



Netboy, A., 1980. Salmon, worlds most harassed fish. London, André Deutsch.

Redeke, H. C., 1927. Riverpollution and fisheries. Rapportet proces verbaux des réunions conseil permanent international pour l'exploration de la mer, 43: 1-50.

Solbe, J., 1988. Waterquality for salmon and trout. Atlantic Salmon Trust Pitlockry Scotland: 1-72.

Thibault, M. & R. Billard, 1987. La restauration des rivières à saumons. Hydrobiologie et Aquaculture, Paris. INRA: 1-445.

Thorpe, J. E., 1988. Salmon migration. Science progress Oxford, 72: 345-370.

Ven, G. P. van de, 1976. Aan de wieg van Rijkswaterstaat. Wordingsgeschiedenis van het Pannerdens Kanaal. Gelderse Historische reeks, deel 8. Zutphen. De Walburg pers: 1-438.

Wilkins, N. P., 1985. Salmon stocks: a genetic perspective. Atlantic Salmon Trust, Pitlochry, Scotland: 1-30.

White, H.C., 1942. Atlantic salmon redds and artificial spawning beds. Journal fisheries research board of Canada, 6(1): 37-44.

## Summary

Is the recovery of anadromous fish species in the river Rhine a reality?

### 1. The Atlantic salmon (*Salmo salar*)

The present paper is an overview of a literature study dealing with the past, present and future of the anadromous fish species of the river Rhine. The aim of this study was to assist the authorities with the evaluation if the return of extinct or nearly disappeared river fish species is feasible, either via a natural process or via reintroductions and transfers. Separate sections of the paper deal with the life history, fisheries, disturbances caused by man's activities in the riversystem and try to answer if the return of the species is a reality. For the salmon a considerable improvement of the present day waterquality of the river is needed, also enough resting places for migratory fish along the route to replace the removed islands; shoals, abandoned loops of the river should be installed. This before a careful selection and restocking of natural salmon stock can be formed out of specimens obtained from a wide range of West-European salmonrivers. If crowned with success once Europe's largest salmonriver will again contain the species. That it ever will rise to its old splendour, however, is unlikely.

## Dankwoord

Het artikel is een afgeleide van een studie verricht in opdracht van de Rijkswaterstaat - Dienst Binnenwateren/RIZA te Lelystad en met eigen inbreng van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) te IJmuiden.

Dr. S. J. de Groot  
RIVO  
Postbus 68  
1970 AB IJmuiden

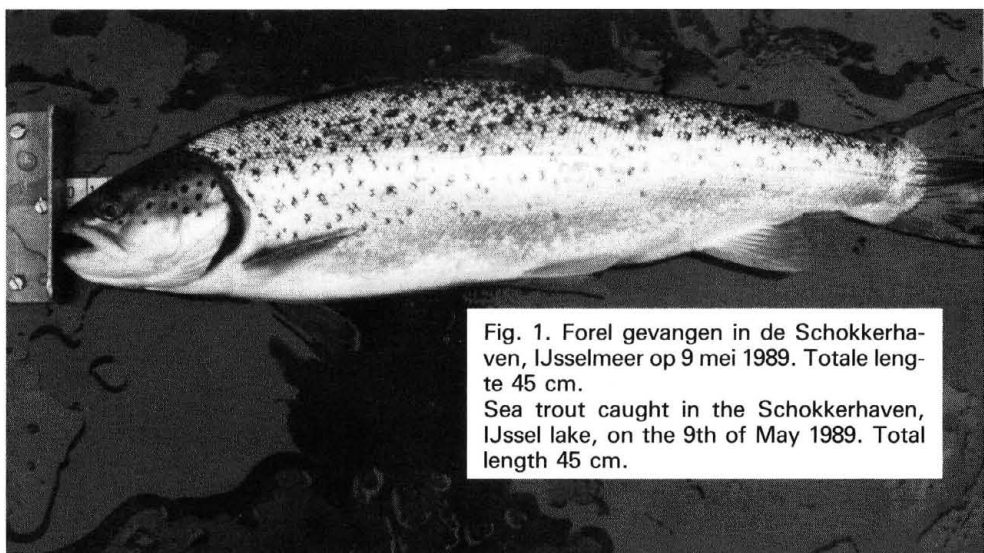


Fig. 1. Forel gevangen in de Schokkerhaven, IJsselmeer op 9 mei 1989. Totale lengte 45 cm.

