

# **Migratie van zeeforel (Salmo trutta L.) via de Afsluitdijk**

**Rapportage metingen 2000**

**RIZA werkdocument nr. 2001.116X**

**Auteurs: A.W. Breukelaar, A. bij de Vaate &  
C.Dijkers**

**Datum: 12 juli 2001**

# Inhoudsopgave

---

1	Samenvatting .....	3
2	Aanbevelingen .....	4
3	Inleiding .....	5
4	Materiaal & Methoden .....	6
4.1	Telemetriesysteem.....	6
4.1.1	Detectiestation .....	6
4.1.2	Locaties detectiestations.....	8
4.1.3	Functioneren detectiestations.....	8
4.1.4	Transponders .....	9
4.2	Vangen en merken van de vis.....	9
4.3	Schubbenanalyse .....	10
4.4	Verwerking gegevens .....	10
5	Resultaten & Discussie .....	12
5.1	Vangstgegevens.....	12
5.2	Migratiepatronen .....	12
5.2.1	Migratie versus spuiregime.....	14
5.2.2	Migratie versus omgevingsfactoren .....	15
6	Literatuur .....	18
Bijlagen.....		19
Overzicht van gemerkte zeeforellen .....		19
Overzicht van registraties in de periode februari 2000 t/m mei 2001. ....		20
Analyseresultaten van migratiepatronen. ....		22

# 1 Samenvatting

---

In de verslagperiode (februari 2000 t/m mei 2001) zijn in totaal 15 zeeforellen binnengetrokken via de sluisen bij Den Oever en Kornwerderzand. Het betrof zes van de acht exemplaren die in Den Oever waren gemerkt (vijf exemplaren geregistreerd op één of meerdere detectiestations en één transponder werd terug gemeld) en negen van de 15 gemerkte exemplaren uit Kornwerderzand (acht exemplaren geregistreerd op één of meerdere detectiestations terwijl eveneens één transponder werd terug gemeld). In totaal was dus 65% van de gemerkte vissen het IJsselmeer binnengetrokken (tabel 3). Intrek kon worden vastgesteld tussen 1 en 63 dagen na het merken (mediaan: 16 dagen) (tabel 4). Geen enkele vis trok het IJsselmeer binnen via de scheepvaartsluis bij Den Oever. Van elf dieren werd vastgesteld dat ze de IJssel optrokken en zeven dieren daarvan bereikten de Rijn in Duitsland.

Het aantal geregistreerde dieren was te gering om relaties aan te kunnen tonen met abiotische omstandigheden zoals het spuidebiet en temperatuurverschillen tussen de Waddenzee en het IJsselmeer. Om dezelfde reden bleek het niet mogelijk om vast te stellen of het tijdstip van de passage van de spuikoker (bijvoorbeeld aan het begin en aan het eind van de spuiperiode, wanneer de stroomsnelheden relatief gering zijn) afhankelijk was van de stroomsnelheid in de spuikokers.

Zoals het er nu naar uitziet wordt het IJsselmeer hoofdzakelijk gebruikt als doortrekgebied voor dieren die vanuit de Waddenzee zijn binnengetrokken. Het IJsselmeer lijkt niet belangrijk als opgroeigebied voor zeeforel vanwege de schijnbaar hoge visserijdruk in het IJsselmeer en omdat de vissen die via de IJssel stroomopwaarts trokken nauwelijks de kans kregen terug te keren naar het IJsselmeer (waarschijnlijk wegens de visserijdruk op de rivier).

