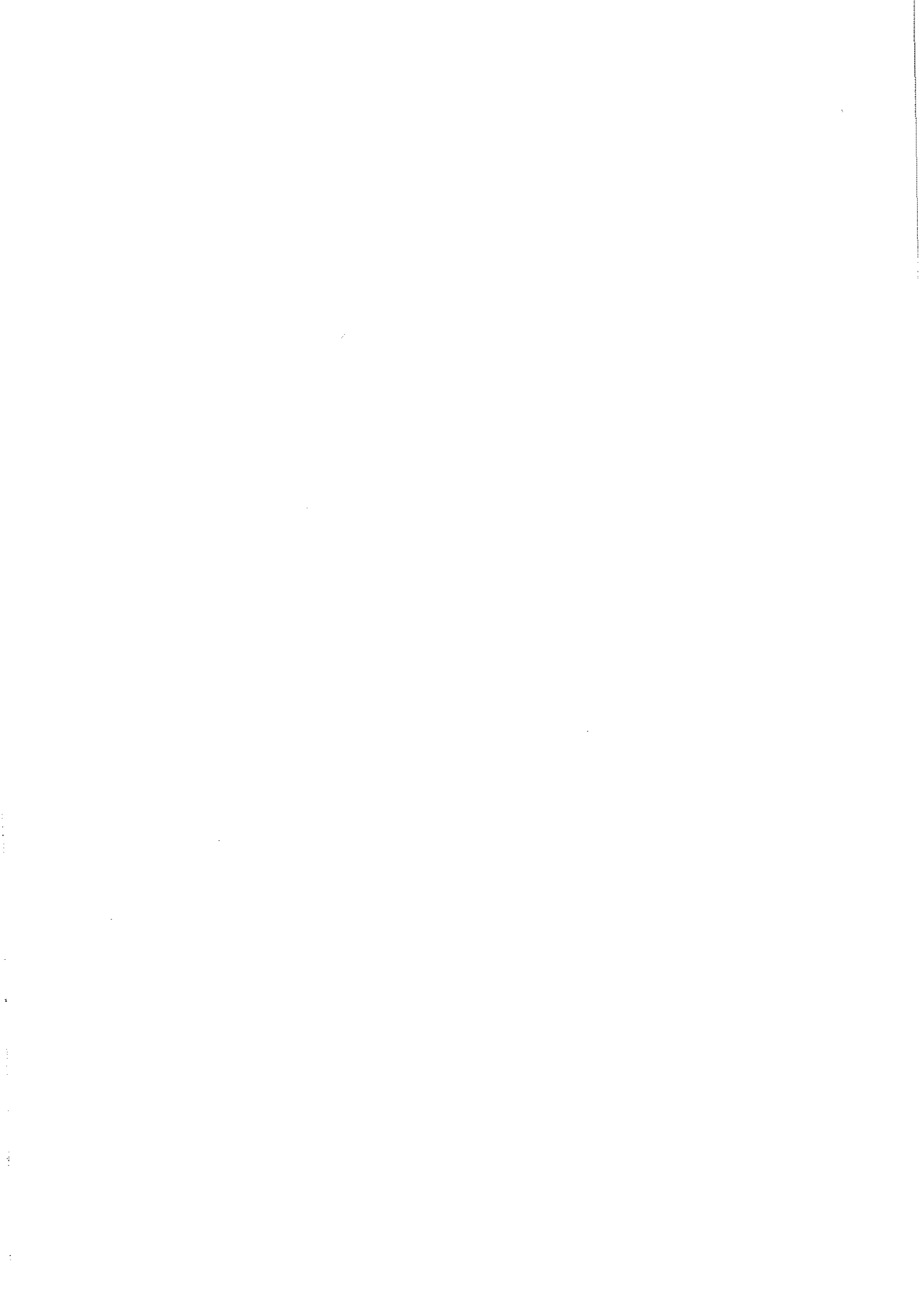


RIVO-Rapport

Schatting van de groei van Zeeforel tijdens de zoutwaterfase in Nederland

H.V. Winter, R. ter Hofstede & J.J. de Leeuw

RIVO-Rapport C015/01
Maart 2001



RIVO Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet: postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: C015/01

Schatting van de groei van Zeeforel tijdens de zoutwaterfase in Nederland

H.V. Winter, R. ter Hofstede & J.J. de Leeuw

Opdrachtgever: RWS-RIZA
Postbus 17
8200 AA LELYSTAD

Project nummer: 999.00033

Contract nummer: 38474/WSE

Akkoord: Dr. A.D. Rijnsdorp
Hoofd Afdeling Biologie & Ecologie

Handtekening:



Datum:

Maart 2000

Aantal exemplaren: 25
Aantal pagina's: 26
Aantal tabellen: 4
Aantal figuren: 7
Aantal bijlagen: -

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn
geregistreerd in het
Handelsregister Centraal
Nederland nr. 09098104 BTW
nr. NL 808932184B09.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave:

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Materiaal & Methoden	7
2.1 Bemonstering 'Zeldzame vis IJsselmeer'	7
2.2 'Monitoring Zoete Rijkswateren' met behulp van zalmsteken	8
2.3 Literatuurgegevens	8
2.4 Schatting van de groei tijdens zoutwaterfase	9
3. Resultaten	13
3.1 Bemonstering op het IJsselmeer	13
3.2 Zalmsteekbevissingen in de Rijntakken en Maas	13
3.3 Schatting van de groei tijdens de zoutwaterfase in Nederland	17
4. Discussie en aanbevelingen	21
5. Referenties	25

Samenvatting

De forel (*Salmo trutta* L.) kent een ingewikkelde levenscyclus, waarbij binnen populaties verschillende strategieën naast elkaar kunnen voorkomen. De paai vindt plaats in de bovenlopen van rivieren, waarna de juvenielen op de rivier opgroeien. Hierna kunnen twee strategieën optreden: de vis blijft op de rivier als standvis voor de verdere levensduur (verschijningsvorm beekforel) of de vis trekt naar zee (verschijningsvorm zeeforel). Na een groeifase in estuaria en kustwateren keert de zeeforel terug naar de bovenlopen van de rivier om te paaien. De groei tijdens de zoutwaterfase is groter dan tijdens de zoetwaterfase en zeeforellen worden aanmerkelijk groter dan beekforellen.

In het kader van het project 'Migratie Zeeforel' van het RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Rijkswaterstaat) wordt in dit rapport een schatting gemaakt van de groei van Nederlandse zeeforel gedurende de zoutwaterfase van hun leven. Deze schatting is gebaseerd op zeeforeldata verzameld binnen de projecten 'Zeldzame Vis IJsselmeer' en 'Monitoring Zoete Rijkswateren', en aangevuld en vergeleken met gegevens uit de literatuur over de groei van zeeforel gevangen in de Rijn bij Iffezheim, twee Normandische rivieren en 25 Noorse rivieren.

Gebaseerd op de lengte-toename van cohorten zeeforellen op het IJsselmeer die in de tijd konden worden gevolgd en schubaflezingen van zeeforellen die gevangen zijn in de Rijn bij Iffezheim is geschat dat de zeeforel in de Nederlandse kustwateren 26 cm groeit tijdens het eerste jaar van de zoutwaterfase (3,4 cm/maand gedurende juni t/m oktober en 1,3 cm/maand gedurende november t/m mei), en 14 cm in het tweede en derde jaar (juni-oktober: 1,7 cm/maand, en november-mei: 0,6 cm/maand). De groei geschat uit de vangsten op het IJsselmeer sluit goed aan op de groei zoals gevonden voor de bij Iffezheim gevangen zeeforellen. De groei van zeeforel in Nederland is vergelijkbaar met die in Normandië en aanmerkelijk groter dan in Noorwegen.