Sea trout caught in the Schokkerhaven, IJssel lake, on the 9th of May 1989. Total length 45 cm.

Maarten-Jan Heesen

S. J. de Groot

# Herstel van riviertrekvisen in de Rijn een realiteit?

## 2. De Forel (*Salmo trutta trutta*)

In het kader van het nationale onderzoeksprogramma "Ecologisch Herstel Rijn" (EHR) werd een literatuurverkenning, aangevuld met archiefonderzoek, uitgevoerd om een beeld te krijgen van de herstelkansen van een aantal anadrome riviertrekvisen. Dit is het tweede artikel en volgt op het artikel over de zalm (*Salmo salar*) (dit nummer).

## Ecologie

Er komt in Europa een zestal ondersoorten van forellen voor, waarvan de Forel in Noord- en West-Europa voorkomt. Door een aantal deskundigen wordt nog steeds de veronderstelling opgehouden, dat de zeeforel en beekforel afzonderlijke soorten zijn.

In dit artikel zal verreweg de meeste aandacht worden geschonken aan de naar de zee trekkende forel (fig. 1). Gemakshalve zal deze 'zeeforel' genoemd worden en de 'land-locked'-vorm 'beekforel'. Er zijn kruisingen tussen de beide populaties mogelijk. Deze hebben de eigenschap nog éénmaal naar zee te trekken en dan voor altijd terug te keren naar het zoete water.

De zeeforel heeft een typische levenscyclus die veel overeenkomst vertoont met de andere naar zee trekkende zalmachtigen. Een verschil met de zalm is dat forellen niet de Atlantische Oceaan optrekken om de Groenlandse en IJslandse wateren op te zoeken; forellen blijven dicht bij huis. Zij trekken ongeveer 350 km weg van de monding van hun geboorterivier. Voorts vergezel-

len de niet-geslachtstrijpe dieren de geslachtstrijpe dieren bij hun intrek van het zoete water. De niet-geslachtstrijpe dieren voeren zogenaamde dummy-runs uit in estuaria en riviermondingen en benedenstroomse riviergedeelten.

Het paaien vindt plaats in het bovenstroomse deel van de rivier boven grindbeddingen. De dieren kunnen meerdere malen paaien. De forel kan minder goed sterke stromingen in beken verdragen dan de zalm. Bij snelheden boven 60 cm. s<sup>-1</sup> in een beek ontbreekt de forel. De forel is minder gevoelig voor verontreinigingen dan de zalm en is niet uitsluitend op de geurzin aangewezen voor de binnentrek in rivieren.

Het paaiseizoen duurt van november tot en met december. Gepaaid wordt overdag; de paai-bedden hebben dezelfde karakteristieken als die van de zalm. Het vrouwtje bezit ca 2000 eieren per kg lichaamsgewicht. Tijdens de leg gaat ongeveer 2% van de eieren verloren. Per paai-bed worden 700-1550 eieren afgezet. De alevin komt bij 852 daggraden uit het paai-bed. De alevins en parr spreiden zich uit over de bovenloop van de rivier. De dichtheden van de jonge larven variëren van 12-22 per m<sup>2</sup>. Heeft een beek veel schuilgelegenheden dan overleven meer larven. Forellen bezitten een goed ontwikkeld agressief territoriumgedrag. Als schuilgelegenheid dienen stenen en ondergraven oevers. Turbulentie en stroomsnelheid dragen bij om dieren te scheiden. De grote sterfte in deze levensfase is dichtheidsafhankelijk. Hoe helderder een beek of riviertje wordt gemaakt, des te meer zal het territoriaal gedrag van de vissen toenemen en resulteren in een verhoogde mortaliteit. Het gevolg is het voorkomen van forel in lage dichtheden. Gaan we uit van 800 eieren, dan overleven 750 alevins (94%), deze leveren 20 een-jarige vissen (2,7% overleving), deze resulteren in 10 twee-jarige dieren (50%), deze in 5 drie-jarige dieren (50%), deze in 2 vier-jarige dieren (40%). Deze 2 dieren, indien mannetje en vrouwtje, leveren weer 800 bevruchte eieren.