## 2 Aanbevelingen

---

Op basis van de waarnemingen verricht in 2000 en 2001 kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- In dit rapport zijn de resultaten beschreven van 16 maanden onderzoek, waarbij slechts in één periode van vier maanden zeeforellen gemerkt zijn. Zowel het aantal gemerkte vissen als de duur van het onderzoek was te gering om goed onderbouwde conclusies te kunnen trekken. Het merken en het doen van waarnemingen zal zich over een veel langere tijd moeten uitstrekken (zoals reeds in het projectvoorstel was aangegeven).
- Bij vervolg van het onderzoek zal meer spreiding moeten worden aangebracht in het merken van de proefdieren. Dat betekent dat ook buiten het visserijseizoen van de beroepsvissers, dat ongeveer loopt van februari tot juni, beroepsvissers gevraagd moeten worden gericht te gaan vissen op soorten die gewenst zijn voor het onderzoek.
- Voor het verkrijgen van voldoende proefdieren voor het onderzoek moeten in een zo vroeg mogelijk stadium contacten worden gelegd met de beroepsvisserij langs de Afsluitdijk om tijdig afspraken te kunnen maken over hun mogelijke inzet.
- Uit de gegevens blijkt een relatief groot intrek succes van de gemerkte zeeforel. Het relatieve belang van de route Waddenzee → IJsselmeer → IJssel → Rijn is echter onbekend. Ook hieraan zal aandacht geschonken moeten worden.
- Als andere vissen dan zeeforel of zalm in het onderzoek betrokken gaan worden (gedacht kan worden aan zeeprik en fint) dient eerst te worden getest op:
  - ✓ de overleving tijdens de opslag,
  - ✓ mogelijke effecten van het aanbrengen van transponders.

### 3 Inleiding

---

In het kader van het project [ES]21 is op verzoek van de regionale directie IJsselmeergebied in de periode februari 2000 t/m mei 2001 onderzoek verricht naar de passeerbaarheid van de sluizen in de Afsluitdijk voor de zeeforel (*Salmo trutta* L). Er is gebruik gemaakt van telemetrie om de vissen te kunnen volgen tijdens hun migratie vanuit de Waddenzee richting IJsselmeer en omgekeerd. Het onderzoek is in februari 2000 van start gegaan.

Doel van het onderzoek was:

1. Het verkrijgen van inzicht in de barrièrewerking van de Afsluitdijk.
2. Nagaan wat het belang is van het IJsselmeer als mogelijk opgroeigebied voor zeeforel.

Het aantal gemerkte dieren was beperkt vanwege het feit dat er voor het verkrijgen van de proefdieren gekozen werd voor inzet van de beroepsvisserij. Dit betekende een sterke afhankelijkheid van de bereidheid van vissers om dieren te leveren die geschikt waren om te kunnen merken en om op plekken te gaan vissen die minder geschikt werden geacht voor de vangst van commercieel niet aantrekkelijke soorten.

Ondanks dat in het projectvoorstel uitgegaan werd van een vierjarige onderzoeksinspanning werd van de zijde van de opdrachtgever besloten het merken na één seizoen reeds (tijdelijk) stop te zetten. De resultaten van de registraties van gemerkte zeeforellen die tot 31 mei 2001 werden verzameld worden in dit rapport uitgewerkt.

---

<sup>1</sup> Het betreft een planstudie voor extra spuicapaciteit en versterking van de ecologische samenhang langs de Afsluitdijk (Anon. 2000).

## 4 Materiaal & Methoden

---

### 4.1 Telemetriesysteem

Voor de uitvoering van het onderzoek is gebruik gemaakt van het NEDAP TRAIL System® dat speciaal ontwikkeld is voor telemetrisch onderzoek in wateren met een relatief hoge geleidbaarheid en relatief veel scheepvaart. Het systeem is in feite afgeleid van een antidielstal systeem zoals dat in winkels en warenhuizen wordt gebruikt. De werking is gebaseerd op inductieve koppeling tussen twee antennes, één op de bodem van de rivier en de andere geïmplanteerd in de buikholte van de vis.

Het toegepaste detectiesysteem bestaat enerzijds uit zendermerken en anderzijds uit detectiestations (figuur 1) voor het opvangen van het signaal dat door de zendermerken wordt uitgezonden. De zendermerken zijn van het zogenaamde 'transpondertype' (figuur 2). Dit zijn merken die uitsluitend een signaal uitzenden als ze daartoe worden aangespoord door een ondervragingssignaal van buitenaf, in dit geval dus een signaal afkomstig van een detectiestation. Op deze manier wordt het energieverbruik van de merken zoveel mogelijk beperkt waardoor de levensduur aanzienlijk toeneemt. Mede door het geringe energieverbruik kon worden volstaan met een relatief kleine elektriciteitsbron wat ten goede komt aan de omvang van de transponder. Een nadere beschrijving van het detectiesysteem is gegeven in Breukelaar et al. (1998, 2000).