Nadelen van het schatten van groei op basis van lengtefrequentie verdelingen kunnen worden ondervangen door een deel van de ruim drieduizend beschikbare schubben van het IJsselmeer (en zo mogelijk aangevuld met schubben van optrekkende paarijpe zeeforellen in de Rijn en Maas) te analyseren. Daarnaast maken deze schubaflezingen het mogelijk om andere parameters die van belang zijn om het herstel van salmonidenpopulaties in kaart te brengen. Daarbij valt te denken aan populatiestructuur, aantal zoetwater- en zoutwaterjaren, de sterfte tijdens de zeefase en het aantal malen dat gepaaid is.

1. Inleiding

De forel (*Salmo trutta* L.) kent een complexe levensgeschiedenis, waarbij binnen populaties verschillende strategieën naast elkaar kunnen voorkomen (Jonsson 1985; L'Abée-Lund *et al.* 1989). De paai vindt plaats in grindrijke bovenlopen van rivieren, waarna de larven en juvenielen ('parr' genoemd) op de rivier opgroeien. Hierna kunnen twee strategieën optreden: de gehele verdere levensduur wordt op de rivier doorgebracht (residente strategie, verschijningsvorm '**beekforel**', morph '*farid*') of er vindt stroomafwaartse migratie plaats naar zee (gedurende het voorjaar), waarbij de juvenielen van kleur veranderen ('smolt') en verder groeien in estuaria en kustwateren (anadrome strategie, verschijningsvorm '**zeeforel**', morph '*trutta*'). Na een groeifase op zee keert de zeeforel terug naar de bovenlopen van de rivier om te paaien, waarbij het overgrote deel terugkeert naar de rivier van geboorte (sterke 'homing'). Ook onvolwassen zeeforellen kunnen rivieren optrekken zonder te paaien (zogenaamde 'dummy runs'). De groei tijdens de zoutwaterfase is groter dan tijdens de zoetwaterfase en zeeforellen worden aanmerkelijk groter dan beekforellen.

In het kader van het project 'Migratie Zeeforel' van het RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Rijkswaterstaat) wordt in dit rapport een schatting gemaakt van de groei van Nederlandse zeeforel gedurende de zoutwaterfase van hun leven. Deze schatting is gebaseerd op zeeforel-data verzameld binnen de RIVO-projecten 'Zeldzame Vis IJsselmeer' (in opdracht van RWS Directie IJsselmeergebied en het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, Directie Visserij) en 'Monitoring Zoete Rijkswateren' (in opdracht van het RIZA en het Ministerie van LNV, Dir. Visserij), en aangevuld en vergeleken met gegevens uit de literatuur over de groei van zeeforel in Noordwest Europa.

2. Materiaal & Methoden

2.1 Bemonstering 'Zeldzame vis IJsselmeer'

De zeeforel-data die in dit rapport worden gebruikt zijn grotendeels afkomstig uit het in 1994 gestarte project 'Zeldzame vissen in het IJsselmeer', dat sinds 1994 in opdracht van Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij door het RIVO wordt uitgevoerd. In dit programma wordt een indruk verkregen van de aanwezigheid van zeldzame soorten in het IJsselmeer door opkoop van binnen de commerciële visserij als bijvangst aangetroffen migrerende soorten.

Op de zes afslagplaatsen rondom het IJsselmeer is een diepvrieskist geplaatst waarin beroepsvissers tegen vergoeding bijgevangen zeldzame vissen, waaronder forel, opslaan. De forellen worden voornamelijk gevangen in grote fuiken langs de oever, en in mindere mate in schietfuiken en staand want. De grote fuiken worden ingezet gedurende een lange periode, van april tot december, waardoor trends gedurende een groot deel van het jaar vastgesteld kunnen worden. Er is in de afgelopen jaren hierover uitgebreid gerapporteerd (o.a. Dekker & van Willigen, 1996; 1997; 1998; Hartgers & van Willigen, 1999; 2000).

Het aantal door beroepsvissers ingeleverde zeeforellen in het IJsselmeer bedraagt over de periode najaar 1994 tot en met najaar 2000 in totaal 3745 individuen. In tabel 1 is het aantal gevangen forel per maand uitgezet voor de jaren 1994-2000. De vangsten zijn het hoogst in de maanden mei en juni en in de maanden oktober en november.

Tabel 1: Aantal Zeeforel gevangen per maand als bijvangst in het IJsselmeer in de periode 1994-2000.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Januari		4			1	3	32
Februari		3		6	1	2	24
Maart		1	34	5			6
April		1	7	9	55	81	92
Mei		76	28	126	750	844	375
Juni		72	60	56	244	288	139
Juli		151	20	103	63	147	30
Augustus		79	7	8	25	26	29
September	1	40	12	3	13	11	3
Oktober	10	45	11	10	24	45	16
November	22	27	13	21	13	190	53
December	6	4	14	2	14	65	24
Totaal	39	503	206	349	1203	1702	823

NB: In dit rapport wordt de aanduiding IJsselmeer in algemene zin gebruikt voor het gehele beheersgebied: IJsselmeer en Markermeer. Indien de afzonderlijke wateren worden bedoeld wordt dit expliciet vermeld.

2.2 'Monitoring Zoete Rijkswateren' met behulp van zalmsteken

Tevens is gebruik gemaakt van visstandsmonsters in de diverse Rijntakken en de Maas door middel van zalmsteekbevissingen als onderdeel van het monitoringsprogramma 'de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL)'. Deze bemonsteringen zijn specifiek gericht op stroomopwaarts migrerende vissoorten en worden uitgevoerd door ingehuurde beroepsvissers.

Zalmsteken zijn grofmazige fuiken met een gestrekte maaswijdte van 14 cm vooraan, aflopend tot 7 cm achter in het net. De fuiken zijn met de opening tegen de stroom in neergezet en voorzien van een schutwand welke tot de oever loopt.

In deze rapportage is de data van de jaren 1997-1999 gebruikt, waarbij gedurende zes weken in juni/juli en zes weken in oktober/november op de volgende locaties is gevist (Hartgers *et al.*, 1998; Stam *et al.*, 1999; Winter *et al.*, 2000):

- IJssel/Nederrijn, op de splitsing van Nederrijn en IJssel (aan de oostoever).
- Lek, benedenstrooms van de stuw te Hagenstein (aan de noord- en zuidoever).
- Waal, ter hoogte van Woudrichem en Gorinchem.
- Maas, benedenstrooms van de stuw Lith en in de vistrap (stroomopwaarts).

2.3 Literatuurgegevens

Gegevens over de groei van forel in zoetwater (zowel van beekforel als de zoetwaterfase van zeeforel) zijn ruimschoots aanwezig, o.a. Elliot (1994) geeft hiervan een overzicht. Data over de groei van zeeforel tijdens de zoutwaterfase zijn veel schaarser. Dit Voor Noordwest Europa zijn met name de forelpopulaties in de rivieren langs de gehele Noorse kust goed onderzocht (L'Abée-Lund *et al.* 1989, Jonsson *et al.* 1991, Økland *et al.*, 1993). Dichter bij Nederland zijn een tweetal studies uitgevoerd gebaseerd op schubaflezings van zeeforellen die gevangen zijn in de Rijn nabij Iffezheim (Roche 1992) en twee kleine rivieren, de Orne en de Tourques, in Normandië (Richard & Bagliniere 1990).

