger het water door in- en uitstroomde zijn drooggevallen of zijn gevuld met vrijwel stilstaand water. Tenslotte verlanden de meeste krekken omdat het slib uit het slibrijke rivierwater er bezinkt.

Ondanks de grote veranderingen die hebben plaatsgevonden in het zoetwatergetijdengebied is het systeem nog voor een deel intact:

- Er is nog een klein getijverschil van 40 tot 70 cm. Met name in de Biesbosch en langs de Oude Maas, maar ook langs de Nieuwe Maas en de Lek zijn er nog kleine bij eb droogvallende terreinen. In het Zuid Hollandse deel van de Biesbosch is een begin gemaakt met ontpolderen, zodat bij vloed het water deze polders kan overstromen. Het areaal aan intergetijdengebied zal hierdoor weer groter worden. Bij een ander beheer van de Haringvlietsluizen zal de getijslag opnieuw groter worden en daarmee het zoetwater-intergetijdengebied.
- Er is nog een groot areaal aan water, uiteenlopend van ondiep tot diep. De onderwaterbodems zijn deels zandig, deels kleilig en soms bestaan zij uit grind (met name in de Oude Maas).
- Een groot deel van de oevers, met name in de natuurgebieden, is niet met stortsteen versterkt en is begroeid met riet of wilgen en plaatselijk zijn er kleine zandstrandjes.

Wanneer het beheer van de Haringvlietsluizen verandert en zeewater weer ongehinderd naar binnen kan stromen zal de getijslag in het zoetwatergetijdengebied aanzienlijk worden vergroot. Afhankelijk van de gekozen variant bedraagt het ca 80 tot 120 cm. Het areaal aan droogvallende platen zal daardoor toenemen, maar ook zal zich in de geulen stroming

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

herstellen, waardoor er weer zandige bodems zullen ontstaan. Voor de foeragerende Atlantische steur kan dit van groot belang zijn.

8.3.11 Mogelijke paaiplaatsen in het zoetwatergetijdengebied

Het is niet duidelijk in hoeverre de Atlantische steur in het verleden in de waterwegen in het westen van Nederland heeft gepaaid. In de diepe met zoetwater gevulde geulen van Biesbosch, Oude Maas, Hollands Diep, Amer en Nieuwe Merwede moet dit in principe mogelijk zijn geweest. De bodem bestond er uit zand of grind en er was voldoende stroming in het water. Na de afsluiting van de Haringvliet is veel slib bezonken in de geulen in de Biesbosch, Amer en Hollandsch diep zodat deze gebieden definitief lijken te zijn afgefallen als paaiplaats. In de Nieuwe Merwede en de Beneden Merwede is na de afsluiting veel zand bezonken, maar deze riviertrajecten lijken vooralsnog geschikt. De beddingen van de Oude Maas, de Dordtsche Kil en Noord hebben zich de laatste decennia verdiept en bestaan deels uit grind (Dreumel, 1995). Als paaiplaats komt deze riviertrajecten dan ook in aanmerking.

8.3.12 Mogelijke betekenis van zoet- en zoutwatermeren bij de kust

De in het Rijn- en Maasestuarium gelegen grote meren (Volkerakmeer, Grevelingenmeer, Zoommeer en IJsselmeer) kunnen een rol spelen in de levenscyclus van de Atlantische steur. Het zou dan vooral gaan om de jonge dieren, aangezien de volwassen dieren alleen het binnenland inzwemmen om er op de rivieren te paaien. Jonge Atlantische steur verblijft de eerste 2 jaar van zijn leven in het estuarium. Bekend is uit het Gironde estuarium dat de dieren enkele malen vanuit het zoete deel van het estuarium naar het zoute deel zwemmen en soms ook op zee verblijven. Het is niet duidelijk of de jonge dieren in staat zijn hun eerste levensjaren geheel in het zoete water door te brengen. In dat geval zouden het IJsselmeer, het Volkerakmeer en het Zoommeer een geschikt opgroei gebied zijn. Van belang is dan wel dat de vissen ongehinderd in- en uit kunnen zwemmen.

Het Grevelingenmeer is minder geschikt voor de jonge Atlantische steur omdat het gevuld is met zoutwater (saliniteit ca 17‰). Het is momenteel niet bereikbaar voor vis omdat slechts sporadisch zoutwater wordt ingelaten en brakwater wordt gespuid. Wellicht zouden onvolwassen Atlantische steuren, die vanaf hun 4e levensjaar lange tijd op zee verblijven, er kunnen overleven. Zij kunnen dan in het Grevelingenmeer worden uitgezet en er opgroeien tot ze volwassen zijn, waarna ze de rivier op worden gelaten om er te paaien. Daarna kunnen ze wel naar zee vertrekken en aan de gewone cyclus meedoen. Voor in ieder geval een deel van de populatie zou hiermee het risicovolle verblijf op zee als onvolwassen, nog niet geslachtsrijpe Atlantische steur kunnen worden overgeslagen.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

8.3.13 Visserij

In de Nieuwe Waterweg wordt niet gevestigd. In de Westerschelde wordt vrij intensief gevestigd tot ver achter in het estuarium. In de Gironde is er ook nog een levendige visserij. Ca 60 tot 70 vissers hebben er hun broodwinning uit de visserij. De Gironde is in Frankrijk bekend omdat het het enige estuarium is waarvan de specifieke visfauna nog vrijwel intact is. Op het IJsselmeer bestaat nog een vrij levendige visserij. Vooral fuikvisserij (ca 25.000 stuks), aalkisten (ca 22.000 stuks) en staande netten (ca 6000) zijn in gebruik. Daarnaast is er op kleine schaal nog zegenvisserij en aaskuilvisserij (Dekker, 1996).

8.3.14 Conclusie tav het estuarium

Het estuarium van de Rijn en Maas kenmerkt zich van nature door een volledige zoet-zout gradiënt en getijden-invloed. Sedimentatie leidde tot het ontstaan van ondiep water met deels droogvallende platen. Erosie sloeg delen van deze platen weg en plaatselijk ontstonden diepe geulen. Door stromingsverschillen werden klei, zand en grind gesorteerd. Door inpolderingen vanaf de 14^e eeuw is het areaal aan intergetijdengebied geleidelijk verminderd. De aanleg van dammen in de belangrijkste zeegaten heeft in de tweede helft van deze eeuw de dynamiek sterk verminderd. Het zoute water kan nog slechts door één zeegat, de Nieuwe Waterweg, instromen en hier bevindt zich een brakwatergetijdengebied van beperkte afmetingen. Verder landinwaarts ligt nog een uitgestrekt gebied waar zoetwater onder invloed van het getij staat, maar het getijverschil is gering en de daarmee samenhangende intergetijdengebieden zijn klein.

De waterkwaliteit en de voedselsituatie in het enige resterende zeegat en het er achterliggende met zoetwater gevulde deel van het estuarium zijn de laatste jaren sterk verbeterd. Het zuurstofgehalte en de nutriëntenrijkdom zijn hoog en er is veel diep en ondiep water ter beschikking met zowel zandige als slibbige bodems. Sinds enige jaren neemt door ontpolderingen het areaal aan zoetwater-intergetijdengebied weer toe. Omdat ook de visserij in dit deel van het leefgebied geen rol van betekenis meer speelt lijken er voor de Atlantische steur nog maar weinig belemmeringen over te zijn om hier te leven. Mogelijk is het aantal openingen naar zee en het areaal aan brakwatergebied te gering. De op handen zijnde plannen om de sluizen in de mond van het Haringvliet anders te gaan beheren zijn voor de Atlantische steur dan ook van groot belang en nemen ook deze hindernissen weg. Door het aangepaste sluisbeheer kan zich weer een brakwater-getijdengebied instellen en zal de getijslag in het zoetwater-getijdengebied groter worden. Hierdoor zullen ook veel geulen weer gaan stromen, waardoor de bodem weer zandig wordt. In de toekomst kan, door beperkte inlaat van Rijnwater via het Krammer-Volkerak, zich ook in een deel van de Oosterschelde een brakwatergetijdengebied herstellen.

Het spuibeheer van de sluizen in de Afsluitdijk is sinds 1991 zodanig aangepast dat vis daar vanaf de Waddenzee het IJsselmeer op kan zwemmen. Trekvisserij

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

blijken hier ook weer gebruik van te maken. Voor de Atlantische steur kan dit een extra mogelijkheid betekenen om vanaf de Noordzee de Rijn op te zwemmen. Het ontbreken van brak- en zoetwater-getijdengebied is daar echter een belemmering voor het opgroeien van de jonge Atlantische steur.

8.4 De rivier de Rijn in Nederland als paaigebied en opgroeigebied voor jonge Atlantische steur

De Atlantische steur zwemt de rivier voornamelijk op om er te paaien. De geschiktheid van de paaiplaatsen is dan ook van vitaal belang voor het voortbestaan van de populatie. De paaitrek neemt ca twee maanden in beslag en viel voor de Rijn-populatie tussen 15 mei en eind juli. Na het paaien verlaten de volwassen dieren de rivier weer snel. De pas geboren juveniele dieren verblijven enkele maanden op de rivier, alvorens ze zich af laten zakken naar het estuarium. De volwassen dieren eten vermoedelijk niet tijdens hun trek de rivier op, voor de jonge dieren is voedsel wel van groot belang.

8.4.1 Bodemsamenstelling van de Nederlandse Rijntakken

De bodem van de Rijn en Waal tussen de Nederlands-Duitse grens en Gorinchem (km 858 t/m 952) bestaat voor 20 tot 80% uit grind en voor 20 tot 60% uit grof zand (zie figuur 30). Stroomafwaarts neemt de grindfractie langzaam af en de fractie grof zand langzaam toe. Fijn zand komt slechts in geringe hoeveelheid voor en slib ontbreekt nagenoeg geheel. In de IJssel neemt de grindfractie stroomafwaarts veel sneller af en ligt er relatief veel fijn zand op de bodem. In de voormalige delta van de IJssel in het IJsselmeer is veel slib bezonken (zie figuur 31) (Brinke 1997).