#### 4.1.1 Detectiestation

Een detectiestation (figuur 1) bestaat uit een ontvangst- en zendgedeelte, samen de Basis Unit (BU) genoemd. De BU wordt middels een antenne aansluitbox (AAB) verbonden met een achtvormige antennelus die op de bodem van de rivier over het totale dwarsprofiel wordt aangebracht.

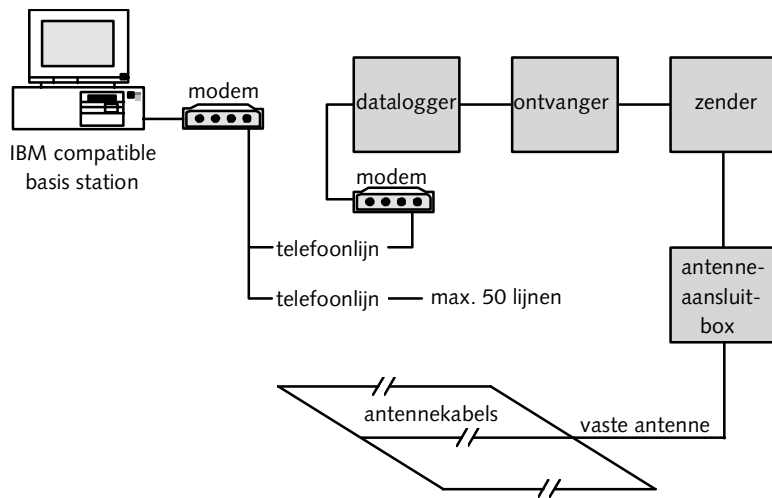
Als antenne fungeerde een kabel met een diameter van 3,5 cm en een gewicht van  $\pm 3,5$  kg/m. De kabel bestond uit een loden kern met daaromheen een stalen beschermmantel aan beide zijden omgeven door een laag kunststof. De loden kern maakte de kabel voldoende zwaar dat de antenne ook op locaties met een hoge stroomsnelheid en/of intensief scheepvaartverkeer goed op de bodem bleef liggen.

In de AAB vindt de vereiste afstemming plaats tussen de antenne en de BU.

Transmissie van het signaal van de transponder vond plaats in de LF-band (lage frequentie band). In de gekozen LF-band (33,25 kHz) vindt geen radioverkeer plaats zodat interferentie met dergelijke signalen kan worden uitgesloten. Daarnaast was het, door het ontbreken van storende achtergrondsignalen, mogelijk om een relatief gevoelige ontvanger toe te passen.

Elke vier seconden wordt door de BU een ondervragingssignaal uitgezonden dat er voor zorgt dat de transponder wordt geactiveerd. De transponder moet zich hiervoor wel binnen een bepaalde afstand (max. 15-20 m) van de antennekabels bevinden. Buiten het bereik van een detectiestation is de transponder in de zogenaamde "slaaptoestand". Zodra de transponder geactiveerd wordt, zendt deze als antwoord op het ondervragingssignaal een unieke code uit. Deze unieke code wordt door de antennelus op de rivierbodem opgevangen en doorgegeven aan de ontvanger in de BU. De ontvangen code wordt in een datalogger, eveneens onderdeel van de BU, opgeslagen. Naast gegevens als datum en tijd van registratie wordt ook nog een aantal controlegegevens opgeslagen. De opgeslagen informatie kan op elk moment via een modem verbinding of direct op een PC worden ingelezen.