De zoutwaterfase begint nadat de zeeforellen als smolts stroomafwaarts migreren (meestal gedurende april-mei). In dit rapport wordt de groei tijdens de zoutwaterfase uitgedrukt per **zeejaar**, welke de periode van juni tot mei omvat. De volgende bronnen bleken geschikt voor berekeningen van de groei van zeeforel tijdens de zoutwaterfase:

(a) Rijn, Iffezheim

In 1989 en 1990 zijn in de Rijn nabij Iffezheim door sportvissers 22 zeeforellen gevangen tijdens de stroomopwaartse paaitrek (Roche 1992). Aan de hand van schubanalyse is de leeftijd bepaald en het aantal jaren in zoetwater en het aantal jaren in zoutwater (gebaseerd op methode volgens Richard & Bagliniere 1990, en Jonsson 1985). Twaalf individuen migreerden naar zee als smolt na 1 jaar, de overige tien na 2 jaar. Zeven individuen hadden 2 groeiseizoenen op zee (1+ zeejaar)

doorgebracht, dertien 3 groeiseizoenen (2+ zeejaren) en twee 4 groeiseizoenen (3+ zeejaren). De totale lengte van deze vissen is uitgezet tegen het aantal zeejaren in fig.1.

(b) Orne en Tourques, Normandië

In een onderzoek gedurende 1981-1988 in twee Normandische rivieren zijn vele duizenden zeeforellen gevangen. Door Richard & Bagliniere (1990) wordt aan de hand van de schubben van 45 individuen de methodiek van schubanalyse geïllustreerd: leeftijdsbepaling, aantal zoetwaterjaren, aantal zoutwaterjaren en 'paaimerken' te herkennen aan een sterke slijtage aan de buitenzijde van de jaarring. Van elk individu is de totale lengte en het aantal zoetwater- en zeejaren gegeven. Van deze groep werden 28 individuen smolt na 1 jaar en 17 na 2 jaar. Het aantal zeejaren varieerde van 1 tot 6, waarbij met name de oudere individuen meerdere jaarringen met 'paaimerken' laten zien. De totale lengte van deze vissen is uitgezet tegen het aantal zeejaren in fig. 1. Aangezien de schubben als voorbeelden worden aangehaald is het onzeker in hoeverre deze representatief zijn voor de groei binnen de totale zeeforelpopulatie in beide rivieren.

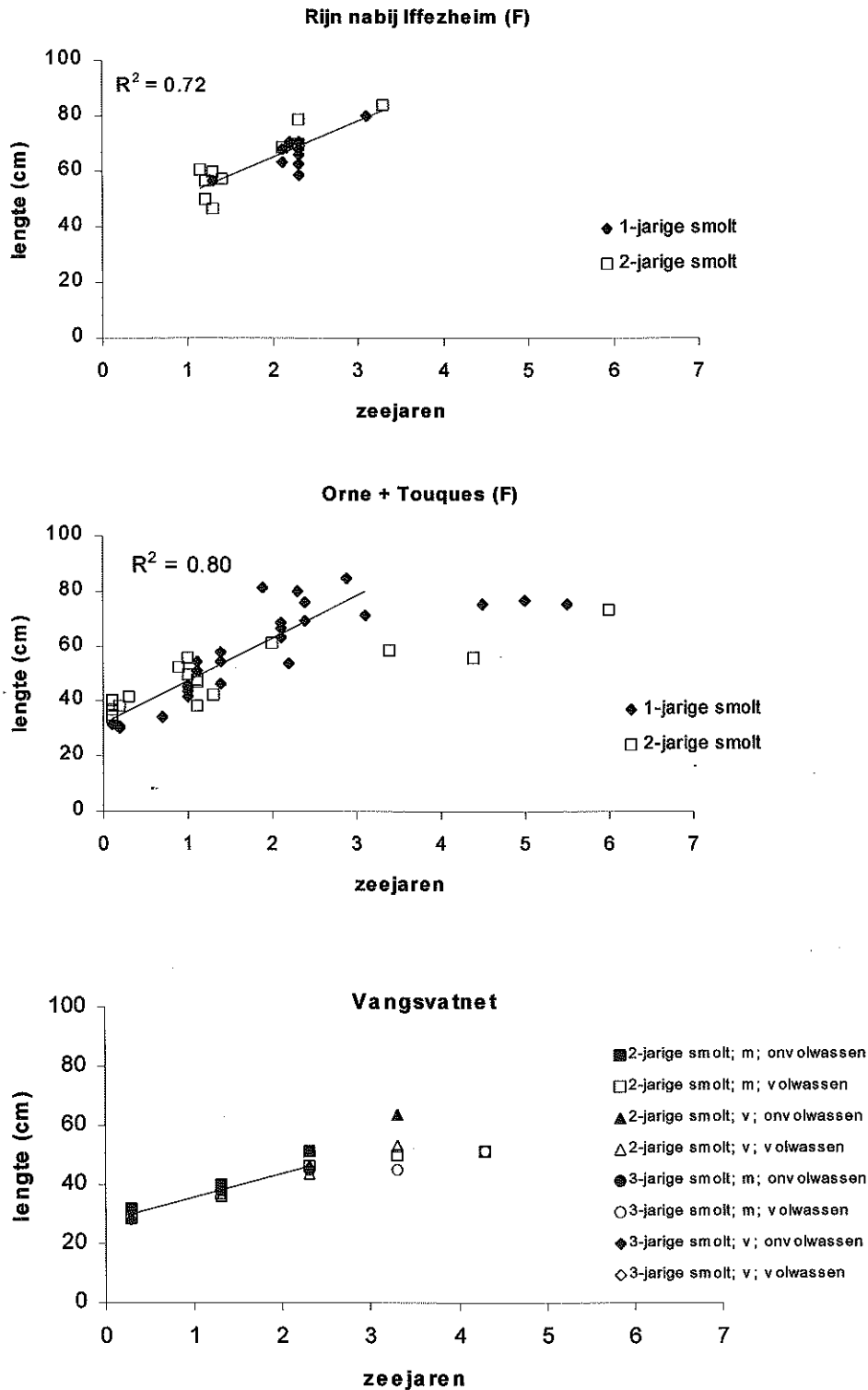
(c) Noorse rivieren

In Noorwegen zijn forelpopulaties met migrerende individuen van 25 rivieren onderzocht langs de gehele kust, van Oslo tot boven de poolcirkel (L'Abée-Lund *et al.* 1989, Jonsson *et al.* 1991, Økland *et al.*, 1993). De leeftijd waarop zeeforel smolts werden varieerde van 1 tot 8 jaar, waarbij de zeeforellen in de zuidelijke rivieren meestal na 1-3 jaar smolt werden en in het noorden na 3-8 jaar. De groei tijdens het eerste zeejaar varieerde van een lengtetoeename van gemiddeld 20,4 cm voor zeeforellen nabij Oslo tot 9,4 cm in het noorden. Voor de forelpopulatie in de Vangsvatnet is de groei tijdens de zee fase in meer detail onderzocht (Jonsson 1985), de resultaten zijn samengevat in fig. 1.

In alle bovengenoemde zeeforelpopulaties verloopt de groei tijdens het tweede en derde zeejaar bij benadering lineair, waarna deze lijkt af te vlakken in de Normandische en Noorse rivieren. Daarbij is het aantal individuen met meer dan vier zeejaren in alle gevallen uitermate gering (fig. 1).

2.4 Schatting van de groei tijdens zoutwaterfase

Op basis van de lengtesamenstellingen van de vangsten op het IJsselmeer zijn cohorten geïdentificeerd, welke gedurende het fuikenseizoen en tussen jaren kunnen worden gevolgd (zie ook Dekker & van Willigen 1996; Hartgers & Van Willigen 2000). Met een cohort wordt in dit rapport een groep zeeforellen met een gelijk aantal zeejaren bedoeld, d.w.z. cohort 1 is de groep zeeforellen tijdens het eerste zeejaar, cohort 2 tijdens tweede zeejaar etc. Een cohort kan uit meerdere jaarklassen zijn opgebouwd.