De parr verblijft 1, 2 of 3 jaar in de rivier. In mei van het eerste jaar varieert de dichtheid tussen de 2-7 per m<sup>2</sup> in augustus 1-2 per m<sup>2</sup>. Het smoltificeren kan na 1, 2 of 3 jaar geschieden. In principe verloopt dit proces langs dezelfde lijnen als beschreven in het artikel over de zalm. In de nacht trekken de smolts voornamelijk de rivier af. Het

voedsel in het zoete water is hetzelfde als dat voor de zalm, namelijk insectenlarven, kleine schaaldieren en wormen. Rivieren met veel stenen op de bodem bevatten meer voedsel voor forel dan die met modderbodems. In zee bestaat het voedsel van de zeeforel voornamelijk uit zandspiering (54%), haringachtigen (39%), overige vis (5%) en garnalen (2%).

Smolten die naar zee trekken zijn 17-20 cm lang (50-80 g). Na een jaar verblijf in zee zijn ze 30-40 cm (250-600 g), na twee jaar 50-60 cm (1250-2200 g), na drie jaar 60-70 cm (ca 3 kg) en na vier jaar 70-80 cm (3,5-5,5 kg). De meeste zeeforellen worden na twee jaar geslachtsrijp.

### Visserij

De eerste Nederlandse publikatie over de zeeforel van het Rijnstroomgebied is die van Hoek (1893). Het was in die dagen nog niet duidelijk dat de zeeforel een variant is van de forel die naar zee trekt. Vissers zagen wel degelijk verschillen en overeenkomsten met de zalm, en de grote zeeforel werd derhalve schotzalm (schotje) genoemd. De aanvoer van zeeforel aan Het Kralingse Veer van 1886-1891 bedroeg gemiddeld 594 stuks. Elke maand werden er wel aangevoerd, maar de topaanvoer lag tussen augustus en oktober (J-20; F-22; M-31; A-46; M-29; J-13; J-29; A-96; S-146; O-114; N-4; D-44). De vangsten aan zeeforel waren niet groot. Hoek zegt hierover: "Es werden verhältnismässig wenige Meerforellen bei uns gefangen; selbst in einem guten Lachsjaahr schwerlich mehr als tausend Stück". De gemiddelde lengte van de gevangen dieren was net 50 cm en zij wogen ongeveer 1 kg.

Bekijken wij echter de aanvoeren van zeeforel in 1919, dan blijken er hoge aanvoeren in mei en september-november te zijn. In het najaar trekken de zeeforellen, ook de niet-paaiers, de rivier op om deze in april-mei weer te verlaten, een beeld dat sterke gelijkenis heeft met de zalm. Het vangen van zeeforellen het hele jaar door, duidt erop dat de optrek van mei/juni tot januari/februari duurt en het terug naar zee zwemmen plaats vindt van januari/februari tot mei/juni.

Een groot aantal zeeforellen ontsnapt aan de visserijstatistiek: dit is niet een verschijnsel van deze dagen. In 1920 lezen wij reeds "met betrekking tot den aanvoer van zeeforellen zij nog opgemerkt, dat nog steeds een betrekkelijk

groot aantal der gevangen schotjes niet aan publieke markt wordt verkocht en daardoor aan de statistiek ontsnapt".

Hoe dit ook zij, het is mogelijk gebleken met de publikatie van Hoek en de aanvoercijfers van de Visscherij-inspectie, later Afdeling Visscherijen en Directie van de Visserijen, een overzicht te geven van de aanvoer van zeeforel van 1886-1986. Uit deze grafiek (fig. 2) blijkt dat de jaarvangsten sterk schommelen, maar dat een achteruitgang niet te constateren valt. Van Ruremonde (1988) verklaart in zijn historisch overzicht over de veranderingen van de visfauna in het Nederlandse rivierengebied, dat er een sterke terugloop van de zeeforel in de Rijn valt waar te nemen. Hiertegen valt aan te voeren dat het aantal vanginrichtingen voor vis, thans nog in bedrijf, een fractie is van het aantal dat er de eerste dertig jaren van deze eeuw in bedrijf was. De proefvisserijen waren niet representatief om als middel te dienen voor een bestandsschatting. De vermeldingen van zeeforelvangsten door de beroepsvisserij zijn incidenteel en laten geen andere conclusies toe, dan dat de zeeforel in dat jaar gezien is op de rivier.