Voor de normalisatie van de Rijn en Waal in het begin van de 19e eeuw was de rivier nog 500 tot 800 m breed, nu is dat gemiddeld nog 300 m. Hierdoor en door de vele bochtafsnijdingen is de stroomsnelheid toegenomen (zie ook tabel 15). Fijn sediment kan nu in de stroomgeul niet meer bezinken en het bodemsubstraat is daardoor grover geworden. Voor de Atlantische steur is dit geen ongunstige situatie, aangezien de eieren worden afgezet in de hoofdgeul op grof sediment.

Het grootste deel van de door Jago (1997) geselecteerde mogelijke paaiplaatsen van de Atlantische steur langs de Dordogne en Garonne heeft een bodem die voor 50% of meer uit keien bestaat met een diameter van 2 tot 20 cm (zie tabel 7 in par. 4.6.1). Grind (diameter 0,2 tot 2 cm) komt vooral in de Dordogne op veel plaatsen voor met een frequentie van 20 tot 40%. Grind en keien bepalen in het gehele fluviaatiele deel van de rivier vrijwel steeds meer dan 75% van het bodemsubstraat. In de Garonne komt op veel plaatsen de rotsige ondergrond aan de oppervlakte.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

In het deel dat door zoetwatergetijden wordt gedomineerd neemt de bodembedekking met slib stroomafwaarts snel toe: van ca 30% op 70 km van de Gironde tot 85% op 35 km daar vandaan. Het is niet duidelijk of de slibgehalten vroeger ook al zo hoog waren. Jago (1997) acht de plaatsen met getij vanwege de hoge slibgehalten nu niet meer geschikt voor de Atlantische steur om er te paaien. Tijdens perioden met veel afvoer wordt een deel van het slib opgenomen en afgevoerd naar het estuarium; de plaatsen die het meest stroomopwaarts liggen in het zoetwatergetijdengebied worden dan als het ware schoon geveegd.

Figuur 30. Bodemsamenstelling Waal tussen km 858 en 952, uitgedrukt in gewichtspercentage. Op de horizontale as staat van links naar rechts de afstand tot de Nederlands-Duitse grens in meters (Brinke, 1997).

Figuur 31. Bodemsamenstelling IJssel van de aftakking vanaf de Rijn tot aan het IJsselmeer. Op de horizontale as staat van links naar rechts de afstand tot de aftakking van de Rijn (Brinke, 1997).

8.4.2 Mogelijke locaties voor paaiplaatsen in de Boven Rijn en Waal

In de Boven Rijn en de Waal blijkt er een significant verschil te zijn tussen de bodemsamenstelling van het linker-(=zuid) en het rechterdeel van de vaargeul. De noordoever (rechts) is grover, wat men niet zou verwachten omdat daar alleen de onbeladen stroomafwaartse vaart zich beweegt. Het vermoeden bestaat dat de invloed op de vaargeulbodem niet zo groot is. Het is juist de grotere hekgolf van de beladen schepen die het fijnere zand tussen de kribben opwerfelt en naar de vaargeul zuigt, waar het vervolgens bezinkt (Brinke, 1997). Langs de rechteroever is dit proces niet aan de orde en houdt de vaargeul zijn oorspronkelijke grove samenstelling. Buiten de vaargeul in de kribvakken is de situatie omgekeerd. Hier is de zuidkant door het verdwijnen van het fijne sediment juist met grof zand en grind bedekt

De in de figuren 30 en 31 vermelde grindfractie heeft een korrelgrootte van 2 tot 20 mm. Omdat nog nooit eieren van de Atlantische steur zijn gevonden is niet duidelijk hoe grof het sediment moet zijn. Grof sediment op de bodem betekent dat er veel stroming is en er daarom veel zuurstof beschikbaar is voor de eieren.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Daarnaast betekent het dat er weinig sedimentatie is van slib en fijn zand waardoor de eieren bedolven kunnen raken. Uit interviews met vissers die in het verleden in de Dordogne en Garonne steur hebben gevangen komen paaiplaatsen naar voren die in het stroomafwaartse deel van de rivier nabij zandbanken liggen (korrelgrootte 0,5 tot 2 mm) en verder stroomopwaarts bij grindbanken (korrelgrootte >2 mm) (Elie, 1997). Wanneer er vanuit wordt gegaan dat in de Rijn en Waal het meest grove deel van het grind (grover dan 4 mm) het meest geschikt is om als paaiplaats te dienen, dan komen een tiental plaatsen in aanmerking (percentage > 25%) (zie tabel 17). Van de eerste 50 km van de Rijn zijn de percentages van materiaal grover dan 4 mm niet onderscheiden. Voor dit traject zijn de riviervakken geselecteerd waar het grindgehalte met doorsnede >2 mm groter is dan 60%. Vanwege de hoge percentages mag worden aangenomen dat het percentage grover dan 8 mm hier zeker groter is dan 25% (Brinke, 1997).

Tabel 17. Riviervakken van de Boven Rijn en de Waal met een relatief hoog percentage grind als bodemsubstraat; meer dan 25% grover dan 8 mm of meer dan 60% grover dan 2 mm (gegevens uit Brinke, 1997).

Plaats	km	% grind > 2 mm	% grind > 8 mm
Spijk - Tolkamer	858 t/m 864	64 - 94	onbekend
Pannerden	866 t/m 868	69 - 94	onbekend
Doornenburg	870 t/m 872	82 - 92	onbekend
Haalderen	878	100	onbekend
Bemmel	881	86	onbekend
Dodewaard	901 t/m 903	61 - 78	onbekend
IJzendoorn	908	73	34
Tiel	914 & 917	75 - 77	24 - 29
Ophemert	921	52	27

De meeste geschikte locaties liggen tussen de grens en Nijmegen; namelijk 15 kilometervakken. Tussen Nijmegen en Tiel liggen er 8 en daarna ligt nog slechts 1 vak.

De Atlantische steur zou in de nabijheid van de paaiplaatsen ook behoefte hebben aan diepe kuilen, vermoedelijk om zich te verzamelen. In de bovengenoemde kilometervakken zijn deze ook aanwezig, namelijk voor de kribkoppen.

8.4.3 Mogelijke locaties voor paaiplaatsen in de IJssel

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

In de IJssel is er geen verschil tussen de linker- en de rechteroever. Alle voor de Atlantische steur mogelijk geschikte paaiplaatsen liggen in de eerste 10 kilometer.

Tabel 18. Riviervakken van de IJssel met een relatief hoog percentage grind als bodemsubstraat; meer dan 25% grover dan 8 mm of meer dan 60% grover dan 2 mm.

Plaats	km	% grind > 2 mm	% grind > 8 mm
Westervoort	879 - 884	69 - 96	21 - 69
Rheden	886 - 889	64 - 66	14 - 34

8.4.4 Foerageermogelijkheden voor jonge Atlantische steur

Het is niet bekend waar langs de Rijn in het verleden de larven van de Atlantische steur in het dooierzakstadium zich ophielden. Elie (1996) vermeldt dat het gunstig is voor de jonge Atlantische steur als zich nabij de paaiplaats rotsen bevinden waar ze kunnen schuilen. Langs de Waal is gebleken dat zeer jonge kopvoorn en barbeel zich gedurende de dag ophoudt in de spleten tussen de steenblokken van kribben (mond. med. R. Grift); waarschijnlijk zijn deze plekken ook geschikt voor jonge Atlantische steur.

De jonge Atlantische steuren laten zich volgens Magnin (1962) en Castelnaud et al. (1991) de rivier afzakken en komen na enkele maanden (minder dan 6) in het brakke water van het estuarium aan, ze zijn dan 20 tot 25 cm lang. Zeer waarschijnlijk zoeken de jonge Atlantische steurtjes dus al in de rivier naar voedsel en later, tijdens de trek naar het estuarium, ook in het zoetwatergetijdengebied. Van de sterk op de Atlantische steur lijkende Spitssnuitsteur (*A. stellatus*) uit de Wolga is bekend dat het voedsel na het dooierzakstadium vooral bestaat uit watervlooien (*Daphnia*) en later ook kleine Crustaceen en Chironomiden. In de Wolga bereiken de jonge dieren al na enkele weken het estuarium, waar ze overschakelen op het eten van Mysidacea en Gammaridae.

De dooierzakperiode stelt de Atlantische steur in staat biotopen op te zoeken waar veel voedsel voorkomt. Vanwege de onderstandige bek is het waarschijnlijk dat jonge Atlantische steur na het dooierzakstadium (ze zijn dan 15 mm lang) het moet hebben van de benthische macrofauna, zoals watervlooien, insectenlarven en vlokreeften. Van de Rijn is niet bekend waar de jonge Atlantische steur in het verleden foerageerde en het is daarom niet te zeggen of zij in de huidige rivier nog kan overleven. Wel is het mogelijk om biotopen te zoeken waar het voorkeursvoedsel van de jonge Atlantische steur voorkomt.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Wat het voorkomen van voedsel betreft is de waterkwaliteit in de Rijn de laatste 2 decennia snel verbeterd en momenteel niet meer beperkend voor het voorkomen van veel soorten macrofauna die als voedsel dienen voor jonge vis. De variatie aan biotopen in de huidige hoofdgeul van de rivieren is erg gering en op de stenen kribben na zijn er vrijwel geen geschikte biotopen waar de macrofauna zich kan vasthechten. Op de bodem van de rivier dringt geen licht door en vanwege de scheepvaart zijn de ondiepe delen van de rivier, tussen de kribben, te dynamisch. Het zand is hier vrijwel steeds in beweging en organismen die zich vast willen hechten, spoelen te snel van hun plaats. Vanwege de herstelde waterkwaliteit is een groot aantal soorten macrofauna wel teruggekeerd, maar de aantallen blijven gering. Momenteel bedraagt hun biomassa dan ook slechts ca 5% van de oorspronkelijke hoeveelheid. Op plaatsen buiten de hoofdgeul van de rivier zijn de omstandigheden gunstiger, zoals in oude rivierarmen en plassen die met de rivier in verbinding staan. De permanent stromende nevengeulen die in het kader van het plan “Levende rivieren” in het stroomgebied van de Rijn en Waal worden aangelegd zijn voor de macrofauna dan ook van groot belang. Op de langzaam oplopende oevers van deze geulen kunnen zich de organismen zich vestigen. Ook dood hout dat in de geul valt is voor de macrofauna van groot belang om zich aan vast te hechten. Schattingen geven aan dat in een levend riviersysteem tot 75% van de macrofauna afhankelijk is van dood hout als vestigingsplaats. In een stromende nevengeul langs de Waal bij Opijnen bleek, bij een onderzoek aan de voedselkeus van jonge vis, dat veel soorten (Pos, Alver, Baars, Blankvoorn, Brasem en Riviergrondel) een vergelijkbaar menu hebben als de Atlantische steur (AquaSense, 1998). Stromende nevengeulen blijken ook zeer belangrijk als foerageergebied voor jonge trekvis. Verrassenderwijs bleken Barbeel en Kopvoorn niet in de stromende nevengeulen te paaien, maar zeer jonge vis kwam al snel (als 3 cm lange larve) de geul in om er te foerageren en op te groeien (Grift, in prep.). Strangen die slechts aan een zijde aan de rivier zijn aangetakt en met de rivier in verbinding staande diepe zand- en grindgaten werden door de jonge vis niet of nauwelijks gebruikt. De paaiplaatsen van de in de nevengeul gevangen trekvis zijn niet bekend, maar liggen vermoedelijk in de rivier zelf. Na de uitkomst uit het ei laten de larven zich met de stroom meevoeren tot in de nevengeulen. Jonge Atlantische steur zou op vergelijkbare wijze gebruik kunnen maken van de Rijn. De komende tijd worden in zeker tien andere uiterwaarden langs de Waal, de IJssel en de Neder-Rijn stromende nevengeulen aangelegd.