Figuur 1. De lengte van zeeforel per zeejaar voor de Rijn bij Iffezheim (Roche 1993), twee rivieren in Normandië (Richard & Bagliere 1990) en de Vangsvatnet in Noorwegen (Jonsson 1985). Per figuur is de leeftijd aangegeven waarop de individuen smoltificeerden (duur van de zoetwaterfase)

Aangezien de grootste aantallen in de periode mei-juni en oktober-november worden gevangen, wordt uit de gemiddelde lengte per cohort in mei/juni en oktober/november, de lengte-toename per cohort gedurende de zomer (mei-oktober), winter (oktober-mei), en per jaar berekend (mei-mei). Het eerste cohort welke in april-juni in de vangst komt (Hartgers & Van Willigen 2000), bestaat uit smolts welke vermoedelijk via de IJssel stroomafwaarts zijn gemigreerd, en die zeer waarschijnlijk 1 of 2 jaar bovenstrooms op de Rijn hebben doorgebracht (gebaseerd op het bovengenoemde onderzoek in de Rijn bij Iffezheim, Roche 1992).

Voor 6 Noorse rivieren is aangetoond dat de leeftijd waarop forel smoltificeert geen invloed heeft op de lengtetoename tijdens het eerste zeejaar (L'Abée-Lund 1994). Met andere woorden, ongeacht het aantal jaren dat de zoetwaterfase heeft geduurd groeien zeeforellen tijdens het eerste zeejaar even hard. Hierdoor is het legitiem om de lengtetoename van de cohorten (ondanks het feit dat deze waarschijnlijk uit twee jaarklassen bestaan) te volgen in de tijd, en zo de groei per cohort per zeejaar te bepalen. Bij deze benadering is het noodzakelijk de volgende aannames te maken: 1) de samenstelling en herkomst van de zeeforellen per cohort blijft gelijk in de tijd en 2) de zeeforellen migreren via de spuisluisen in de Afsluitdijk tussen zoet en zout water in beide richtingen, zodat de groei van de zeeforellen die gevangen worden op het IJsselmeer representatief is voor de groei die tijdens de zoutwaterfase is gerealiseerd.

De lengte-toename per cohort van de IJsselmeerdata wordt vergeleken met de lengtesamenstelling van de zeeforel gevangen met de zalmsteken in de Rijntakken en met de data uit de literatuur. Op basis hiervan wordt een schatting van de groei tijdens de zoutwaterfase van zeeforel in Nederland gemaakt.

Binnen het programma 'Zeldzame Vis IJsselmeer' zijn 6 zeeforellen teruggevangen welke op de Waddenzee gemerkt zijn tijdens het transponderproject 'Migratie Zeeforel' van het RIZA (Breukelaar *et al.* 1998) en 9 forellen die zijn uitgezet in de Duitse Nette, een zijrivier van de Rijn nabij Koblenz, waarbij 2 zeeforellen die na 14 en 20 maanden zijn teruggevangen (Hartgers & Van Willigen 2000). De andere 7 werden kort na uitzetting (2-6 maanden) als smolts op het IJsselmeer gevangen, waarbij de gemiddelde groei op de rivier tijdens de winter voorafgaand aan de terugvangst 1.0 cm/maand bedroeg. Voor elk van de teruggevangen zeeforellen is uit de lengte en datum bij uitzet respectievelijk terugvangst de groei per maand berekend en vergeleken met de geschatte groei.

3. Resultaten

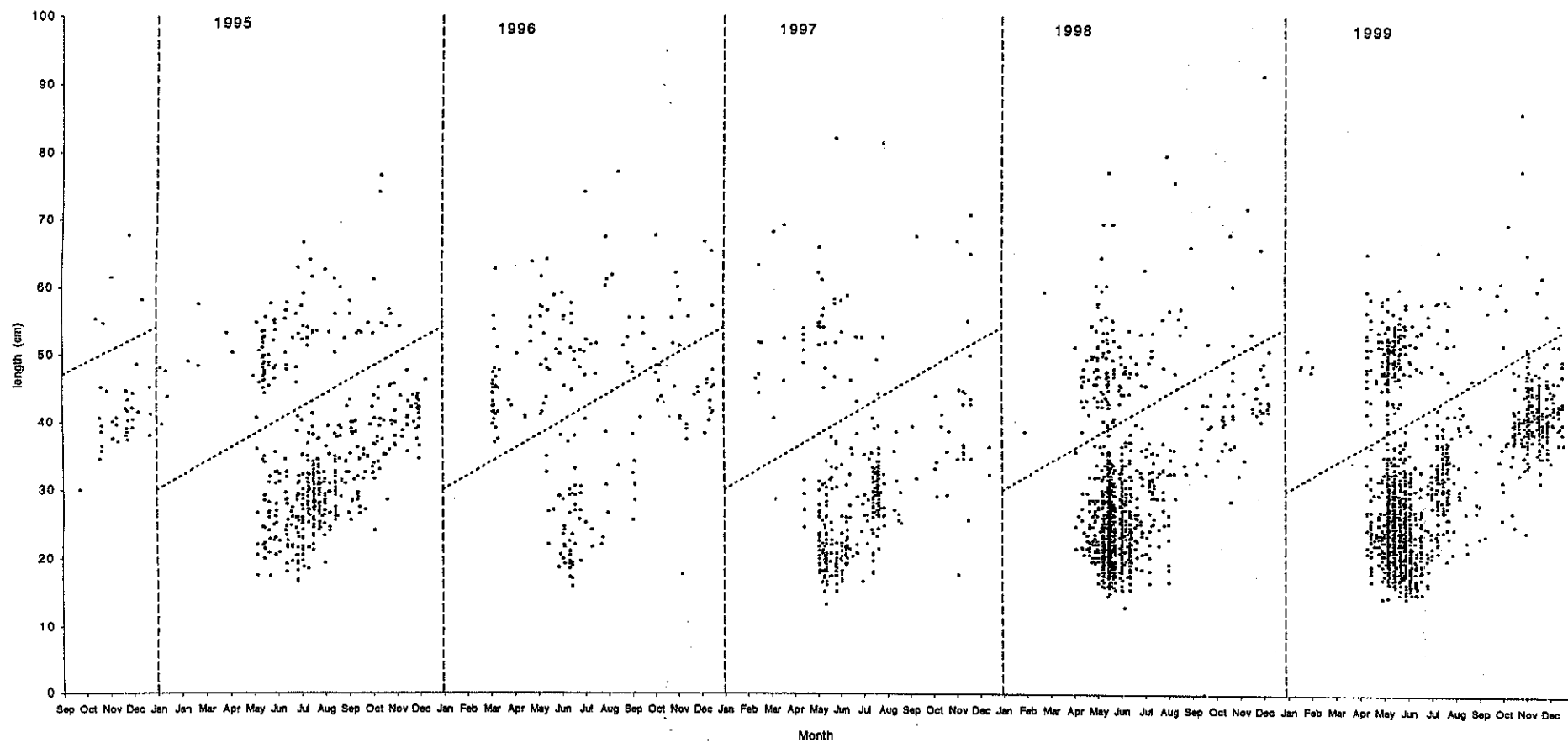
3.1 Bemonstering op het IJsselmeer

De lengte van de gevangen forellen in de tijd gedurende de periode september 1994 - december 1999 is weergegeven in fig. 2. De meeste forellen worden gevangen tijdens het seizoen waarin met grote fuiken wordt gevist (april-december), tijdens de wintermaanden worden slechts enkele met name grote zeeforellen gevangen in staand want. Voor de maanden mei-juni en oktober-november, wanneer de grootste aantallen worden gevangen, is de lengtefrequentie verdeling per jaar weergegeven in fig. 3. Met name in het voorjaar zijn voor de meeste jaren duidelijk twee cohorten te onderscheiden. Het eerste cohort betreft in mei-juni forellen < 40 cm, het tweede cohort forellen 40-60 cm.