De belangrijkste ingreep voor alle riviertrekvisserijen is de afsluiting van de zeegaten van Z.W. Nederland. De vraag is in hoeverre de dieren deze barrières (sluizen, duikers, e.d.) nog kunnen passeren. Het is zeker van belang dat te weten. Een dag- en nachtvisserij met zeer grote netwerken, in het juiste seizoen kan mogelijk een antwoord op deze vraag geven.

Het feit dat de forel nog steeds voorkomt in onze wateren, m.n. het IJsselmeer, kan veroorzaakt worden door ingrepen in de natuur, zoals uitzettingen en loslatingen. In België, zuidelijk Nederland en Duitsland zetten tal van hengelvverenigingen forellen uit in hun wateren. Er bestaat nooit de volledige zekerheid met een standpopulatie van beekforel te maken te hebben. Een zeker percentage van de beekforel kan zich na enkele jaren opgroei manifesteren als een naar zee trekkende soort. Het voorkomen van forellen in bv. de Grens Maas (Nederland) en Maas (België) (Philippart, 1987, 1988) kan volledig verklaard worden met dieren afkomstig van uitzettingen of van kruisingen met zeeforellen (de hybride trekt nog eenmaal naar zee). Maar ook als men zeeforel in rivieren wil uitzetten, blijkt een deel niet naar zee te trekken (tot 10% volgens Tisser (1987)).

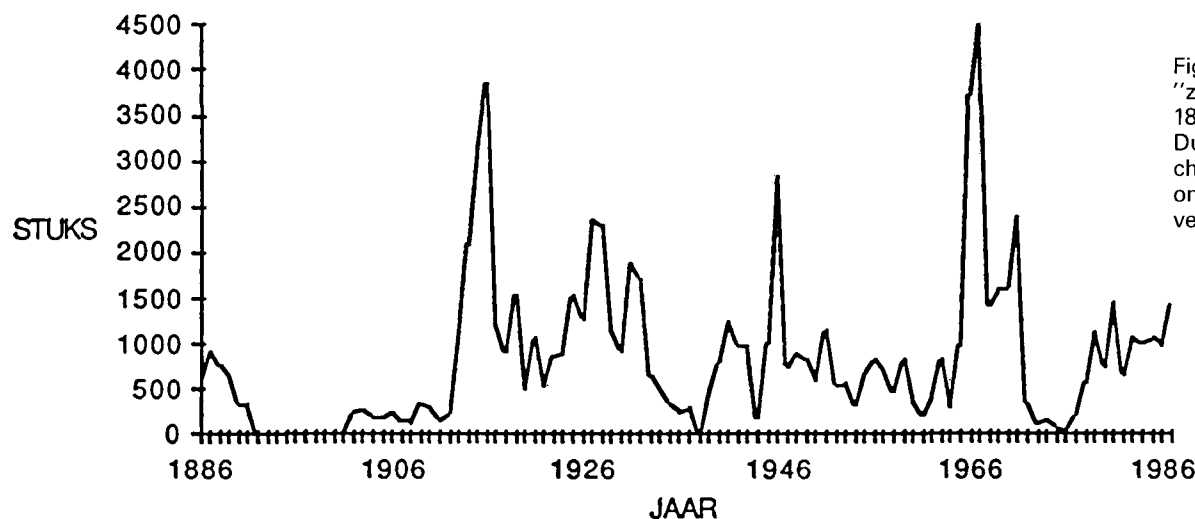


Fig. 2. De Nederlandse "zee"-forelvangsten 1886-1986. Dutch sea trout catches 1886-1986 (based on data RIVO archives).