Figuur 1. Schema van een detectiestation



#### 4.1.2 Locaties detectiestations

Gebruik is gemaakt van het netwerk van detectiestations aangelegd voor een onderzoek naar de migratieroutes van zeeforel, uitgevoerd in opdracht van de COVISI (Commissie Visintrek) (Breukelaar & Bij de Vaate, 1998). De ligging van de detectiestations langs potentiële trekroutes was zodanig gekozen dat het mogelijk moest zijn eenduidig vast te stellen waar een gemerkte vis vanuit zee de binnenwateren was ingetrokken en tevens welke route in de binnenwateren werd gevolgd richting paaigebied.

Tabel 1. Overzicht van detectiestations

Station Nr.	Naam water	Locatie
1	Zwartewater	Genemuiden
2	IJssel	Kampen
3	Binnen IJ	Schellingwoude
4	Amsterdam- Rijnkanaal	Maarszen
5	Spui	Zuidland
6	Dordtsche Kil	's-Gravendeel
7	De Noord	Alblasserdam
8	Beneden Merwede	Boven Hardinxveld
9	Lek	Nieuwegein
10	Waal	Vuren
11	Bergsche Maas	Capelse Veer (Dussen)
12	Grensmaas	Stevensweert
13	Rijn	Xanten (BRD)
14	Oude Maas	Spijkenisse
15	Roer	St. Odiliënberg
16	Sieg	Menden (BRD)
17	IJsselmeer	Den Oever
17A	IJsselmeer	Den Oever, scheepvaartsluis
18	IJsselmeer	Kornwerderzand
19	Haringvliet	Hellevoetsluis

In aanvulling op het bovenstaande netwerk werden ten behoeve van dit onderzoek eind 1999 vaste detectiestations aangelegd aan de IJsselmeerszijde van de sluiscomplexen in Den Oever en Kornwerderzand en een tijdelijk detectiestation in de scheepvaartsluis van Den Oever. Dit tijdelijke station was er voor bedoeld om onderscheid te kunnen maken tussen mogelijke passages van de Afsluitdijk via de spuisluisen of via de scheepvaartsluis. Een overzicht van de detectiestations is gegeven in tabel 1.

#### 4.1.3 Functioneren detectiestations

Ter controle van de juiste werking van de detectiestations is iedere twaalf uur automatisch door het detectiesysteem een testmeting uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn eveneens opgeslagen in de datalogger en werden net als de registratiegegevens naar een PC overgezet. Een alarmcode bij elke testmeting gaf inzicht in het al dan niet optimaal functioneren van elk station.

Naast deze automatische controle zijn met behulp van speciale handtransponders regelmatig testen uitgevoerd op alle stations.



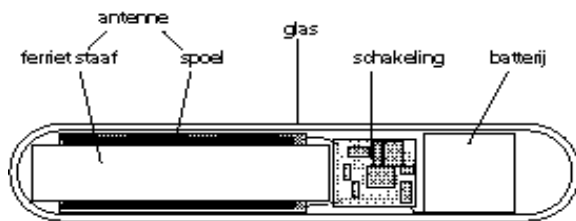
Het bleek dat het detectiestation bij Kornwerderzand vanaf de aanleg niet naar behoren functioneerde. Nadat duidelijk werd dat dit was toe te schrijven aan de printplaat van de ontvanger in de BU functioneerde het station vanaf 25 juli 2000 optimaal.

#### 4.1.4 Transponders

De toegepaste transponders (figuur 2) bestonden uit een glazen buisje van biocompatibele (inert) glas (gemiddelde lengte 85 mm; diameter 15 mm) met daarin een ferrietstaaf (lengte 40 mm) die samen met een daaromheen gewikkelde spoel diende als antenne, een printplaatje met daarop de benodigde elektronica (zender, ontvanger, tijd klok, etc.) en twee batterijen, elk met een diameter van 12 mm en een lengte van 10 mm. De capaciteit van beide batterijen was voldoende om een werking van de transponder te kunnen garanderen van minimaal 4 jaar bij maximaal 1000 detecties.

Het gewicht van de transponder bedroeg 25 g in water (40 g in lucht).