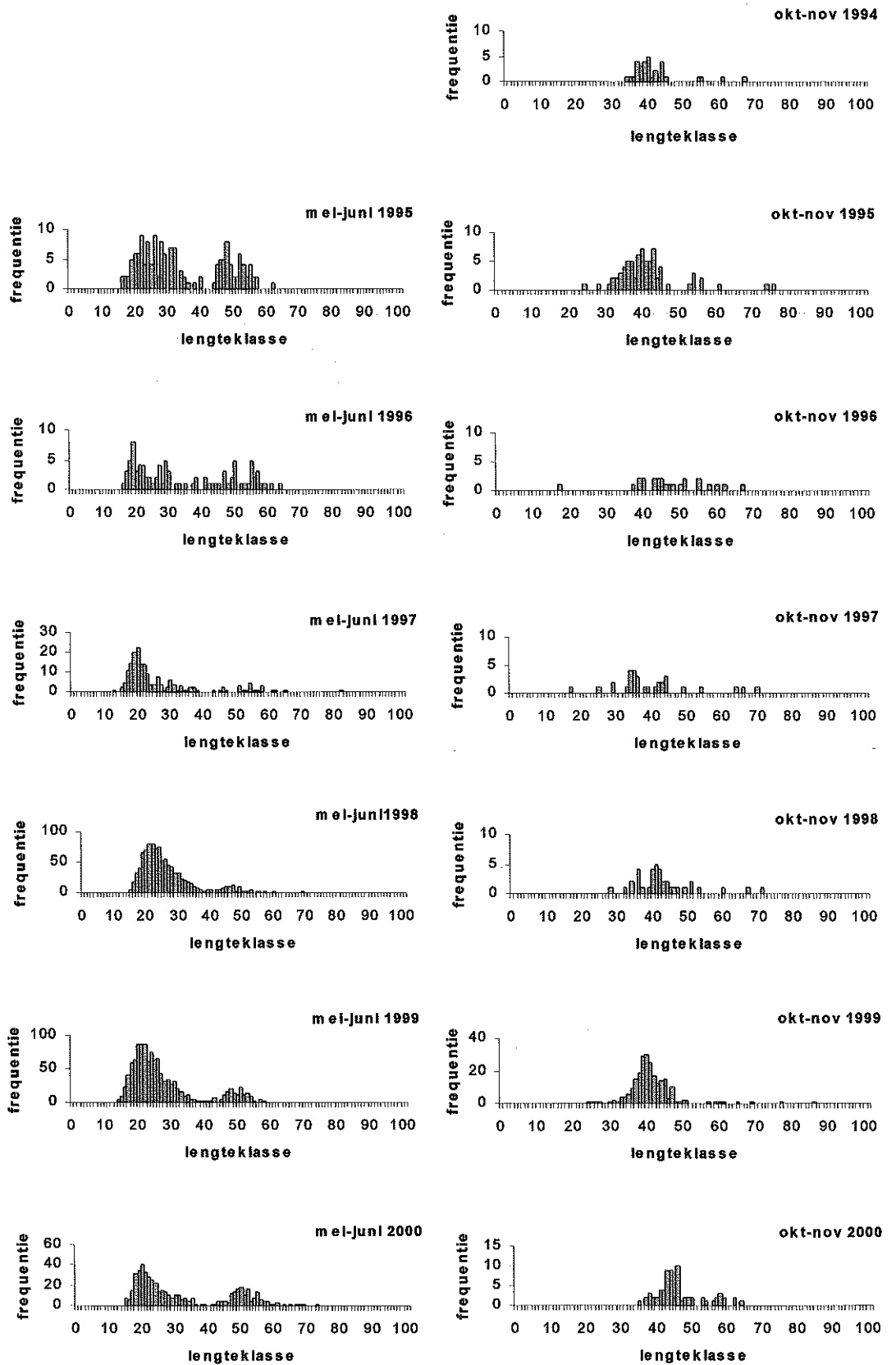
Wanneer we de opeenvolging van de cohorten over de jaren beschouwen in de periode mei-juni (fig. 3), lijkt een relatief zwak eerste cohort te resulteren in een zwak tweede cohort in het jaar daarop (1996→1997), terwijl een sterk eerste cohort wordt gevolgd door een sterk tweede cohort in het daaropvolgende jaar (1998→1999 en 1999→2000). Gemiddeld sterke eerste cohorten worden opgevolgd door gemiddeld sterke tweede cohorten in het volgende jaar (1995→1996 en 1997→1998). Er is een sterk positief verband tussen de vangstaantallen in cohort 1 en de vangstaantallen in cohort 2 in het daaropvolgende jaar (fig. 4). Dit ondersteunt het idee dat cohort 1 in een jaar en cohort 2 in het daaropvolgende jaar uit dezelfde groep zeeforellen komen.

3.2 Zalmsteekbevissingen in de Rijntakken en Maas

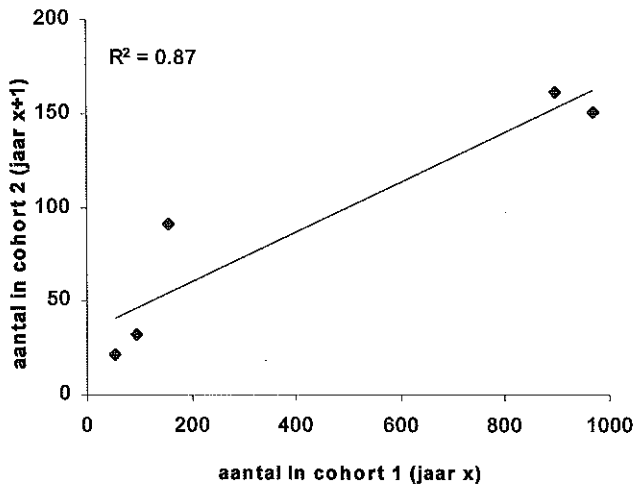
Voor de perioden juni-juli en oktober-november van de jaren 1997-1999 zijn de lengtefrequentie verdelingen van de gevangen zeeforellen weergegeven in fig. 5. In de zalmsteken werden beduidend grotere zeeforellen gevangen (grootste exemplaar mat 101 cm) dan op het IJsselmeer. Door de grote maaswijdte worden forellen kleiner dan 40 cm niet efficiënt gevangen en de vangstaantallen forellen beneden de 40 cm zijn dan ook klein. Voor de forellen groter dan 40 cm zijn geen duidelijke cohorten te onderscheiden. Het merendeel van de optrekkende zeeforellen heeft een lengte van 50-70 cm.



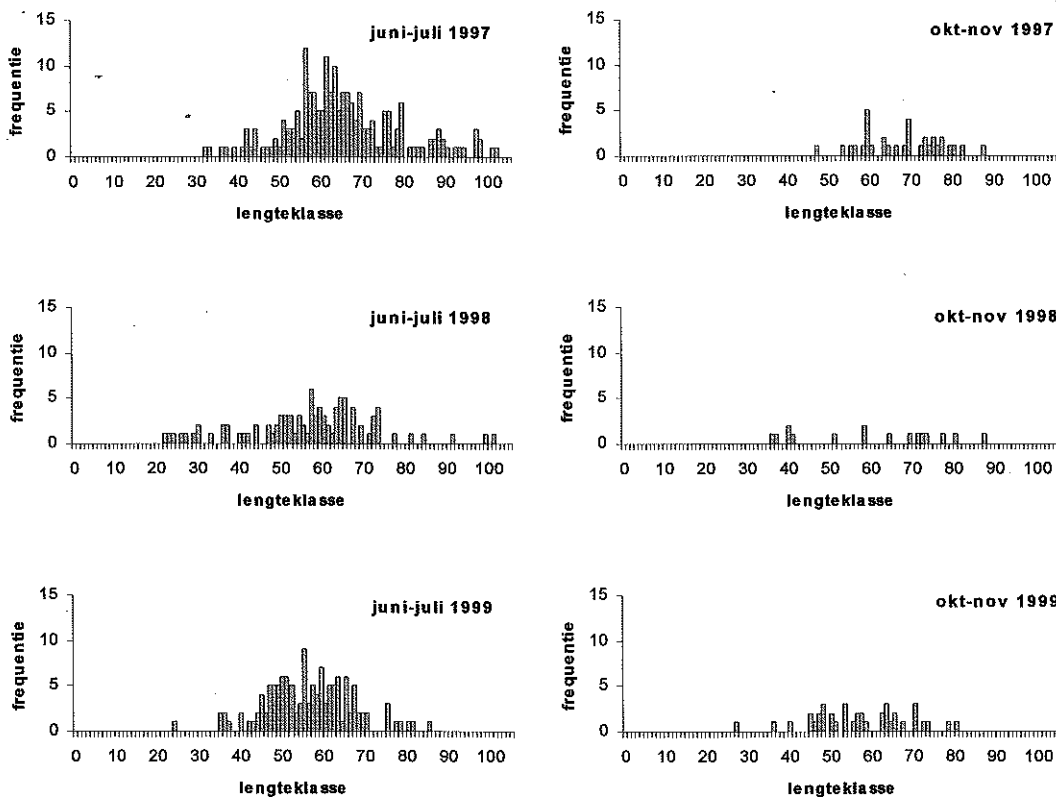
Figuur 2: De lengte van zeeforellen gevangen als bijvangst binnen de commerciële visserij op het IJsselmeer als functie van de vangstdatum (gestippelde lijn geeft de grens tussen het eerste en tweede cohort aan, zie tekst voor meer details)