Het is ook mogelijk dat de jonge Atlantische steur zich in het dooierzakstadium laat afzakken tot daar waar het getij op de rivier merkbaar is. Het karakter van de rivier is daar geheel anders en langs de oevers bevinden zich uitgestrekte rietmoerassen. Tussen het riet is er voor de jonge Atlantische steur voldoende

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

voedsel te vinden en tevens is hij er veilig voor predators.

In deze situatie zal de Biesbosch in het verleden voor de jonge Atlantische steur dan ook een belangrijke rol hebben gespeeld. Na de normalisatie van de Rijntakken in het begin van de 19e eeuw was dit het gebied in het Rijnestuarium waar een overvloed was aan biotopen. Er bestaan inmiddels vergevorderde plannen om het rivierwater weer via krekens door de Biesbosch te laten stromen. Door het openen van de Engelse dam in het Zuid-Hollandse deel van de Biesbosch komt een gebied van ca 300 ha weer in open verbinding met de rivier. Ook langs de Oude Maas bestaan dergelijke plannen o.a voor de grienden van Klein Profijt. Voor de jonge Atlantische steur die zich de rivier heeft laten afzakken kunnen dit belangrijke opgroeigebieden worden.

Over de voedselsituatie in de Garonne en Dordogne schrijft Trouvery et al. (1984) dat zich, als gevolg van het hoge zuurstofgehalte, een overvloedig rijke fauna in de grindbeddingen van de beide rivieren bevindt, waarin ongewervelden, insectenlarven en schaaldiertjes overheersen. Deze fauna zou voor de vissen voortdurend ter beschikking staan, ondermeer omdat tijdens hoogwater de bodem wordt omgewoeld. Volgens Trouvery zijn de slikkige bodems in de rivier veel minder rijk aan voedsel omdat zuurstof er minder ver in doordringt, in de zomer leven er volgens hem veel oligocheten.

8.5 Het belang van de Rijn in Duitsland en Frankrijk voor paaiende Atlantische steur

De Atlantische steur kan de Rijn tot de stuw van het Franse Iffezheim opzwemmen, 700 km van de monding. De Rijn is daarmee een van de weinige grote Europese rivieren die over een dergelijke afstand niet gestuwd is. De zijrivieren, waar de Atlantische steur vroeger ook gebruik van maakte, zoals Moezel, Main en Neckar zijn voor het grootste deel wel gestuwd. In het kader van het project "Zalm 2000" zijn in een aantal van deze rivieren vistrappen aangelegd. Vanwege zijn grote formaat is het onwaarschijnlijk dat de Atlantische steur hier gebruik van zal maken. Van de Atlantische steur in de Dordogne is bekend dat ze geen gebruik maakt van de vistrappen in de stuw bij Bergerac. Ook vistrappen die in Spaanse en Portugese rivieren zijn aangelegd, voordat de Atlantische steur daar uitstierf, werden niet door de dieren gebruikt. In het Franse en Duitse deel van het Rijnsysteem zal de Atlantische steur echter voornamelijk in de Rijn zelf hebben gepaaid, aangezien daar de meeste plaatsen dieper dan 5m zijn te vinden. Kinzelbach (1987) maakt onderscheid in de benedenstrooms van Bonn gelegen Niederrhein (benedenstrooms van km 655) waar de Atlantische steur algemeen was en de bovenstrooms gelegen Mittlere- en Obere-Rhein waar incidenteel Atlantische steuren werden gevangen.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

In Duitsland houdt een werkgroep zich bezig met de herintroductie van de Atlantische steur; 'Gesellschaft zur Rettung des Störes' geheten. Op termijn wil zij eieren, jonge Atlantische steur of geslachtsrijpe dieren bemachtigen om daarmee de soort te herintroduceren in de Rijn. Het Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (1996) heeft een studie laten verrichten naar de mogelijkheden die de Niederrhein biedt als paaigebied en opgroeigebied voor jonge Atlantische steur.

8.5.1 De Niederrhein tussen Bonn en de Nederlandse grens

Beschrijving van het riviertraject

In de Duitse Niederrhein gold de steur als bijvangst van de zalmvisserij en werd er niet bewust op deze soort gevangen. De vangmethoden waren dan ook veel eenvoudiger dan in de estuaria van Rijn en Elbe. Het was meer geluk dan wijsheid als men een steur ving en de vangstaantallen kunnen dan ook niet gebruikt worden voor betrouwbare aantalsschattingen. Het feit dat regelmatig paairijpe vrouwtjes werden gevangen doet vermoeden dat een aanzienlijk aantal dieren in de Niederrhein paaide. (Landesanstalt für Ökologie, 1996).

Evenals de Nederlandse Rijntakken is het stroombed van de Niederrhein in de afgelopen eeuwen sterk veranderd. Door normalisatie en bochtafsnijdingen is een rivier ontstaan met een stroomgeul, zonder eilanden en met stabiele zandige of grindige oevers. De uiterwaarden zijn grotendeels in gebruik als landbouwgrond en hier bevinden zich oude, verlandende rivierarmen die deels in open verbinding staan met de hoofdstroom. Bij hoogwater stromen deze armen mee, voordat de uiterwaarden overstromen. Door de vermindering van sedimentaanvoer uit de rivier zelf en de zijrivieren (agv de aanleg van stuwen) en bodemdalingen tussen Duisburg en Wesel (waardoor veel sediment daar neerzakt) is de bodem van de Niederrhein aan vrij sterke erosie (jaarlijks 10 tot 20 mm) onderhevig.

Grote delen van het stroombed van de Niederrhein zijn ingrijpend verbouwd, met name in de stedelijke gebieden. Stroomafwaarts van Wesel liggen echter ook oevers met een natuurlijker karakter. Dit traject strekt zich tot over de Nederlands-Duitse grens uit, tot iets voorbij Nijmegen. Er zijn uitgestrekte zand- en grindoevers met een steil of vlak relief; deze laagwaterzones liggen vooral in de binnenbochten. De buitenbochten zijn steeds van kribben of oeververdediging voorzien. De bodem is niet homogeen in diepte, maar met name in buitenbochten en bij de kribkoppen komen kuilen van 7 tot 10 m diepte voor (gemeten bij gemiddeld laagwater in het najaar).

Het bodemsubstraat bestaat uit grind en grof zand en de gemiddelde korrelgrootte neemt van Bonn tot Rees af van 13 mm tot 5 mm. De rivierbodem is echter niet eenvormig, naast elkaar komen beweeglijke fijn zandafzettingen, grofkorrelige substraten en met grof materiaal afgepleisterde bodems voor. In de oeverzone is het substraat vaak met een enkele mm's dikke laag organismen

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

bedekt (Corophium, Bryozoën en Cordylophora).

Grindwinning

Tot halverwege de 20e eeuw werd in het Rijntraject tussen Andernach en de Nederlandse grens veel grind en zand gewonnen. Uit de tijd dat de Atlantische steur nog in de Rijn paaide zijn geen hoeveelheden bekend, maar in de periode 1922 - 1950 werd op het gehele traject in totaal 10 tot 15 miljoen m³ opgebaggerd. Dit komt ongeveer overeenkomt met de totale jaarlijkse aanvoer (ca 500.000 m³) van zand en grind door de rivier. Deze winning zal grote invloed hebben gehad op de ligging en de stabiliteit van de grindvoorkomens in de rivier. Grindbanken die het ene jaar geschikt waren als paaiplaats, waren het volgende jaar verdwenen. De invloed op het voorkomen van de Atlantische steur zijn echter nooit onderzocht.

De winning had ook gevolgen voor de bodem van de rivier, die als geheel steeds lager kwam te liggen. Vanaf 1950 is de winning in de rivier gestopt en verplaatst naar de uiterwaarden. Door verminderde aanvoer vanuit de Middelgebergten gaat de beddingdaling van de Rijn nog steeds door. De grindvoorkomens op de huidige bodem worden echter niet meer afgegraven en zijn stabiel, op verplaatsing door stroming bij hoogwater na.

Geschiktheid voor de Atlantische steur

Het Landesanstalt für Ökologie (1996) komt op grond van een studie naar de geschiktheid van de Niederrhein voor de Atlantische steur tot de conclusie dat zich geen duidelijk aanwijsbare beperkingen meer voordoen. De gemiddelde korrelgrootte van het substraat is geringer dan de 17 mm die Elie (1996) aangeeft, maar er zijn ook zones aanwezig met grofkorrelig bodemsubstraat en deze bieden voldoende mogelijkheden voor de Atlantische steur om eieren af te zetten. Daarbij is de korrelgrootte in vergelijking met vroeger, toen de Atlantische steur ook in de Niederrhein paaide, niet afgenomen, maar eerder toegenomen.