Figuur 2. Schematische weergave van een transponder



Per keer zendt de transponder zijn unieke code 64 maal uit. Dat gebeurt in twee periodes van 8 seconden, met daar tussen een periode van 8 seconde stilte. Na zo'n periode van uitzenden (die dus 24 seconden duurt) gaat de transponder gedurende 2 minuten in een rusttoestand. Als de transponder na die twee minuten nog binnen het bereik is van het ondervragingssignaal zendt de transponder opnieuw zijn code uit. De rusttoestand is bedoeld om energie te sparen in het geval een transponder zich gedurende langere tijd in de buurt van een detectiestation bevindt. Door het langer uitzenden van de code zou het vermogen van de batterij te snel afnemen waardoor de levensduur van de transponder sterk wordt bekort.

## 4.2 Vangen en merken van de vis

Voor het vangen van de vis voor de Afsluitdijk (zeeforel, zalm en harder) in de Waddenzee is uitsluitend, uit oogpunt van kostenbesparing, gebruik gemaakt van mogelijkheden die geboden werden door de beroepsvisserij (De Laak & Vriese, 2000).

De transponders zijn onder verdoving in de buikholte van de dieren ingebracht door medewerkers van de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij te Nieuwegein (De Laak & Vriese, 2000). Binnen deze organisatie is ruime ervaring aanwezig met het aanbrengen van de gebruikte transponders. Voor het inbrengen van de transponders waren overigens reeds goede en betrouwbare technieken ontwikkeld (o.a. Lucas, 1989; McKinley, et al., 1994). Gewerkt is volgens een standaard protocol (Vriese, 1995) dat opgesteld is ten behoeve van eerder opgestart onderzoek naar de migratie van zeeforel (Breukelaar & Bij de Vaate, 1998).

Alle gemerkte vissen werden na het merken weer uitgezet in de Waddenzee nabij de locatie waar ze waren gevangen (Den Oever en Kornwerderzand). Een overzicht van de gevangen en gemerkte vissen is gegeven in bijlage 1.

### 4.3 Schubbenanalyse

Om de ouderdom van de gemerkte zeeforellen te kunnen vaststellen zijn van elke vis schubben verzameld van een plek drie tot zes rijen boven de zijlijn aan de linkerzijde van de vis tussen het einde van de rugvin en het begin van de anaalvin. Jaarringen op de schubben zijn door twee verschillende personen onafhankelijk van elkaar bepaald met behulp van een stereomicroscop bij een vergroting tot 30 maal (Vriese & De Laak, 2000). Echter niet van alle dieren waren de schubben leesbaar. Een overzicht van de leeftijd van de gemerkte dieren is gegeven in tabel 2 van hoofdstuk 5.1.

Bij de bepaling van de leeftijd is rekening gehouden met het tijdstip waarop de vis gevangen werd. In de zoetwaterfase kreeg een vis de beoordeling 1 jaar als de vis een volledig voorjaar, zomer en winter in het zoete water had doorgebracht en in het tweede voorjaar smoltificeerde en naar zee migreerde. Voorts is rekening gehouden met de "run out" fase die zichtbaar wordt op de schub wanneer de vis het zoute water bereikt. Op dat moment versnelt de groei, zichtbaar als een duidelijke verwijding van de circuli. De zeewaterfase van een vis begint met een periode van versnelde groei ten opzichte van de zoetwaterfase en de "run out" fase. De circuli in de zeewaterfase liggen gemiddeld veel wijder uit elkaar dan in de zoetwaterfase. Hierdoor is de overgang tussen de zoet- en zoutwaterfase goed zichtbaar. Indien de overgang niet goed zichtbaar was werd dat genoteerd. De notatie van de zeewaterfase begint met een 0 in de eerste zomer. Omdat dit veelal vissen kleiner dan 40 cm zijn, is deze klasse vissen niet bij de gemerkte dieren aangetroffen. Vanaf begin oktober wordt bij de meeste schubben de aanzet tot de vorming van een winterring gezien, dan krijgt een vis de leeftijdindicatie van 0+ (dus 0 zeewinters en een + voor de zomer). Na het voltooien van de winterband heeft de vis de leeftijd van één zeejaar bereikt. Vissen die na de winter weer begonnen met de vorming van een zomerring werden als 1+ zeejarige dieren gekenmerkt. Hetzelfde gold voor de vissen die al een jaar op zee hadden doorgebracht en waarbij de aanzet tot een volgende winterring zichtbaar was.