Het voorkomen van zeeforel in het IJsselmeer is mogelijk terug te voeren tot dieren die via de Rijn en IJssel hierin terecht zijn gekomen en daar blijven hangen in de monding van de rivier en in de buurt van de IJsselcentrale. Ook kunnen zeeforellen naar binnen zijn gekomen door de in-/uitlaat bij Kornwerderzand en Den Oever. Het feit dat er een intensieve visserij op het IJsselmeer wordt uitgeoefend en een visserij op de rivieren vrijwel ontbreekt, kan suggereren dat forel alleen in groten getale in het IJsselmeer voorkomt en dat het meer als forel-levang fungeert. Dit is echter waarschijnlijk onjuist; voor het voorkomen van zeeforel op de rivieren ontbreken vrijwel de gegevens.

### De hypothese van Thorpe

De door Thorpe ontwikkelde hypothese over het trekgedrag van forel is van groot belang (Thorpe, ter perse). Met deze verklaring wordt het voorkomen van forel in zowel de Nederlandse (Rijn, Maas) als Belgische en Duitse kust- en binnenwateren veel duidelijker en aannemelijker. Het was reeds veel onderzoekers opgevallen dat er geen wezenlijke verschillen zijn tussen beek- en zeeforel. Reeds Day (1887), hoewel zelf tal van forelsoorten aannemende (!), kan niet ontkennen dat de verschillen soms erg onduidelijk zijn. Hij vermeldt ook de waarnemingen van "wat andersdenkenden". Zo ook W. Anderson Smith (p. 173, 174 noot), die aanneemt dat zeeforel mengt met beekforel, maar dan komt tot de verrassende uitspraak "... while we could not find a single point of specific distinction between the silvered specimens amongst the shoals of sea trout and their darkcoulered congeners in the burns. We have also taken in certain

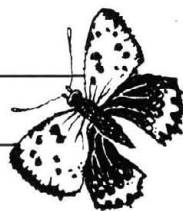
streams fishes which we should have called sea trout for their complete absence of silver colouring, the markings pointed to them as bull trout. Those we are disposed to consider sea trout that have remained long in fresh water, and lost their silver coat, as the *Salmo fario* acquires it in salt water". Thorpe gaat uit van een "oertype" zalmachtige, een zeevis, die voor het paaien het zoete water opzoekt, daar hier de jongen de beste kansen hebben om te overleven. Het ouderdier keert na het paaien weer terug naar zee. De zeevis, een pelagische soort, had een zilverkleurige huid om zich zo goed mogelijk te maskeren voor predatoren. Voortplanting is het primaire doel van een vis. Hoe eerder in het leven dit kan geschieden des te gunstiger is het. Een zekere minimale afmeting is hiervoor noodzakelijk.

Als er door het dier gekozen moet worden tussen voortplanting of groei, zal het eerste gekozen worden. Is het niet mogelijk, dan zal het dier verder groeien tot het weer voor deze keuze wordt gesteld (denk aan zalm, grilse één-zeewinter, zalm twee of meer zee-winters). Door een verdere specialisatie wist de "oerzalm" zich aan te passen aan het zoete water. De zilverkleuring was nu echter een nadeel. Het dier viel er juist meer door op. Het dier werd nu donkerder, kreeg een schutkleur in het zoete water. Kon de vis nu in goede conditie het gehele jaar in zoet water verblijven tot de volgende voortplantingsperiode, dan was er bij voldoende voedselaanbod en juiste milieu-eisen (temperatuur, enz.) geen noodzaak dit zoete water te verlaten. Het was voor de gespecialiseerde "oerzalm" niet noodzakelijk erg groot te zijn om zich te kunnen voortplanten. Wij kunnen dit voortdurend

verblijf in het zoete water bij zalm onder andere waarnemen bij de precocious male parr en bij de landlocked vormen. Maar ook de beekforel is te zien als een verder ontwikkelde vis, waarvoor het niet noodzakelijk is terug te keren naar zee. Net als de parr van de zalm is het een volledige zoetwatervis. Zijn de voorwaarden ten aanzien van de milieu-eisen of het voedselaanbod niet optimaal of onvoldoende, dan zal de vis het zoete water verlaten: het verkregen specialisme werkt nu echter nadelig. De bruinachtige schutkleur, de fysiologische aanpassingen aan het voortdurende verblijf in het zoete water moeten teniet gedaan worden. De trekdrang gaat zich manifesteren en de kleur gaat weer lijken op die van het "oertype", dat wil zeggen de zilverkleuring treedt weer op. Bij het in zee komen verandert de vis volledig in een zeedier. De "smoltifikatie" is compleet. In zee zal het groeiproces de overhand hebben tot zich weer het "venster" voordoet waarin het dier kan kiezen aan het voortplantingsproces deel te nemen waarvoor hij opnieuw het zoete water moet opzoeken.