De korrelgrootte is niet groot genoeg voor de jonge dieren om zich schuil te kunnen houden in spleten, maar die mogelijkheid wordt wel geboden tussen de blokken aan de voet van kribben en in de oevertverdediging. Deze rotsblokken zijn bedekt met een laag organismen en kunnen voor de jonge Atlantische steur als foerageergebied dienen. De op de bodem levende fauna in de rivier is dan wel veranderd in de laatste eeuw, maar het aantal taxa is niet veel geringer dan vroeger en vanwege de grote voedselrijkdom in het water zijn de aantallen van veel soorten plaatselijk erg hoog. Diepe kuilen, die in veel literatuur worden genoemd als plaats waar de volwassen Atlantische steur verzameld op weg naar de paaiplaatsen, komen veelvuldig voor, evenals de oevers die uit kiezelstenen of zand bestaan. Veelal liggen de meest geschikte paaiplaatsen en opgroeigebieden voor de jongen niet dicht bij elkaar. Dit hoeft echter geen

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

probleem te zijn omdat de Atlantische steur in het dooierzakstadium van de ene naar de andere plaats kan drijven. Het is zelfs mogelijk dat de Atlantische steur verder stroomopwaarts in de Rijn paait en dat dan in de Niederrhein de jongen opgroeien.

De waterkwaliteit is in de laatste 20 jaar sterk verbeterd. Toxische effecten op vissen kunnen in de Niederrhein nu niet meer worden vastgesteld en het reproductiesucces van in de Rijn levende vissoorten wordt niet nadelig meer beïnvloed. Ook de zuurstofgraad in dit deel van de Rijn is geen limiterende factor meer, zelfs niet voor het uitkomen van de eieren.

Het voedselspectrum is in vergelijking met het begin van deze eeuw sterk veranderd, maar de nieuwe soorten horen tot het potentiële voedsel van de jonge Atlantische steur. Zo is een deel van de oorspronkelijke insectensoorten sterk afgenomen en zijn soorten van de taxa Hirudinea, Ectoprocta en Crustacea daarvoor in de plaats gekomen.

De waterstand in juni ligt rond het gemiddelde en is vaak iets hoger dan in de maand ervoor. Voor de Atlantische steur zou dit goed uitkomen omdat ze ook in het verleden tijdens deze piek de rivier opzwom. Hoogwater in juni is ook gunstig voor de jonge Atlantische steur omdat daarbij delen van de oever overstromen waar dan veel voedsel te vinden is. De riviervisserij is ook in Duitsland vrijwel geheel verdwenen en de sportvissers lijken geen grote bedreiging te zijn voor de Atlantische steur.

Samengevat is de Niederrhein van Duisburg tot Wesel nauwelijks geschikt vanwege de grootschalige rivierwerkzaamheden die hebben plaatsgevonden en de opvulling van de bedding met kolenafval. In theorie is de kolensteen in de bedding van de rivier wel geschikt als afzetplaats voor de eieren, omdat het vergelijkbaar is met rotsig substraat. Stroomafwaarts van Wesel vanaf km 820 en met name vanaf km 828 t/m km 838 is de morfologie van de rivier zeer geschikt voor de Atlantische steur om er te paaien en op te groeien. Verder stroomafwaarts is de bodem zandiger en minder geschikt als paaiplaats, maar nog wel als foerageergebied voor de jongen.

8.5.2. Mittlere- en Obere Rhein tussen Iffizheim en Bonn

Tot aan de stuw van Iffizheim kunnen vissen de Rhein opzwemmen. Het traject van Bonn tot aan deze stuw bestaat uit twee verschillende gebieden: het Leisteengebergte tussen Bonn en Bingen en stroomopwaarts daarvan de Bovenrijnse Laagvlakte.

In beide delen zijn in vroeger tijd steuren gevangen, maar de aantallen waren niet groot. Vermoedelijk paaide de Atlantische steur er wel (Kinzelbach, 1987). In de laagvlakte had de Rijn van oorsprong een sterk meanderende loop en lagen er veel eilanden in de rivier. Door riviercorrecties is de loop veranderd in een vrijwel recht ca 250 m breed kanaal. Het verhang van de rivier bedraagt nabij Iffizheim 0,5 m/km en de bodem bestaat grotendeels uit grind en zand..

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Stroomafwaarts neemt het verhang af tot 0,28 tussen Maxau en Speyer, 0,16 bij Mannheim en 0,08 m/km bij Worms. Tussen Mainz en Bingen is het verhang nog geringer en is de rivier 400 m breed. Er zijn hier talrijke zand en grindeilanden en de bodem in de vaargeul ligt bij gemiddeld waterpeil ca 5 m diep.

Vanaf Bingen doorsnijdt de Rijn het Leisteengebergte in een smal, diep dal. De rivierbodembodem bestaat grotendeels uit massief gesteente en het verhang bedraagt ongeveer 0,4 m/km. De waterdiepte neemt toe tot ca 8 meter. In de rivier liggen plaatselijk grindbanken en eilanden en de oevers bestaan grotendeels uit grind- en zandstranden of massieve rots. Stroomafwaarts van Koblenz, waar de Moezel in de Rijn uitstroomt, neemt het verhang nog iets toe, tot 0,5 m/km om na Bonn weer af te nemen tot 0,14 m/km.

Twee deeltrajecten zijn geschikt voor de Atlantische steur om er eieren af te zetten: het meest bovenstroomse deel tussen Iffezheim en Speyer en het doorbraakdal door het Leisteengebergte tussen Bingen en Bonn. In het eerste traject stroomt het water vanwege het verhang snel en bestaat de bodem uit grind. De Atlantische steuren kunnen hierop hun eieren afzetten en de larven vinden voldoende mogelijkheden om zich overdag schuil te houden. De foerageer- en opgroeimogelijkheden voor de jonge vis zijn gering, maar daarvoor biedt het stroomafwaarts gelegen deel tussen Mainz en Bingen met zijn vele eilanden (zie figuur 31) en ondiepe stromende watergedeelten voldoende mogelijkheden. De gezamenlijke lengte van deze nevengeulen bedraagt 42 km, waarvan 25 km zonder binnenvaart en 5 km ook zonder recreatievaart.. Ook het traject tussen Bingen en Bonn wordt gekenmerkt door een vrij hoge stroomsnelheid. Er zijn voldoende afzetplaatsen voor de eieren in de diepe geulen en op de massieve rotsbodembodem. Larven kunnen zich schuilhouden tussen de rotsblokken en er zijn voldoende foerageermogelijkheden in de stromende ondiepe geulen langs de eilanden en grindbanken.

Figuur 32. Kaart van de Rijn ter hoogte van Mainz. In de vele geulen met ondiep stromend water langs de eilanden vindt de jonge Atlantische steur voldoende mogelijkheden om te foerageren.

8.6 Chemisch herstel Rijn

8.6.1 Belasting van steuren door chemische stoffen

Gegevens over waterkwaliteit en de eventuele belasting daardoor van steuren door chemische stoffen zijn alleen bekend van de Wolga (Overmars & Bosman 1995) (tabel 19). In deze paragraaf worden die gegevens vergeleken met Pos die

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

in de Rijn voorkomt. De Pos is een vis met een overeenkomstig voedselpatroon als de steur. De Pos eet in zoet water hoofdzakelijk vlokreeften en muggelarven (Nijssen & de Groot 1987, Bergers 1991), voedsel dat ook de steur in het zoetere water opneemt (paragraaf 6.2).

Tabel 19. Gehaltes zware metalen (mgr/kg) in spierweefsel van aantal vissoorten en Mossel uit de Wolga en een aantal Nederlandse wateren.

				Cd	Zn	Cu	
Haring	Wolga	min	1,11	144,6	9,34		
		max		3,55	1517	116,4	
A. guldenst.	Wolga	min	3,52	37,6	7,29		
		max		6,05	184,6	20,7	
A. stell.	Wolga	min	0,76	111,2	8,82		
		max		2,41	205,5	16,8	
Pos	Rijn	gem	0,04	55,0	2,00		
		randmeren	min		0,01	46,0	1,30
			max		0,11	59,0	1,80
	IJsselmeer	min		0,02	37,0	1,20	
		max		0,12	54,0	5,10	
		Haringvliet	min		0,02	47,0	1,60
Maas	min	max		0,09	115,0	3,40	
		max	0,02	50,0	1,60		
Brasem	Waal	min	0,00	0,00			
		max		3,78	171,9		
Snoekbaars	Waal	min	0,00	6,10			
		max		3,67	535,1		
Snoekbaars	IJsselmeer	min		<0,005	20,0	1,18	
		max		0,12	70,6	10,58	
mossel	Ooster- schelde	min	0,47	47,6			
		max		2,70	194,0		

Tabel 19 geeft van een aantal zware metalen de drooggewicht gehalten in spierweefsel bij Russische steur (*Acipenser guldenstaedti*) en Spitsnuitsteur (*Acipenser stellatus*) en Haring (Clupidae) uit de Wolga en van Pos, Brasem en Snoekbaars uit de Nederlandse rivieren, randmeren en IJsselmeer (Hoogerwerf 1986).

De gehalten voor cadmium in spierweefsel van Pos zijn op alle locaties lager dan die van voor de beide steuren uit de Wolga. Geconcludeerd moet worden dat het uiterst giftige cadmium in Wolga steuren alarmerend hoog is.

De gehalten voor koper en zink bij Pos en de beide steuren liggen in dezelfde

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

range. Dus ook de concentraties koper en zink in spierweefsel van de beide steuren zijn veel hoger dan die in Pos.

De concentraties zware metalen in spierweefsel van haring zijn nog hoger dan bij de steuren. De haring is een pelagische vis die leeft van planktonisch materiaal, dit in tegenstelling tot de steuren die op de bodem foerageren. In het Nederlandse rivierengebied is een dergelijk verschil te zien tussen mossel (filterfeeder) en Pos (tabel 19). Het cadmiumgehalte in de mossel ligt ook veel hoger dan van de Pos. Marquenie & de Kock (1984) vonden dat Pos 5 - 20 maal lagere gehalten had dan filteraars.