### 4.4 Verwerking gegevens

De gegevens zoals deze werden gegenereerd in het project zijn onderverdeeld in een viertal groepen:

- merkgegevens; informatie over de gemerkte vissen (o.a. biometrische gegevens);
- detectiegegevens; informatie zoals deze werden vastgelegd door de detectie-stations;
- terugvanggegevens; eventuele terugvangsten of vangsten van losse transponders;
- analysesresultaten; gegevens over DNA/leeftijdsbepaling per vis.

Bovengenoemde gegevens zijn opgeslagen in een centrale database. Deze database is het resultaat van een eerdere haalbaarheidsstudie naar een geautomatiseerde dataverwerking voor het detectiesysteem (AquaSense, 2000). Ten behoeve van de analyse van de migratiepatronen zijn daarnaast tevens relevante meetgegevens in de database opgenomen (DONAR-data). Voor de analyse van de gegevens werd gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- temperatuurmetingen ter hoogte van Den Oever en Kornwerderzand, aan de binnenzijde van de spuilsuizen;
- temperatuurmetingen in de Noordzee ter hoogte van Eilandsgat;
- spuigegevens (debiet) voor Den Oever en Kornwerderzand (gemiddelde afvoer over 24 uur).

Bij het verwerken van de waarnemingen van de detectiestations werd onderscheid gemaakt tussen detecties en registraties. Onder een detectie wordt verstaan de door het detectiestation opgevangen cluster van unieke signalen dat door een transponder wordt uitgezonden gedurende een transmissieperiode van 24 seconden. Bleef een vis enige tijd in de buurt van de antenne van

een detectiestation dan vond met intervallen van iets meer dan 2½ minuut telkens een volgende detectie plaats. Echter deze volgende detecties geven geen extra informatie over mogelijke veranderingen in de trekrichting van het betreffende dier. Om een dergelijke "ruis" in de dataset te elimineren werd daarom ook het begrip "registratie" gehanteerd. Een registratie is gelijk aan alle detecties van het signaal van één transponder met een onderling tijdsverschil van drie minuten of minder.

## 5 Resultaten & Discussie

### 5.1 Vanggegevens

In totaal konden in de onderzoeksperiode 23 zeeforellen, 1 zalm en 7 harders worden gemerkt. Een overzicht van de gevangen en gemerkte vissen is gegeven in bijlage 1. De merkresultaten van harder zijn tegengevallen; de vangsten met zowel fuik als ook met de zegenvisserij leverde weinig bruikbare harders op. Dit heeft geresulteerd in het merken van slechts 7 harders ter hoogte van Den Oever. Bij Kornwerderzand zijn helemaal geen harders gemerkt.

Op basis van de schubbenanalyse is de leeftijd van de gemerkte vissen bepaald (Vriese & de Laak, 2000) (tabel 2). Gezien het gering aantal waarnemingen is het niet mogelijk om de mate van migratie van de vis af te zetten tegen zijn leeftijd.

Tabel 2. De leeftijd van de gemerkte zeeforellen op basis van een schubbenanalyse (- = niet leesbaar; 0+ = één zomer op zee).

Transponder	Aantal jaren		Transponder	Aantal jaren	
	in zoet water	op zee		in zoet water	op zee
64	-	-	464	2	2
269	2	1	525	-	-
280	2	1	527	-	-
313	2	1	542	2	1
359	2	1	583	-	-
389	2	0+	592	3	1
410	-	-	614	-	-
415	2	0+	615	2	0+
439	3	0+	663	2	1
450	2	1+	665	1	1
458	2	1	731	2	1
463	2	1			

### 5.2 Migratiepatronen

In de verslagperiode (februari 2000 t/m mei 2001) zijn in totaal 15 zeeforellen binnengetrokken. Het betrof zes van de acht exemplaren die in Den Oever waren gemerkt (vijf exemplaren geregistreerd op één of meerdere detectiestations en één transponder werd terug gemeld) en negen van de 15 gemerkte exemplaren uit Kornwerderzand (acht exemplaren geregistreerd op één of meerdere detectiestations terwijl eveneens één transponder werd terug gemeld). In totaal was dus minimaal 65% van de gemerkte vissen het IJsselmeer binnengetrokken (tabel 3). Geen van de gemerkte harders (zeven stuks) zijn gedetecteerd.