Figuur 3. Lengteverdeling van zeeforel gevangen in het IJsselmeer per jaar en periode



Figuur 4. De vangstaantallen van cohort 1 uitgezet tegen de vangstaantallen van cohort 2 in het daaropvolgende jaar in de periode mei-juni.



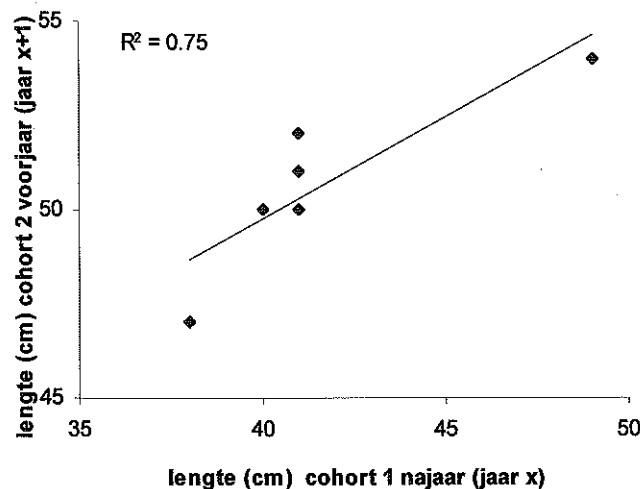
Figuur 5. Lengteverdeling van de zeeforel gevangen in zalmsteken in de Rijn en Maas.

3.3 Schatting van de groei tijdens de zoutwaterfase in Nederland

De gemiddelde lengte voor cohort 1 in mei-juni en oktober-november en cohort 2 in mei-juni in het IJsselmeer zijn voor elk jaar gedurende 1994-2000 berekend (Tabel 2). De tussenjaarlijkse variatie in gemiddelde grootte van cohort 1 in mei-juni is zeer gering, terwijl de variatie van cohort 1 in oktober-november en cohort 2 in mei-juni beduidend groter is. Er is een sterk verband tussen de gemiddelde lengte van cohort 1 in het najaar en de gemiddelde lengte van cohort 2 in het daarop volgende voorjaar (fig. 6). Dit is een tweede ondersteuning van het idee dat opeenvolgende cohorten uit dezelfde groep zeeforellen komen.

Tabel 2: Gemiddelde lengte per cohort per jaar en periode.

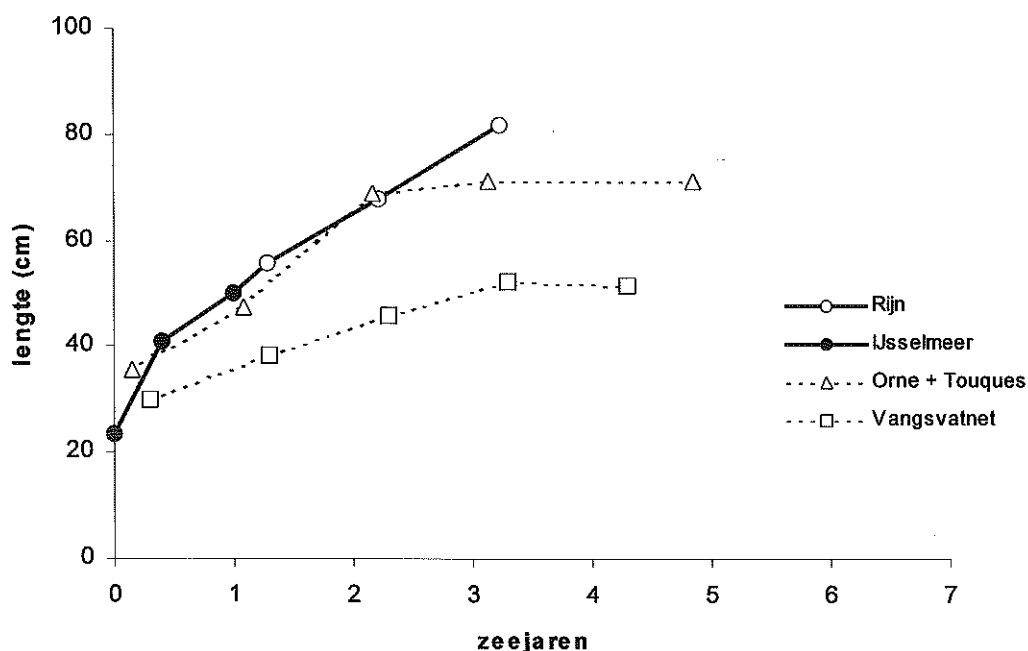
jaar	cohort 1, mei-juni gem lengte \pm SD (cm)	cohort 1, okt-nov gem lengte \pm SD (cm)	cohort 2, mei-juni gem lengte \pm SD (cm)
1994		40 \pm 3	
1995	26 \pm 5	41 \pm 7	50 \pm 4
1996	24 \pm 6	49 \pm 8	52 \pm 6
1997	23 \pm 5	38 \pm 6	54 \pm 6
1998	24 \pm 5	41 \pm 5	47 \pm 4
1999	24 \pm 5	41 \pm 5	50 \pm 4
2000	23 \pm 5	47 \pm 7	51 \pm 5



Figuur 6. De gemiddelde lengte van cohort 1 in het najaar uitgezet tegen de gemiddelde lengte van cohort 2 in het daaropvolgende voorjaar.

Van cohort 2 in oktober-november en van eventuele cohorten 3 en verder zijn de vangsten zo gering of ontbreken zelfs volledig dat hiervan geen gemiddelde lengte is te bepalen. De data op het IJsselmeer staan dus toe om een schatting te maken van de groei tijdens het eerste zeejaar. Wanneer de gemiddelde lengte tegen het aantal zeejaren over de gehele periode 1994-2000 zoals gevonden op het IJsselmeer wordt gecombineerd met de gemiddelde lengte

tegen zeejaren zoals gevonden in de Rijn bij Iffezheim over de periode 1988-1990, blijken beide datasets een vloeiende groeicurve op te leveren (fig. 7).



Figuur 7. Groei van zeeforel tijdens de zoutwaterfase in drie gebieden. De Rijn (IJsselmeerdere data gecombineerd met Iffezheimdata), Orne en Tourques in Normandië en de Vangsvatnet in Noorwegen.