Oesters uit de Gironde bevatten 80 mgr/kg (drooggewicht) cadmium (Boutier 1981 in: Latouche, 1988). Een concentratie 10 keer hoger dan in oestergebieden in Bretagne, Marennes-Oléron, Arcachon en Pays Basque maar ook veel hoger dan in mosselen uit de Oosterschelde (tabel 19). Het cadmium komt niet zozeer uit de industrie rond Bordeaux, maar via de Garonne en de Lot uit een klein zijriviertje van de Lot bij Decazeville, de Riou Mort. De cadmiumconcentratie in zwevende stof bedroeg in 1988 in de Garonne nog 18 tot 5 mg/kg afhankelijk van de waterafvoer. In het Gironde-estuarium is de concentratie lager (ca 2 tot 4 mg/kg), dit is ca 5 keer hoger dan normaal (0,6 mg/kg). In zee voor het estuarium is het gehalte kleiner dan 2 mg/kg. Cadmiumgehalten van steur uit de Gironde zijn niet bekend, maar aangezien met name de jonge steur bodemorganismen eet zal het cadmiumgehalte in deze dieren ook hoog moeten zijn.

8.6.2 Chemisch herstel Rijn

Begin jaren zeventig was de Rijn nog een zwaar vervuilde rivier. Daarna is daar langzamerhand verbetering in gekomen. Nu is duidelijk dat het chemisch herstel vordert en dat de Rijn hard op weg is een van de minst verontreinigde rivieren van Europa te worden (Bijlage 'Levende Rivieren')

Zuurstofgehalte

Het zuurstofgehalte is weer op peil en bedraagt gemiddeld bij Lobith in het 1993: 10,3 mg/l (range 8,2 - 11,4). In 1971 bedroeg het gehalte nog 4,4 en in 1975 gemiddeld 7,5 mg/l. Holcyk (1989) vermoedt trouwens dat de Atlantische steur over het algemeen weinig problemen zal hebben gehad met lage zuurstofgehaltenes. Als bewoner van estuaria met eutroof water moet hij tijdelijke lage gehaltenes gewend zijn geweest. Ook uit het feit dat levende Atlantische steuren soms in aquaria op kermissen werden getoond, blijkt dit (Kinzelbach, 1987). Beide auteurs houden er geen rekening mee dat lage zuurstofgehalten eerder een probleem zijn voor het uitkomen van de eieren, dan voor de oudere steuren. In de omgeving van paaiplaatsen is het zuurstofgehalte in de Rijn echter

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

geenszins meer een probleem. De mediane hoeveelheid opgelost O₂ in de Rijn bij Lobith was in 1993 10,3 (8,2 - 11,4) mg.l⁻¹ (Rijkswaterstaat 1994). De laagste waarde (8,2 mg/l⁻¹) wordt daarbij bereikt bij lage waterstanden aan het einde van de zomer. In de periode mei tot en met juli, wanneer de eieren worden afgezet is er dus voldoende zuurstof in de Rijn aanwezig.

Zware metalen

Alle zware metalen zijn spectaculair gereduceerd. Met name het zeer giftige cadmium, zink en kwik zijn met meer dan 80 % gereduceerd (tabel 10). De huidige reductie van zware metalen in de Rijn leidt ook tot een verbetering van de kwaliteit van de bodem. Voor een aantal parameters is het al zover dat de gehalten in sedimentatiebodems gelijk of lager zijn dan in 1920 toen de Atlantische steur nog in de Nederlandse rivieren paaide (Bruggen, 1995).

Tabel 20. Gehaltes (mediane waarden) zware metalen (mugr/l), zuurstof en chloride (beide in mg/l) in de Rijn in 1978 en 1993.

jaar	Lobith			Haringvliet			Maassluis		
	1978	1993	reductie %	1978	1993	reductie %	1978	1993	reductie %
Cu	15,0	7,5	-50,00	8,2	3,0	-63,41	8,2	4,3	-47,56
Zn	113	22	-80,53	60	11	-81,66	60	19	-68,33
Ni	12,0	4,8	-60,00	7,5	3,2	-57,33	7,5	3,6	-52,0
Cd	2,31	0,06	-97,40	0,70	0,05	-92,85	0,70	0,05	-92,85
Cr	31,1	6,9	-77,81	18,6	---	?	18,6	3,8	-79,56
Pb	17,9	4,4	-75,42	8,2	---	?	8,2	3,7	-54,87
Hg	0,22	0,04	-81,81	0,13	---	?	0,13	0,04	-69,23
zuurstof	7,5	10,3		7,7	9,2		10,3	9,2	
Cl	162	155	-4,3						

Het zwaar vervuilde slib dat tussen 1970 en 1980 met name in het Hollands Diep en de geulen in de Biesbosch is bezonken is inmiddels bedekt met een laag(je) schoner slib (Klink, 1994). De macrofauna reageert hier inmiddels op met een langzaam herstel. In de Rijn en de Waal is vanwege de stroomsterkte geen slib bezonken. Met het verbeteren van de waterkwaliteit is het herstel van macrofauna vrijwel gelijk opgegaan. Inmiddels is ca de helft van de water- en bodemorganismen die in het verleden de rivieren bevolkten teruggekeerd (Klink, 1994).

Eutrofiëring

Het nutriëntengehalte in de Rijn is nog steeds hoog in vergelijking met de oorspronkelijke situatie van een niet verstoorde natuurlijke rivier. De maatregelen van het Rijn Actie Programma waren vooral gericht op het

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

reduceren van het fosfaatgehalte en bij Lobith is de totaal-fosfaatconcentratie dan ook tussen 1975 en 1990 gedaald van ca 1 mg/l naar 0,30 mg/l. Deze afname is vooral het gevolg van de zuivering van afvalwater door rioolzuiveringsinstallaties en in mindere mate door fosfaatvrije wasmiddelen (Dijk, 1993). In de Nieuwe waterweg ter hoogte van Maassluis is de reductie minder duidelijk: van ca 0,60 mg/l naar 0,40 mg/l. Deze hoge waarden worden toegeschreven aan de fosfaatlozingen van de Rotterdamse kunstmestindustrie. Het totaal-stikstofgehalte is nauwelijks afgenomen sinds de zeventiger jaren en ligt nog steeds op het extreem hoge gehalte van ca 5,5 mg/l. De ammoniumconcentratie is wel afgenomen (van 2,5 naar 0,3 mg/l) en benadert de kritieke waarden van 0,2 mg/l zoals geformuleerd in het Rijn Actie Programma (Dijk, 1993). De toxiciteit van ammonium wordt veroorzaakt door ammoniak, dat zeer giftig is voor vissen. De ammoniakwaarde waarbij geen effect wordt verwacht is 2,4 mug/l. De ammonium- en daarmee de ammoniakconcentratie kent een sterke seizoensfluctuatie. In de winter lopen de gehalten nog steeds op tot 1,00 mg/l voor ammonium en >0,20 mug/l voor ammoniak; een concentratie die gevaar oplevert voor gevoelige levensvormen. In de zomer liggen de gehalten veel lager.

Als gevolg van de hoge nutriëntenconcentraties vindt er een sterke fytoplanktonontwikkeling plaats. Het chlorophyll-a gehalte schommelt dan ook rond 50 - 80 mug/l met uitschieters tot 170 mug/l (stand 1990). De streefwaarde ligt bij 25 tot 40 mug/l

Zoutgehalte

Het zoutgehalte is nog op het nivo van eind jaren zeventig. In de periode 1980 - 1990 bedroeg de gemiddelde chlorideconcentratie 168 mg/l (range 45 - 420 mg/l) terwijl de natuurlijke chlorideconcentratie slechts 13 mg/l bedraagt (Dijk, 1993).

Thermische verontreiniging

Als gevolg van het gebruik van Rijnwater voor koelwater is de gemiddelde temperatuur van het water in vergelijking met de natuurlijke situatie ca 2 graden gestegen (Dijk, 1993).

8.7 Conclusies ten aanzien van de geschiktheid van de Rijn in Frankrijk, Duitsland en Nederland

De rivier heeft twee belangrijke functies voor de Atlantische steur: zij dient als paaiplaats voor de volwassen dieren en als foerageergebied voor de zeer jonge Atlantische steur. Voorzover bekend is waar de paaiplaatsen lagen, waren zij gesitueerd in de diepere delen van de rivier op grindbanken en eventueel op verzonken boomstammen. De hoofdgeul van de Rijn heeft voldoende diepe plekken, met name in de buitenbochten en voor de kribkoppen. Ook wat het substraat betreft zijn er genoeg plaatsen waar de bodem uit fijn tot grof grind

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

bestaat.

De waterkwaliteit van het Rijnwater is de laatste twee decennia sterk verbeterd en is zeer waarschijnlijk niet meer beperkend voor de Atlantische steur. Ook organismen die als voedsel dienen voor de Atlantische steur ondervinden geen hinder meer van de waterkwaliteit en zijn dan ook weer teruggekeerd in de Rijn. Voor hen is vooral het ontbreken van geschikte biotopen de beperkende factor. Ook andere negatieve factoren, zoals de intensieve riviervisserij en grindwinning in de hoofdgeul, komen in de Rijn niet meer voor.

In het bovenstroomse deel van de Rijn zijn twee deeltrajecten geschikt voor de Atlantische steur om er eieren af te zetten: het meest bovenstroomse deel tussen Iffezheim en Speyer en het doorbraakdal door het Leisteengebergte tussen Bingen en Bonn. In het eerste traject stroomt het water vanwege het verhang snel en bestaat de bodem uit grind. Ook het traject tussen Bingen en Bonn wordt gekenmerkt door een vrij hoge stroomsnelheid en er zijn voldoende afzetplaatsen voor de eieren in de diepe geulen en op de massieve rotsbodem. In de Niederrhein liggen de meest geschikte locaties stroomafwaarts van Wesel. Vanaf km 820 en met name vanaf km 828 t/m km 838 is de morfologie van de rivier zeer geschikt voor de Atlantische steur om er te paaien en op te groeien. In Nederland liggen, afgaande op de grofheid van het bodemsubstraat, de meest geschikte locaties liggen tussen de grens en Nijmegen; namelijk 15 kilometervakken. Tussen Nijmegen en Tiel liggen er nog 8 en daarna ligt nog slechts 1 vak, waar de bodem uit grindig materiaal bestaat.

Wat de foerageerplaatsen voor de jongen betreft zijn de situaties in de Bovenrijn met name geschikt tussen Mainz en Bingen. De larven kunnen zich daar goed schuilhouden tussen de rotsblokken en er zijn voldoende foerageermogelijkheden in de stromende ondiepe geulen langs de eilanden en grindbanken.