Tabel 3. Overzicht van de gevolgde trekroutes (in cursief: trek richting zee; in cursief en onderstreept: meest waarschijnlijke migratieroute richting zee).

Visno.	Migratieroute
269	Kornwerderzand → IJsselmeer → IJssel
280	Kornwerderzand → IJsselmeer (teruggemeld uit fuik langs de Houtribdijk)
359	Kornwerderzand → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn // Rijn → Pannerdensch Kanaal → IJssel → IJsselmeer
389	Kornwerderzand → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn
410	Kornwerderzand → IJsselmeer → IJssel → Rijn → Sieg // Sieg → Rijn → Waal → Beneden Merwede → Noord → Nieuwe Maas → Nieuwe Waterweg → Noordzee
415	Kornwerderzand → IJsselmeer
450	Kornwerderzand → IJsselmeer
464	Den Oever → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn → Sieg
525	Den Oever → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn → Sieg
527	Den Oever → IJsselmeer (teruggemeld uit fuik langs de Afsluitdijk)
583	Kornwerderzand → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn (teruggemeld uit de monding van de Lahn in de Rijn)
614	Kornwerderzand → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn
663	Den Oever → IJsselmeer → IJssel → Pannerdensch Kanaal → Rijn // Rijn
665	Den Oever → IJsselmeer → IJssel
731	Den Oever → IJsselmeer → IJssel // IJssel → IJsselmeer

Niet alle dieren trokken het IJsselmeer binnen via de spuisluisen in de buurt waarvan ze waren gevangen en (na het merken) weer terug gezet.

Drie zeeforellen gemerkt bij Den Oever trokken binnen via de spuisluisen bij Kornwerderzand terwijl twee exemplaren binnen trokken bij Den Oever nadat ze waren gemerkt bij Kornwerderzand.

Om migratie door de scheepvaartsluisen te kunnen vaststellen was ook een detectiestation aangelegd in de scheepvaartsluis bij Den Oever. Op dit station werd geen enkele detectie waargenomen.

In de onderzoeksperiode werd een viertal dieren niet gedetecteerd tijdens de passage van de Afsluitdijk. Het betrof drie dieren die gemerkt waren bij Den Oever (nr. 525, 527 en 731) en één exemplaar (nr. 269) dat gemerkt was bij Kornwerderzand. Deze vier exemplaren moeten ongemerkt via Kornwerderzand zijn binnengetrokken omdat daar het detectiestation tot 25 juli 2000 niet naar behoren functioneerde.

Van de 17 zeeforellen waarvan de groeiingen op de schubben waren geteld, bleken er 4 minder dan één jaar op zee te hebben doorgebracht. Van deze 4 vissen bleek er slechts één (visnr. 415) te zijn binnengetrokken. Dit exemplaar was in een uitstekende conditie (16% zwaarder dan berekend op basis van lengte-gewichtsrelatie voor alle dieren gemerkt in de maand april in de jaren 1997 t/m 2000)

De mate van intrek van zeeforel in het IJsselmeer in 2000 komt sterk overeen met een intrekpercentage van 61% voor dieren die waren gemerkt in de periode april 1997 t/m juni 1999, in het kader van het COVISI-onderzoek naar migratieroutes van zeeforel in Nederland. In totaal waren toen bij Kornwerderzand 44 zeeforellen gemerkt (Bij de Vaate en Breukelaar, 2000). Daarvan waren er 27 exemplaren de Afsluitdijk gepasseerd: 24 exemplaren werden waargenomen

op één of meerdere detectiestations; 3 transponders werden terug gemeld nadat de zeeforellen waren gevangen in fuiken in het IJsselmeer.