Een onderbouwing van de hypothese (Thorpe geeft er veel meer in zijn artikel) is het experiment dat Zalewski in 1985 in Polen uitvoerde. Dit experiment hield in het uitzetten van "beek"-forellen uit een meer in de Tatra, waar ze al duizenden jaren voorkomen als "landlocked" omdat er wel rivieren in uitkomen en het meer slechts water verliest door verdamping - in meren die behoren tot het riviersysteem van de Vistula. In deze meren komen eigen forelpopulaties voor, die echter als het voedselaanbod terugloopt naar de Oostzee trekken (zeeforel). De in het meer uitgezette Tatra-forellen werden, evenals de tot het





meer behorende forellen, zilverkleurig en trokken weg. Ondanks duizenden jaren isolatie hadden zij het vermogen om terug te vallen in een ander gedragspatroon niet verloren.

## Conclusie

De consequentie van de hypothese van Thorpe is dat het voorkomen van zeeforel in met name de Rijn en de Maas in een geheel ander licht komt te staan. Het waarnemen van zilverkleurige forellen in Noord-Rijn-Westfalen of in de Grens Maas is geen enkel bewijs dat het gaat om forellen die vanuit zee daar naar toe zijn gezwommen. Het kunnen van "beek"forel-populaties afkomstige dieren zijn die niet in staat zijn zich gedurende het gehele jaar in hun habitat te handhaven en deze daarom verlaten. Hun kleed verandert dan van bruin-groenachtig naar zilverkleurig.

Ook het voorkomen van zeeforellen in de benedenloop van de rivieren (Maas, Lek, Merwede) of in het estuarium van Rijn-Schelde zegt weinig over het feit of deze dieren al dan niet naar binnen willen trekken. In tegenstelling tot de zalmen vertonen de in zee voorkomende jonge forellen de zg. "dummy runs"; de meer kustgebonden forellen, en vooral de niet-geslachtsrijpe dieren, zwemmen met de geslachtsrijpe dieren een eindje mee het zoete water binnen om het daarna weer te verlaten.

Natuurlijk zullen forellen vanuit zee het zoete water binnenzwemmen, maar hoe en in welke mate dit ook voor de Nederlandse situatie opgaat, is onduidelijk; de grillige vangstcijfers zouden hiervoor een aanwijzing kunnen zijn. Alleen op grond van electroforetisch onderzoek en het aantonen van oliën in het vetweefsel van eenduidige mariene oorsprong in dieren die hoog bovenstrooms gevangen zijn, kan aangetoond worden dat forellen vanuit zee nog de Maas en Rijn binnentrekken.

## Evaluatie

Het is niet vast te stellen of de zeeforel in Nederland echt is verminderd gedurende de laatste 100 jaar. Aanvoerstatische gegevens geven geen inzicht meer door het feitelijk wegvallen van de beroepsvisserij op de rivieren. Hengelaars zullen een steeds groter deel van de beschikbare zeeforellen vangen in vergelijking met de beroepsvisserij.

De vanuit zee naar binnen trekende forel paait, volgens de huidige

fragmentarische kennis die wij over de soort bezitten, niet in Nederland. Of dit wel geldt voor België is onwaarschijnlijk, daar het waarnemen van zilverkleurige forellen kan worden verklaard met de hypothese van Thorpe. Hetzelfde geldt voor in West-Duitsland waargenomen "zee"-forellen. Het voorkomen van forel in het IJsselmeer zou zijn oorsprong kunnen hebben in het loslaten van forellen in het stroomgebied van de Rijn, maar ook kunnen forellen vanuit de Waddenzee tijdens het spuien naar binnen getrokken zijn. In enkele delen van Nederland komen nog inheemse beekforellen voor. De soort komt weinig voor in de rivieren, maar het IJsselmeer bevat vermoedelijk redelijke aantallen. In de kustwateren worden regelmatig forellen gevangen; van deze dieren is geen herkomst bekend. Gezien het zwerfgedrag van de forel in de kustwateren kunnen deze dieren zowel vanuit Frankrijk als uit Denemarken of Noord-Duitsland afkomstig zijn.