De foerageermogelijkheden in de Niederrhein zijn minder gunstig, vanwege het ontbreken van ondiep stromend water. Mogelijk dat de zandige bodem van de rivier zelf als foerageergebied kan fungeren.

Dit geldt ook voor de Rijnarmen in Nederland, hier worden echter in de nabije toekomst een groot aantal stromende nevengeulen aangelegd die als foerageergebied kunnen dienen. Eén zo'n geul bij Leeuwen langs de Waal bleek al in het eerste jaar veel jonge trekvis aan te trekken. Het is in Nederland ook mogelijk dat de jonge Atlantische steur zich in het dooierzakstadium laat afzakken tot daar waar het getij op de rivier merkbaar is. Het karakter van de rivier is daar geheel anders en langs de oevers bevinden zich uitgestrekte rietmoerassen. Tussen het riet is er voor de jonge Atlantische steur voldoende voedsel te vinden en tevens is hij er veilig voor predators.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Hoofdstuk 9

Het herpopulatieprogramma

9.1 Procedure in Nederland

De Atlantische steur is een beschermde diersoort volgens de natuurbeschermingswet. Het is daarom niet toegestaan jonge dieren te vangen, te vervoeren of anderszins in bezit te hebben. Voor het uitzetten van de Atlantische steur in de Rijn zal een ontheffing van de natuurbeschermingsraad van het ministerie van Landbouw en Visserij moeten worden aangevraagd.

9.2 Internationale samenwerking

In zowel Frankrijk als Duitsland als Nederland zetten organisaties zich in om de Atlantische steur voor uitsterven te behoeden, respectievelijk zijn dat het onderzoeksinstituut CEMAGREF (F), die Gesellschaft zur Rettung des Störes (D) en het Wereld Natuur Fonds (NL).

Voor het herpopulatieproject van de Rijn is het gewenst een internationaal samenwerkingsverband op te stellen tussen de drie landen. Hierin kunnen de bovengenoemde 3 of eventueel andere organisaties uit een land zitting nemen. De taak van dit gezelschap is de herintroductie in de verschillende landen verder voor te bereiden en op zo kort mogelijke termijn aan de uitvoering ervan te beginnen. Het gaat daarbij om de volgende werkzaamheden:

- het bepalen van de exacte locaties van de meest geschikte uitzetplaatsen van larven en jonge vis.
- het opstellen van het uitzetprogramma
- het geven van publiciteit aan het uitzettingsproject
- het informeren van de sport-, rivier- en zeevissers over het project
- het opzetten van een monitoringsprogramma
- het verzorgen van de financiën voor het project, bv via een EG-life project
- het eventueel opzetten van een eigen kweekprogramma

9.3 Uitvoering

9.3.1 Wijze van uitzetten

Wat het uitzetten van de vis betreft zijn er 3 mogelijkheden.

1) Volwassen, geslachtsrijpe vis kan in de Rijn nabij de paaiplaatsen worden uitgezet. Deze dieren op zoek gaan naar een geschikte paaiplaats om daar eieren af te zetten. De dieren keren terug naar de Noordzee om in een volgend jaar weer terug te keren naar de paaiplaatsen. De kans van slagen is bij deze methode echter gering. De populatie in de Gironde laat zien dat zelfs bij een aantal van enkele honderden volwassen dieren niet jaarlijks een geslaagde voortplanting plaatsvindt. Het lijkt er op dat de dieren elkaar niet meer kunnen vinden of dat

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

ze niet tegelijk paairijp zijn. De nog bestaande populaties zijn inmiddels zo klein dat het onmogelijk is om genoeg volwassen Atlantische steuren te bemachtigen om de Rijn van voldoende dieren te voorzien.

2) Larven die uit in kweekvijvers bevruchte eieren zijn gekomen kunnen in de buurt van geschikte paaiplaatsen worden uitgezet. Hiervoor is men afhankelijk van het vrijwel tegelijkertijd bemachtigen van een geslachtsrijp mannelijk en vrouwelijk dier. In de Gironde is dit in de afgelopen 18 jaar, sinds het begin van het onderzoek van CEMAGREF, slechts eenmaal gelukt, namelijk in 1995. Een deel van de larven is indertijd in de Garonne en Dordogne uitgezet. Bij een toevallige vangst in de toekomst zou ook een deel van de larven in de Rijn kunnen worden uitgezet.

In kweekvijvers heeft men een aantal onvolwassen Atlantische steuren; onder andere van de jaarklasse 1987. Wanneer het in de toekomst lukt om deze dieren te laten paaieren kunnen regelmatig grote aantallen larven beschikbaar komen om in de Gironde en de Rijn uit te zetten. Het is helaas niet mogelijk eieren of sperma van de steur in vloeibare stikstof in te vriezen en te bewaren en zo de kans op succesvolle voortplanting te vergroten.

3) Evenals larven kan ook in kweekvijvers opgegroeide jonge vis van enkele weken oud in de Rijn worden uitgezet. Dit heeft de meeste kans van slagen als ze in de buurt van geschikte foerageerbiotopen worden uitgezet. Van viskwekerijen uit de Wolgadelta is bekend dat met name de eerste weken veel sterfte optreedt onder de jonge vis. Dit kan worden voorkomen door ze enige tijd op te kweken.

Voor het welslagen van het herpopulatieproject is het van belang een zo groot mogelijk aantal larven of jonge vis uit te zetten, bv tienduizend larven per uitzetlocatie per jaar. Het aantal dat kan worden uitgezet is echter vooral afhankelijk van het aanbod.

9.3.2 Periode van uitzetten

De Atlantische steur is een vissoort met een trage reproductie. Pas na 10 jaar zijn de eerste mannelijke dieren geslachtsrijp en voor de vrouwtjes duurt het zelfs nog langer. Het duurt dus minimaal deze periode voordat de in de Rijn uitgezette vis zich zal gaan voortplanten. Om een evenwichtig mogelijke leeftijdsopbouw van de nieuwe populatie te realiseren is het nodig gedurende vele jaren larven of jonge vis uit te zetten. Een periode van bijvoorbeeld 10 tot 12 jaar is voldoende om het stadium dat de dieren onvolwassen zijn te overbruggen. Daarna zijn de eerste dieren geslachtsrijp en is natuurlijke voortplanting in het Rijnsysteem te verwachten. In de jaren daarna komen er steeds meer geslachtsrijpe dieren en moet de populatie in staat worden geacht meer en meer voor eigen aanwas te zorgen.

Hierbij is er vanuit gegaan dat er voldoende larven en/of jonge vis voorhanden zijn om jaarlijks uit te zetten. De praktijk wijst tot op heden uit dat dat niet het

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

geval is. Ook wanneer met onregelmatige tussenpozen van 1 of enkele jaren larven of jonge vis beschikbaar is moet over een lange periode worden uitgezet om zoveel mogelijk verschillende leeftijdscohorten te krijgen.

9.3.3 Geschikte plaatsen om de larven of jonge vis uit te zetten.

De meest geschikte locaties om de larven uit te zetten zijn die plaatsen waar in elkaars nabijheid zowel paaiplassen aanwezig zijn als foerageergebieden voor de jonge dieren. In aanmerking komen:

- In Frankrijk juist beneden de stuw van Iffezheim
- In Duitsland tussen Karlsruhe en Mannheim
- In Duitsland tussen Bingen en Koblenz
- In Duitsland tussen Kalkar en Rees
- In Nederland tussen Millingen en Nijmegen
- In Nederland in de Boven Merwede tussen Werkendam en Gorinchem

De meest geschikte locaties om jonge vis uit te zetten zijn die plaatsen waar voldoende foerageergebieden voor de jonge dieren zijn, of juist stroomopwaarts daarvan.

- In Duitsland tussen Mainz en Bingen
- In Nederland in de stromende nevengeul van Beneden Leeuwen
- In Nederland in de Zuid Hollandse Biesbosch

Om het risico van mislukkingen zo klein mogelijk te maken is het raadzaam (bij voldoende larven en/of jonge vis) op 3 of 4 plaatsen tegelijk dieren uit te zetten.

9.4 De rol van het Wereld Natuur Fonds

Na de presentatie van het voorliggende rapport kan het WNF een belangrijke rol blijven spelen in het vervoltraject. In eerste instantie moet de internationale werkgroep worden opgezet, waar ook het WNF zitting in neemt. Tijdens een bezoek aan de verschillende buitenlandse organisaties kunnen zowel de in dit rapport weergegeven bevindingen in de Rijn ten aanzien van herpopulatie als de plannen voor een samenwerkingsverband worden gepresenteerd. Voor de beide partners zal een Duitse en Franse vertaling van het rapport worden gemaakt. Het internationale gezelschap zal een aantal keren bijeen komen om de verdere stappen voor te bereiden en afspraken te maken over het uitzettingsprogramma. Binnen Nederland zal toestemming moeten worden aangevraagd bij de Natuurbeschermingsraad

Daarnaast is een belangrijke taak voor het WNF weggelegd in het geven van publiciteit aan de Atlantische steur en het herkolonisatieprogramma van de Rijn. Ondanks dat de Atlantische steur al bijna 50 jaar is uitgestorven geniet zij nog steeds een grote belangstelling. Voor een geslaagde uitzetting is het van groot belang dat alle gebruikers van de rivier op de hoogte zijn van de herpopulatie.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Zij kunnen in een later stadium een rol spelen bij het doorgeven van waarnemingen van de Atlantische steur. Wanneer twee jaar na het uitzetten de eerste dieren op zee verwacht kunnen worden is de kans groot dat de zeevisserij een aanzienlijk deel van de dieren zal vangen. Via een uitgebreide voorlichtingscampagne moeten zij op de hoogte worden gebracht over het project.