De geschatte groei tijdens de zoutwaterfase van de 'Rijn-zeeforel' komt grotendeels overeen met de groei van zeeforellen in Normandië, vooral tijdens de eerste drie zeejaren, en is beduidend hoger dan de groei van de zeeforellen zoals gevonden in de Noorse Vangsvatnet (fig. 7). Gebaseerd op de gecombineerde groeicurve van 'Rijn-zeeforel' is de gemiddelde lengte en groei per zeejaar geschat (26 cm/jaar voor het eerste zeejaar; 14 cm/jaar voor daaropvolgende zeejaren, Tabel 3). Onder de aanname dat de verhouding tussen de groei gedurende mei-oktober en oktober-mei zoals gevonden voor het eerste zeejaar (3,4 resp. 1.7 cm/maand) ook geldt voor de daaropvolgende zeejaren, is vervolgens de gemiddelde groei per maand tijdens de periode mei-oktober (1,7 cm/maand) en oktober-mei (0.6 cm/maand) voor het tweede en derde zeejaar berekend (Tabel 3).

Tabel 3: Geschatte groei 'Rijn-zeeforel'.

zeejaar	0	1	2	3
gem lengte mei-juni (cm)	24	50	64	78
gem lengte okt-nov (cm)	41	59	73	
groei per zeejaar (juni t/m mei) (cm)		26	14	14
groei juni t/m okt (per maand) (cm)	3.4	1.7	1.7	
groei nov t/m mei (per maand) (cm)		1.3	0.6	0.6

De vangstdata, lengtes, gemeten groei en geschatte groei van de zes op het IJsselmeer teruggevangen zeeforellen met transponders en twee teruggevangen zeeforellen die gemerkt zijn in de Duitse Nette zijn weergegeven in Tabel 4. Voor de zeeforellen met transponders is de gemeten groei geringer dan de geschatte groei. Voor de teruggevangen zeeforellen uit de Nette lijkt de gemeten groei overeen te komen met de geschatte groei.

Tabel 4: Terugvangsten op het IJsselmeer van gemerkte zeeforellen.

tag nr	datum uitzet (dd-mm/jj)	datum terugvangst (dd-mm-jj)	groei tijd (mnd)	lengte bij uitzet (cm)	lengte bij terugvangst (cm)	groei werkelijk (cm)	groei geschat (cm)
Data transponderexperiment in de Rijn							
044	15-03-99	07-06-99	3	45.9	48.3	2.4	3.7
309	15-03-99	26-05-99	2	48.3	49.2	0.9	3.2
341	07-04-99	24-06-99	3	48.2	47.3	-0.9	3.7
344	21-04-99	31-05-99	1	43.5	43.1	-0.4	1.8
280	24-02-00	12-09-00	7	43.5	44.7	1.2	10.1
359	23-03-00	21-11-00	8	49.0	58.2	9.2	12.8
Data uitzetproject in de Nette							
	19-03-98	19-05-99	14	20.3	47.3	27.0	28.0*
	24-11-97	14-07-99	20	25.6	64.5	38.9	35.3*

* Uitgaande van een groei van 1.0 cm/maand tijdens de winter op de rivier voordat deze als smolt stroomafwaarts migreert (Hartgers & van Willigen 2000)

4. Discussie en aanbevelingen

Met een geschatte groei van gemiddeld 26 cm tijdens het eerste zeejaar is de zeeforelpopulatie die de Nederlandse kustwateren benut snel groeiend vergeleken met andere zeeforelpopulaties (fig. 7). Deze hoge groeisnelheid sluit aan bij de trend in groeisnelheid zoals gevonden voor zeeforelpopulaties langs de Noorse kust, waarbij tijdens het eerste zeejaar de lengte-toename oploopt van 9,4 cm in Noord Noorwegen tot 20,4 cm in Zuid Noorwegen nabij Oslo (L'Abée-Lund *et al.* 1989). De geschatte groei voor Nederlandse zeeforel met een lengtetoeename van 14 cm voor het tweede en derde zeejaar komt overeen met de groei zoals gevonden in twee Normandische rivieren (fig. 7). Na het derde zeejaar lijkt de groei in zowel de Noorse Vangsvaknet als de Normandische rivieren af te vlakken, waarbij de aantallen zeer klein zijn. Bovendien zijn de schubben van zeeforellen uit Normandië gepresenteerd als voorbeeld voor de analysemethodiek en daardoor zijn deze wellicht minder representatief voor de groei in deze rivieren. Gezien het vrijwel ontbreken van gegevens voor de groei vanaf het vierde zeejaar, is de schatting in dit rapport beperkt tot de eerste drie zeejaren.

De groeischatting uit de lengtedata van het IJsselmeer is uitgevoerd onder aanname dat de samenstelling en herkomst van de zeeforellen per cohort gelijk blijven in de tijd. Dat wil zeggen dat de gevangen 0- en 1-zeejarige forel uit dezelfde populatie afkomstig zijn en er tussentijds geen lengteselectieve sterfte heeft plaatsgevonden. De in dit rapport beschikbare data staan niet toe om deze aanname te toetsen. De consistentie tussen de sterkte en gemiddelde lengte van opeenvolgende cohorten (fig. 4 en 6), en het naadloos aansluiten van de 'IJsselmeergroei' met de 'Iffezheimgroei', doen vermoeden dat de aanname van gelijke herkomst reëel is. Om daadwerkelijk de herkomst, samenstelling en sterfte in de tijd te kunnen bepalen kan gedacht worden aan een combinatie van merkexperimenten en schubanalyses en eventueel DNA-onderzoek. Zo zijn in Duitsland diverse merkacties uitgevoerd waarvan in Nederland terugvangsten zijn gevonden. Bundeling van deze data zou meer duidelijkheid over de herkomst kunnen verschaffen. Van de ruim drieduizend zeeforellen op het IJsselmeer zijn schubben beschikbaar, maar nog niet geanalyseerd. Met het aflezen van een subset kan de onderliggende leeftijdsopbouw van de diverse cohorten worden bepaald, alsmede het aantal zoetwaterjaren, zeejaren en de groei in beide fasen en wellicht zelfs het aantal keren dat er gepaaid is.

De tweede aanname bij de groeischatting tijdens de zoutwaterfase in dit rapport is dat de zeeforellen migreren via de spuisluizen in de Afsluitdijk tussen zoet en zout water in beide richtingen, zodat de groei van de zeeforellen die gevangen worden op het IJsselmeer representatief is voor de groei die tijdens de zoutwaterfase is gerealiseerd. De resultaten van het transponderexperiment binnen het project 'Migratie Zeeforel' bij de meetstations in de Afsluitdijk en bij Kampen (Bij de Vaate, pers. com.) bevestigen dat er zowel stroomop- als stroomafwaartse passage van de Afsluitdijk plaats vindt. Verder zijn bij negen zeeforellen die op het IJsselmeer zijn gevangen mariene prooi-resten in

de maag aangetroffen (Hartgers & Buijse, aangeboden manuscript), waaronder zowel exemplaren uit cohort 1 als 2. Deze forellen moeten kort voor hun vangst vanuit de Waddenzee het IJsselmeer zijn binnengetrokken. Daarnaast zijn bij 209 zeeforellen zoetwaterprooien in de maag gevonden. Dit duidt erop dat een deel van de forellen tenminste periodiek het IJsselmeer als voedselhabitat benut (Hartgers & Buijse, aangeboden manuscript). Het kan niet worden uitgesloten dat een deel van de forellen permanent het IJsselmeer als voedselhabitat benut, maar gezien het vrijwel verdwijnen van de zeeforellen uit de vangst tijdens de maanden juli-september (fig. 2), terwijl de vangstinspanning met de grote fuiken gelijk blijft, maakt het aannemelijk dat dit hooguit een klein deel betreft. Het merendeel zal het IJsselmeer als tijdelijk voedselhabitat of doortrekstation gebruiken.