Maatregelen die genomen dienen te worden ten behoeve van de herintroductie van de zalm zijn eveneens noodzakelijk om de stand van de zeeforel in het stroomgebied van de Rijn te bevorderen. Het opbouwen van een "Rijn-ras" is niet noodzakelijk, omdat een dergelijk ras waarschijnlijk nooit bestaat heeft.

## Literatuur

Day, F., 1887. British and Irish Salmonidae. London, Edinburgh. Williams and Norgate: 173-174.

Groot, S. J. de, 1989. Deelrapport-Forel. Literatuurstudie naar rekolonisatie-mogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn door rivierrèkvisseren en de echte riviervissen RIVO-MO 88 - 206/89.1. Tevens verschenen in publikaties en rapporten van het project Ecologisch Herstel Rijn 12: 1-10.

Hoek, P. P. C., 1893. Über die Meerforelle des Rheingebietes. Zeitschrift für Fischerei 1: 3-20.

Phillippart, J. C., 1987. Histoire de l'extinction et problématique de la restauration des Salmonidés migrants dans la Meuse. In: Restauration des rivières à saumons. Paris. INRA: 125-137.

Phillippart, J. C., 1988. Fish and their environment in large European river ecosystems. The river Meuse. Sciences de l'Eau 7(1): 115-154.

Ruremonde, R. van, 1988. Veranderingen van de visfauna in het Nederlandse rivierengebied, een historisch overzicht. Doctoraalscriptie 87. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen/RWS-DBW/RIZA: 9 (1-65).

Thorpe, J. E. (ter perse). Sea trout: an archetypal life history strategy for *Salmo trutta* L. In: Sea Trout Symposium, Oban, Scotland June 1987.

Tisser, J., 1987. Restauration d'une rivière à truites de mer, la Touques. Perspectives d'avenir. In: Restauration des rivières à saumons. Paris, INRA: 387-392.

## Summary

Is the recovery of anadromous fish species in the river Rhine a reality?

### 2. The trout (*Salmo trutta trutta*)

Plans to reintroduce salmon (*Salmo salar*) in the river Rhine gave rise to the "Ecological Rehabilitation of the River Rhine" programme. This programme is a joint effort of the Ministries of Public Works and Transport, of Agriculture and Fisheries and of Housing, Physical Planning and Environment. As a part of this programme a literature survey was carried out on the anadromous fish species, present or once inhabiting the river Rhine and Meuse systems. This contribution deals with the trout (*Salmo trutta*).

Catch-data show that from 1886-1986 "sea"-trout inhabits the waters of the Rhine in changing numbers. Most trouts are caught from August to October, but trout is caught during the whole year. An assumed downfall of the trout can not be concluded from the collected data. It is unclear if migrating trout return to their spawning grounds in Belgium or West-Germany. Downstream migrating smolts may originate from release or landlocked stocks ("brooktrout"). In the latter it is known that up to 10% of landlocked trout may develop into the migrating form. Large sea trout caught in the estuaries and downstream part of the riversystem, may be specimens just only entering these waters for a short stay and then return to sea again. The large numbers of trout on the IJssel Lake originate either from wandering specimens entering from the Waddensea (sluices at Den Oever and Kornwerderzand) or came down from upstream via the river IJssel into the lake. It is unknown if "sea"-trout can pass the artificial barriers, virtually blocking the entry into the riversystem of Rhine and Meuse (Delta works). Fish has to pass an overspill system nor designed for them, with a strong underflow (up to 6 m.s.<sup>-1</sup>) and part of the year the barriers are closed.

## Dankwoord

Het artikel is een afgeleide van een studie verricht in opdracht van de Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA te Lelystad en met inbreng van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) te IJmuiden.

Dr. S. J. de Groot  
RIVO  
Postbus 68  
1970 AB IJmuiden