9.5 Begroting

Aanvraag toestemming Natuurbeschermingsraad

Vertaling

In het Frans

In het Duits

Opzetten internationaal samenwerkingsorgaan

- bezoek aan CEMAGREF
- bezoek aan die Gesellschaft zür Rettung des Störes
- diverse vergaderingen

Opzetten voorlichtingscampagne

- gericht op sportvissers en andere riviergebruikers
- gericht op de zeevisserij
- om bekendheid te geven aan het project onder een breed publiek

directe kosten uitzetting

- bepalen exacte locatie voor uit te zetten larven en jonge vis
- transportkosten vis en larven

opzetten monitoringprogramma

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Literatuur

- Almaça, C. (1988). On the sturgeon, *Acipenser sturio* Linnaeus, 1758, in the Portuguese rivers and sea. *Folia Zoologica* 37, 183-191.
- AquaSense, 1998. Het voedsel en foerageerbiotoop van vissen in de stromende geul bij Opijnen - In opdracht van Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA. Rapportnummer: 98.0972
- Bacalbasa Dobrovici (1991)
- B_n_rescu, P. (1964). Pisces-Osteichthyes. Fauna Republicii Populare Romine. 13 Editura Academiei Rep. Pop. Romina Bucuresti.
- Bauch, G. (1966). Die einheimischen Süßwasserfische. 5. ed. Neumann-Verlag, Radebeul.
- Belyaeva, V.N. & R.P. Matreva, 1965. The food of sturgeon fingerlings in the Volga delta and in the North Caspian Sea. Russische vertaling in Ref. Z.H. Biol. 1966, no 2192.
- Belogurov, A.I., 1939. The nutrition of Acipenseridae in het Caspian sea. *Zool. J. Moscou* 18, 247-273.
- Berg, L.S. 1948. R_b_presn_kh vod SSSR i sopredel'n_kh stran. 4 de. 1. IZd Akad. nauk SSSR, Moskva-Leningrad.
- Bergers, P.J.M., 1991. Voedseloecologie van vissen in de Nederlandse Rijn-takken. Rapportnr. 28-1991, Ecologisch herstel Rijn. RIZA Lelystad. 199 p.
- Brinke, W.B.M. ten, 1997. De bodemsamenstelling van Waal en IJssel in de jaren 1966, 1976, 1984 en 1995. RIZA-rapport 97.009, RIZA, postbus 17, Lelystad.
- Castaing, G., 1963. Peche à l'esturgeon - Mesures de protection dans le département de la Gironde - Rapport DDA, 8p.
- Castelnaud, G., 1988. The sturgeon tagging programma in the Gironde estuary (France): a European dimension. ICES. C.M. 1988/M: 28:1.
- Castelnaud, G., E. Rochard, P. Jatteau & M. Lepage, 1991. Donnees actuelle sur la biologie d' *Acipenser sturio* dans l'estuaire de la Gironde. In: Williot, P. (ed). *Acipenser. Actes du premier colloque international sur l'esturgeon*. Bordeaux 3-6 octobre 1989. 251-275.
- Cemagref (1995). Restauration de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* - Programma d'exécution des operations.
- Cemagref, 1996. Rapport d'étape *Life Sturio*, Etude *Cemagref* n.9, Janvier 1996.
- Cemagref, 1997. Rapport final *Life Sturio*, Etude *Cemagref* Bordeaux (Coord) P. Elie, n.24, avril 1997.
- Chalikov, B.G., 1949. Atlanticheski_osëtr - *Acipenser sturio* Linné. In: L.S. Berg, A.S. Bogdanov, N.I. Kozhin and T.S. Rass (eds.) *Promyslovye ryby SSSR. Opisanija ryb. Pishcepromizdat, Moskva*, pp.69-71.
- Classen, T.E.A., 1944. Estudio bio-estadístico del sturion o sollo del

- Guadalquivir (*Acipenser sturio* L.). Ministerio de Marina, Instituto Español de Oceanografía, Trabajos 19, Madrid.
- C.T.G.R.E.F., 1980. Recueil de données sur l'état des zones de peche et des frayères potentielles de 'esturgeon (*Acipenser sturio*) en Dordogne (Rapport préliminaire, 19 p.) et en Garonne (Rapport préliminaire, 16 p.).
- Deelder, C.L. & A.H. Huussen jr., 1973. Opmerkingen betreffende de kuilvsserij op de voormalige Zuiderzee, voornamelijk in de zestiende eeuw. Holland 5 (5), 221-242.
- Dekker, W. & J. Van Willigen, 1996. Zeldzame vissen in het IJsselmeer. RIVO-rapport C006/96. DLO-RIVO Postbus 68, IJmuiden.
- Dettlaf, T.A., A.S. Ginsburg & O.I. Schmalhausen, 1993. Sturgeon fishes: Developmental biology and aquaculture. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. Pag. 197 -208.
- Doorn Th. H. van, 1977. Mensen vissen vogels Riviervisserij vergane glorie. Uitgave van Van Gorcum Assen/Amsterdam.
- Dreumel, P.F. van, 1995. Slib- en zandbeweging in het noordelijk Deltabekken. Publikatie Rijkswaterstaat, Directie Zuid Holland, Rotterdam.
- Dijk. G.M. van & E.C.L. Martejn (red), 1993. Ecologisch Herstel van de Rijn, van onderzoek naar beleid (1988 - 1992). Rapport no. 50.
- Duncker, G., 1935: Die Fische der Nordmark. Lipsius and Tischer, Kiel und Hamburg.
- Eertman, R. & A. Smaal, 1996. Rotterdam Ecoport, conceptuele benadering en een praktische toepassing van ecologisch herstel. Rapport RIKZ 96.040.
- Ehrenbaum, E., 1894. Beiträge zur naturgeschichte einiger Elbfische. Wiss. Meersunter., N.F. 1, 37-71.
- Ehrenbaum, E., 1923. Die Eider als Störfluss und die Schonung des Störs. Fischerboten Norddeutsche Fisch, 5, 77-83
- Elie, P., E. Rochard & C. Taverny, 1996. Détermination de l'état actuel des zones de frayères - Synthèse des connaissances et perspectives. In: Cemagref, 1996. Rapport d'étape *Life Sturio*, Etude *Cemagref* n.9, Janvier 1996, p76-117.
- Elvira, B., A. Almodovar & J. Lobon-Cervia, 1991. Sturgeon (*Acipenser sturio* L., 1758). in Spain. The population of the river Guadalquivir: A case history and a claim for a restoration programme. In: Williot, P. (ed). *Acipenser*. Actes du premier colloque international sur l'esturgeon. Bordeaux 3-6 octobre 1989. 337-347.
- Flasarová, M. & I. Flasar, 1976. Úlovsky jesetera velkého *Acipenser sturio* v severních Cechách. _IVA 24, 225.
- Fri_, A., 1872. Die Wirbeltiere Böhmens. Ein Verzeichniss aller bisher in Böhmen beobachteten Säugetiere, Vögel, Reptilien Amphibien und Fische. Archiv f. naturwiss. Landesdurchorsch. Böhmen 2 (2), 1-152.
- Fri_, A., 1908. _eskée ryby a jich cizopasníci. 2. ed. Praha.
- Groot, S.J. de, 1992. Herstel van riviertrekvisserij in de Rijn een realiteit? 6. De

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

- steur. De Levende Natuur 93 (1), 14-18.
- Groot, S.J. de, & H.J. Lindeboom (eds), 1994. Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. Nioz-rapport 1994-11, NIOZ, P.O.Box 59, Den Burg.
- Groot, S.J. de, 1989. Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributes with Atlantic salmon (*Salmo salar*). Publications and reports vol. 1989-11 of the project "Ecological Rehabilitation of the river Rhine". RIVO-report: M) 88-205/89.2
- Grubisic, F., 1967: Ribe, rakovi i školjke Jadrana. Jugoriba, Zagreb.
- Guéri & Pustelnik in CEMAGREF, 1996. Premier Rapport d'étape Life Sturio, étude Cemagref no. 9, pag. 118 - 123.
- Haas, A.W. de, 1991. Inventarisatie van en verbeteringsplanning voor de fysieke belemmeringen van de migratie van vis op de grote Nederlandse rivieren. Publicatie 31-1991 van project 'Ecologisch Herstel Rijn'. RIZA, postbus 17, Lelystad.
- Harmans, G., 1988. Vis, schelp- en schaaldieren. Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht.
- Hoek, P.P. C., 1910. De achteruitgang van de steurvisserij onzer Benedenrivieren. Med. Viss. 17, 103-118.
- Holcyk, J. (ed.), 1989. The freshwater fishes of Europe. Vol 1, part II. General introduction to fishes. Acipenseriformes. Aula Verlag Wiesbaden. 471 p.
- Holcyk, J., R. Kinzelbach, L. Sokolov & V.P. Vasilev, 1989. *Acipenser sturio*. In: Holcyk J. (ed). The freshwater fishes of Europe. Vol 1, part II. General introduction to fishes. Acipenseriformes. Aula Verlag Wiesbaden. 367-394.
- Hoogerwerf, G., 1986. Cadmium en zink in brasem (*Abramis brama*) en snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) afkomstig uit de Waal bij Nijmegen. Rapportnr. 265, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. 38 pp.
- Jaskowski, J., 1962. Materialy do znajomosci ichtiofauny Warty i jej doplywow. Fragmenta Faunistica 9: 449-499.
- Jääskeläinen, V., 1917. Om fiskarna och fiket i Ladoga. Finlands Fiskeries 4: 249-332.
- Jego S., 1997. Etat actuel des zones de Frayères - Propositions d'actions de protection et de réhabilitation. In 'Restauration de l'Esturgeon Européen' Rapport final du programme d'exécution, Etude Cemagref no. 24. P 175 -270.
- Jenkins, J.T., 1925. The fishes of the British Isles, London.
- Jouanneau, J. M., 1983. Les oligo-éléments métalliques en zone estuarienne: exemple de la Gironde.
- Kinzelbach, R., 1987. Das ehemalige vorkommen des Störs, *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758), im Einzugsgebiet des Rheins (Chondrostei: Acipenseridae). Zeitschrift f. Angewandte Zoologie 74. 167-200.