De groei van de op het IJsselmeer teruggevangen gemerkte zeeforellen uit de Nette komt goed overeen met de geschatte groeisnelheid (Tabel 2). De teruggevangen forellen met transponders vertonen een geringere groei dan geschat. Bij twee individuen die binnen 2 maanden werden teruggevangen is zelfs een lichte afname van de lengte geconstateerd (-0,4 en -0,9 cm). Dit kan te wijten zijn aan meetfouten. Een andere verklaring kan zijn dat de forellen bij uitzetting verdoofd worden gemeten, terwijl het bij terugvangst om dode exemplaren gaat. Bij winde (40-50 cm) geeft meting met verdoving een 0,5-1,0 cm grotere lengte dan meting zonder verdoving aan hetzelfde individu, waarschijnlijk veroorzaakt door een volledige ontspanning van de spieren (Winter, ongepubliceerde data). Mogelijk geeft dit verschijnsel een lichte onderschatting van de groei van de teruggevangen forellen met transponder, maar zelfs wanneer een correctie van -1 cm op de lengte bij uitzetting wordt aangenomen, is de gemeten groei lager dan de geschatte groei.

De lengteverdeling van cohort 1 op het IJsselmeer is niet normaal verdeeld, maar scheef naar rechts (fig. 3). Dit kan worden verklaard doordat deze uit twee jaarklassen bestaat, vermoedelijk 1- en 2-jarige smolts (vergelijk Roche 1993), waarbij de 1-jarige smolts talrijker zijn dan de 2-jarige. Dit is ook gevonden bij Iffezheim en in Normandië, waar een grotere fractie van de zeeforellen als 1-jarige smolt naar zee zijn getrokken dan als 2-jarige (Roche 1993, Richard & Bagliniere 1990).

De data van de zeeforellen in de Rijn bij Iffezheim (Roche 1993), zijn gebaseerd op slechts 22 individuen, maar sluiten goed aan bij de IJsselmeerdta. Beide datasets zijn over verschillende perioden verkregen en het kan zijn dat de groei tijdens 1988-1990 verschillende van de groei tijdens 1994-2000, hoewel er voor de periode 1994-2000 geen trend in de groei is waar te nemen (Tabel 2). Bij Iffezheim waren 20 individuen twee of drie zeejaren oud met een lengte tussen 47-79 cm, terwijl er slechts 2 zeeforellen met vier zeejaren waren gevangen met een lengte 80-84 cm. Ditzelfde beeld komt naar voren uit de lengteverdelingen in de zalmsteken in de Nederlandse Rijntakken (fig. 6); de overgrote meerderheid is tussen de 50-70 cm groot (waarschijnlijk twee tot drie zeejaren oud) en slechts enkele exemplaren zijn 80-101 cm (waarschijnlijk vier of meer zeejaren oud). De in de zalmsteken gevangen zeeforellen worden gevangen tijdens de stroomopwaartse paaitrek. Momenteel worden hiervan geen schubben verzameld omdat de vissen na meting zo snel mogelijk weer onbeschadigd worden teruggezet om hun paaitrek te kunnen voltooien. Schubbenanalyses van

juist deze groep grote paarijpe zeeforellen kunnen veel informatie verschaffen over de 'Rijnpopulatie'. Het valt te overwegen om in de toekomst hiervan wel schubben te verzamelen.

Door een deel van de beschikbare schubben van het IJsselmeer (en zo mogelijk aangevuld met schubben van optrekkende paarijpe zeeforellen in de Rijn en Maas) te analyseren is de werkelijke groei van de zeeforellen van de Nederlandse rivieren en kustwateren te bepalen, zowel tijdens de zoetwater- als de zeewaterfase. Daarnaast maken schubanalyses het mogelijk om andere parameters die van belang zijn om het herstel van salmonidenpopulaties in kaart te brengen. Daarbij valt te denken aan populatiestructuur, aantal zoetwater- en zoutwaterjaren, en het aantal malen dat gepaaid is te bepalen. Hieruit kunnen schattingen worden gemaakt over de sterfte tijdens de zeefase.

5. Referenties

- Breukelaar, A.W., A. Bij De Vaate & K.T.W. Fockens (1998). Inland migration study of sea trout (*Salmo trutta*) into the rivers Rhine and Meuse (The Netherlands), based on inductive coupling radio telemetry. *Hydrobiologia* 371-372(1-3): 29-33.
- Dekker, W. & J.A. van Willigen (1996). Zeldzame vissen in het IJsselmeer. De vangst van zalm, forel, prikken en andere zeldzame, trekkende vissoorten in de commerciële visserij op het IJsselmeer, van najaar 1994 tot en met winter 1995. *RIVO-rapport C006/96*: 66 pp.
- Dekker, W. & J.A. van Willigen (1997). Zeldzame vissen in het IJsselmeer in 1996. Statische analyse van de betrouwbaarheid van vrijwillige meldingen van forel en zalm door de commerciële visserij op het IJsselmeer. *RIVO-rapport C039/97*: 66 pp.
- Dekker, W. & J.A. van Willigen (1998). Zeldzame vissen in het IJsselmeer in 1997. *RIVO-rapport C038/98*: 30 pp.
- Elliott, J. M. (1994). "Quantitative ecology and the brown trout." *Oxford Series in Ecology and Evolution, New York*: 286 pp.
- Hartgers, E.M., J.A.M. Wiegierinck, H.B.H.J. de Jong & H.J. Westerink (1998). "Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1997 op basis van vangsten met fuiken en zalmsteken." *RIVO-rapport C040/98*: 26 pp.
- Hartgers, E.M. & J.A. van Willigen (1999). Zeldzame vissen in het IJsselmeer in 1998. *RIVO-rapport C039/99*: 32 pp.
- Hartgers, E.M. & J.A. van Willigen (2000). Zeldzame vissen in het IJsselmeer in 1999. *RIVO-rapport C014/00*: 52 pp.
- Hartgers, E.M. & A.D. Buijse (2000). The role of Lake IJsselmeer, a closed-off estuary of the River Rhine, in rehabilitation of salmonid populations. *Fisheries Management & Ecology* (submitted).
- Jonsson, B. (1985). Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 114: 182-194.
- Jonsson, B., J.H.L' Abee Lund, T.G. Heggberget, A.J. Jensen, B.O. Johnsen, T.F. Naesje & L.M. Sættem (1991). Longevity, body size, and growth in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(10): 1838-1845.
- L'Abée-Lund, J.H. (1994). Effect of smolt age, sex and environmental conditions on sea at first maturity of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, in Norway. *Aquaculture* 121: 65-71.
- L' Abée-Lund, J.H., B. Jonsson, A.J. Jensen, L.M. Sættem, T.G. Heggberget, B.O. Johnsen & T.F. Naesje (1989). Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout, *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 58: 525-542.
- Økland, F., B. Jonsson, A.J. Jensen & L.P. Hansen. (1993). Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? *Journal of Fish Biology* 42: 541-550.
- Richard, A. & J.L. Bagliniere (1990). Description et interprétation des écailles de truites de mer (*Salmo trutta* L.) de deux rivières de basse-Normandie: l'Orne et la Touques. *Bulletin Français de Pisciculture* 396: 239-257.

- Roche, P. (1992). Mise en évidence de l'écotype truite de mer dans les captures de grandes truites (*Salmo trutta* L.) du Rhin supérieur. *Bulletin Français de Pisciculture* 324: 36-44.
- Stam, M.A., J.A.M. Wiegerinck, H.J.Westerink & H.B.H.J. de Jong (1999). "Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1998 op basis van vangsten met fuiken en zalmsteken." *RIVO-rapport C031/99*. 35 pp.
- Winter, H.V., E.M. Hartgers, J.A.M. Wiegerinck & H.J. Westerink, H.J. (2000). "Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Samenstelling van de visstand in 1999 op basis van vangsten met fuiken en zalmsteken." *RIVO-rapport C010/00*. 32 pp.