- Klausewitz, W., 1974. Die frühere Fischfauna des Untermains. Natur und Museum 104, 1-7.
- Klink, A. 1994. Macro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren. Hydrobiologisch adviesbureau Klink, Wageningen, Rapporten en mededelingen 51.
- Kuderskii, L. A., 1983. Osetrovye ryby v basseinakh Onezhskogo i Ladozhskogo ozër. In: V.V. Pokrovskii (Ed.) Ryby Onezhskogo ozera i ikh khozyaistvennoe ispol'zovanie. Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKH (205). Promrybvod, Leningrad. p. 128-149.
- Kulmatycki, W., 1932. W sprawie zachowania jesiotra v rzekach Polskich. Ochrona Przyrody 12, 8-28.
- Ladiges, W. & D. Vogt, 1979. Die Süßwasserfische Europas bis zum Ural und Kaspischen Meer. Paul Parey, Hamburg und Berlin. 300 p.
- Lagunov, I.I., and K.G. Konstantinov, 1954. Baltiiskii osetr v Belom more. Priroda (3): 113-114.
- Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung. Nordrhein - Westfalen -Dezernate für Fischerei-, 1996. Das Potential des Unteren Niederrheins als Laich- und Bruthabitat des europäischen Störs *Acipenser sturio*. Köln.
- Latouche, C., 1988. La probléme de la contamination en Cadmium des Huîtres de l'estuaire de la Gironde.
- Lebedev, V.D., 1960. Presnovodnaya chetvertichnaya ikhtiofauna evropeiskoi chasti SSSR. Izd. Moskovskoge universiteta, Moskva.
- Lelek A., 1987. The freshwater fishes of Europe. Vol. 9. Threatened fishes of Europe. Aula Verlag Wiesbaden. 343 p.
- Lepage, M. & G. Castelnau, 1989. Etude de l'esturgeon *Acipenser sturio* dans le milieu naturel. Rapport d'activite 1989, CEMAGREF.
- Lepage, M. & E. Rochard, 1997. Estimation des captures accidentelles d'*Acipenser sturio* réalisées en mer. In 'Restauration de l'Esturgeon Europeen' Rapport final du programme d'execution, Etude Cemagref no. 24. P 377-381.
- Letaconnoux, R., 1961. Note sur la fréquence de la distribution des captures d'esturgeons (*Acipenser sturio* L.) dans le Golfe de Gascogne. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 25, 253-261.
- Lobregt, P. & J. van Os, 1977. De laatste riviervissers. Stichting riviervisserij Nederland. Walburg pers. Heerewaarden. 131 p.
- Magnin, E., 1962. Recherches sur la systematique et la biologie des Acipenseridés (*Acipenser sturio* L., *Acipenser oxyrhynchus* Mitchill et *Acipenser fulvescens* RAF.) Annales de la station centrale d'hydrobiologie appliquée - 9. Maitland 1980
- Marquenie, J.M. & W.C. de Kock. 1984. Zware metalen in aquatische systemen. Biologisch en geochemisch onderzoek naar het voorkomen en het gedrag van

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

zware metalen in Nederlandse zoetwatergebieden. Rapport TNO 61p. + bijlagen.

Martens, P.J.M., 1992. De Zalmvissers van de Biesbosch. Een onderzoek naar de visserij op het Bergsche Veld 1421-1869. Bijdragen tot de geschiedenis van het zuiden van Nederland 93, 513 pag.

Marti, W.T., 1939. Biologie de l'esturgeon *Acipenser sturio* de la Mer Noire. J. Zool., 3.

Matveeda, R.P., 1967. Feeding characteristics of young sturgeons and some other fishes in the western regions of the northern Caspian sea. In: The sturgeons of the USSR and their reproduction. Transactions of the Central research Institute of Sturgeon economy (CNIOA) Moscow. Vol 1, 332-139.

Meulenaer T. de & C. Raymakers, 1996. Sturgeons of the Caspian Sea and the international trade in caviar. Published by: Traffic International, Cambridge, UK.

Mohr, E., 1952. Der Stör. Die neue Brehm-bücherei. 67 p.

Mohr, E., 1962. Ganoidei. Störe. In: Demoll, R., Maier H.N. & H.H. Wundsch. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Band IIIb, 233-261.

Muus, B.J. & P. Dahlstrøm, 1966. Zeevissengids. Elsevier. 144 p.

Ninua, N. Sh., 1976. L'esturgeon atlantique de la riviere Rioni. Editions Metsiereba. Tbilisi.

Ninua, N. Sh., & E.A. Tsepkin 1984. Atlanticheskii osetr reki Rioni. Izd. Metsniereba, Tbilisi.

Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987. De vissen van Nederland. KNNV 224 p.

Overmars, W. & W. Bosman, 1995. Steur in de Wolga; Verslag van een bezoek aan de Alexandrovsky steurkwekerij in Trudfront, provincie Astrachan, juni 1993. Laag Keppel, Stroming B.V.

Parsley, J.M. & G.L. Beckman, 1994. White sturgeon Spawning and rearing habitat in the lower Colombia river. North American Journal of Fisheries Management. 14 p812-827.

Prioux, M.G., 1957. L'esturgeon en France. Rivierès et Forêts 6, 39-44.

Redeke, H.C., 1941. De visschen van Nederland. Sijthof, Leiden.

RIZA, 1996 t/m 1998. Nieuwsbrief 1, 2 en 3 van het Project migratie Zeeforel (Sea trout migration). RIZA, postbus 17, Lelystad.

Rochard, E., G. Castelnaud & M. Lepage, 1990. Sturgeons (Pishes: Acipenseridae); threats and prospects. Cemagref. Journal of Fish Biology 37, 123-132.

Rochard E., P. Williot, G. Castelnaud & M. Lepage, 1991. Elements de systematique et de biologie des populations sauvages d'esturgeons. In: Williot, P. (ed). Acipenser. Actes du premier colloque international sur l'esturgeon. Bordeaux 3-6 octobre 1989. 475-507.

Rochard E., M. Lepage, G. Castelnaud, L. Meauze, 1996. Identification et caracterisation de l'aire de répartition marine de l'esturgeons européen *Acipenser sturio*. In: Rapport d'étape *Life Sturio*, Etude *Cemagref* n.9, Janvier 1996 p. 124-138.

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Rochard E., M. Lepage, G. Castelnaud, L. Meauze, 1997. Identification et caractérisation de l'aire de répartition marine de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* à partir des déclarations de captures. In: Rapport final **Life Sturio**, Etude **Cemagref** Bordeaux (Coord) P. Elie, n.24, avril 1997 p273-294.

Rodriguez, F.G., 1962. El esturión del río Guadalquivir. Folleto Informativo (Temas Piscícolas). Servicio Nacional de Pesca Fluvial y Caza.

Roule, L., 1922. Etude de l'esturgeon du Golfe de Gascogne et du bassin girondin. Off. Scient. et Techn. des Pêches Maritimes, Notes et Mémoires 20, 12 p.

Roule, L., 1925. Les poisons des eaux douces de la France. Les Presses Universitaires de France, Paris.

Rijkswaterstaat, 1988. Ecologisch profiel vissen. Referentie toestand, huidige toestand, ecologie, ingreep-effectkennis. Dienst getijden wateren. 8 p.

Rijkswaterstaat, 1989. Rekolonisatiemogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn voor riviertrekvisseren en echte riviervissen: samenvatting van een literatuurstudie verricht door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek. DBW/RIZA nota 89.048.

Rijkswaterstaat, 1990. Jaarboek van afvoeren, waterstanden, golven en waterkwaliteit 1987. Dienst getijdenwateren/Dienst binnenwateren.

Rijkswaterstaat, 1994. Jaarboek Monitoring Rijkswateren. Presentatie van Fysische, Chemische en Biologische kenmerken 1993. 163 p.

Saemundson, B., 1949. Marine Pisces. In: A. Fridriksson et al. (eds.). The zoology of Iceland 4 (72). E. Munksgaard, Copenhagen and Reykjavik 150 p.

Sokolov, L.I. & V.S. Malyutin, 1977. Features of the population structure and characteristics of the spawners of the siberian sturgeon *Acipenser baeri* in the spawning grounds of the Lena river, Journal of Ichthyology. 17(2): 210-218.

Sonneveldt H.L.A. & A.C. Baart, 1997. Berekening van chemische en thermische barrières voor zalmachtigen in het Rotterdams havengebied. Publikatie no. 69-1997 van het project 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas.

Spillman, Ch.J., 1961. Poisons d'eau douce. Faune de France 65, Librairie de la Faculté des Sciences, Paris.

Svetovidov, A.N., 1964. R_b_ Chernogo morya. Izd. nauka, Moskva-Leningrad.

Tesch J.J & J. de Veen, 1933. Die Niederländische Seefischerei. In: Lubbert & Ehrenbaum (ed.). Handbuch der Seefischerei. Band VII, heft 2, 1-103.

Timmermans, G. & M. Melchers, 1994. De steur in Nederland. Natura 7. 155 - 158.

Trouvery, M., 1984. Etude de la pêcherie. Serie esturgeon no. 1. Cemagref.

Trouvery, M., P. Williot & G. Castelnaud, 1984. Biologie et ecologie d'*Acipenser sturio* etude de la pecherie. Etude nr. 17. Serie esturgeon nr. 1. Ministere de l'agriculture Cemagref. 42 p.

Vaate, A. bij de, 1989. Rekolonisatiemogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn voor riviertrekvisseren en echte riviervissen: samenvatting van een

Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

- literatuurstudie. DWB/RIZA nota 89.048, postbus 17, Lelystad.
- Verhey, C.J., 1949. Het voorkomen van steur (*Acipenser sturio*) in de Nieuwe Merwede tussen 1900-1931. De Levende Natuur 52, 152-159.
- Verhey, C.J. (red.), 1961. De Biesbosch, land van het levende water. Hoofdstuk 8. De vissen en de visvangst. Zutphen, W.J. Thieme en Cie: 142 - 146; 249-250.
- Verhey, C.J., 1963. Het voorkomen van de steur (*Acipenser sturio* L.) in Nederland na 1931. De Levende Natuur 66: 15-16.
- Vibert, L., 1945. Les poissons migrateurs dans l'économie piscicole du Sud-Ouest. Bull. franc. Piscicult 136, 121-135.
- Vigaud E., 1979. Liste des frayères - Captures d'esturgeons en Gironde - rapports à la DDA 33.
- Vos, G. & J.P.C. Hovens, 1986. Chromium, nickel, copper, zinc, arsenic selenium, cadmium, mercury and lead in dutch fishery products 1977-1984. Sci. Total Environ. 52, 25-40.
- Wheeler, A., 1969. The fishes of the British Isles and North-West Europe. Michigan State Univ. Press, East Lansing.
- Wheeler, A., 1978. Key tot the fishes of Northern Europe. Publ. F. Warne Ltd. London, 308 p.
- Willot, P. (ed), 1989. Acipenser, Actes du premier colloque international sur l'esturgeon. CEMAGREF, B.P 3, 33610 Cestas Principal.