Uit de registraties en terugvangmeldingen bleek dat 5 van de 15 ingetrokken zeeforellen niet verder kwamen dan het IJsselmeer. Één daarvan werd gevangen en teruggemeld; de vier overigen zijn waarschijnlijk ook gevangen maar niet teruggemeld. Drie vissen werden niet meer waargenomen nadat ze voor het laatst op de IJssel bij Kampen waren gedetecteerd en tenslotte verdwenen 6 zeeforellen op de Rijn of op één van diens zijrivieren in Duitsland (van één van deze dieren werd de terugvangst gemeld). Van de groep van 15 binnengetrokken dieren was er waarschijnlijk slechts één in staat naar zee terug te keren nadat hij in augustus 2000 op de Sieg was geweest. Dit dier was stroomafwaarts gemigreerd via de Waal, Beneden Merwede en de Noord (waar het laatste detectiestation gepasseerd werd als het dier verder stroomafwaarts getrokken was richting Noordzee). Op grond van bovenstaande schaarse waarnemingen moet voorlopig geconcludeerd worden dat het IJsselmeer nauwelijks een functie vervult als opgroeigebied voor zeeforel. Zoals het er nu naar uitziet wordt het IJsselmeer hoofdzakelijk gebruikt als doortrekgebied voor dieren die vanuit de Waddenzee zijn binnengetrokken. Als er sprake zou zijn van een "land-locked" populatie dan moet die vooral bestaan uit dieren die in het smoltstadium niet naar zee zijn getrokken maar in het IJsselmeer zijn blijven hangen (zie ook Hartgers et al, 1998).

### 5.2.1 Migratie versus spuiregime

Of en in welke mate de Afsluitdijk met zijn spuisluizen ook daadwerkelijk als barrière wordt ervaren is niet duidelijk. Gelet op de tijdsduur tussen merken en intrek (tabel 4), zijn er grote verschillen te zien (1-63 dagen) in het binnentrekken. De tijdsduur tussen het merken en de intrek lijkt onafhankelijk te zijn van de seizoensinvloed. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het totaal aantal waarnemingen te gering is om conclusies aan te verbinden, en dat het merken uitsluitend in de eerste helft van 2000 heeft plaatsgevonden. Daar komt bij dat van vier vissen (269; 525; 663 en 731) niet bekend is wanneer ze zijn ingetrokken, omdat de eerste registratie op de IJssel plaatsvond. Een vijfde vis 527 is eveneens Kornwerderzand gepasseerd zonder te zijn gedetecteerd, maar die is teruggevangen op het IJsselmeer.

Tabel 4. Eerste registratie van zeeforel op de detectiestations bij Den Oever en Kornwerderzand, en de berekende tijdsduur tussen merken en 1e registratie.

Visnr.	Locatie	Merkdatum	Datum 1e detectie	Tijdsduur (dagen)
280	Kornwerderzand	24-02-00	21-03-00	26
450	Kornwerderzand	13-03-00	15-05-00	63
389	Kornwerderzand	23-03-00	01-04-00	9
359	Kornwerderzand	23-03-00	01-04-00	9
583	Den Oever	03-04-00	05-06-00	63
614	Kornwerderzand	03-04-00	04-04-00	1
410	Kornwerderzand	03-04-00	10-04-00	7
415	Kornwerderzand	03-04-00	09-04-00	6
464	Den Oever	22-05-00	25-06-00	34
665	Den Oever	07-06-00	03-07-00	16

Hoe gedraagt de vis zich in relatie tot de openstelling van de spuikokers? Om inzicht te krijgen in de timing ten opzichte van de openstelling van de spuikokers is de totale openingstijd per dag van de spuikokers verdeeld in 5 willekeurige periodes (= totale openingstijd in minuten, gedeeld door 5). Voorts is gekeken binnen welke periode van openstelling er sprake was van detectie (tabel 5). Indien het tijdstip van waarneming niet binnen de range van de openstelling viel, was het niet

mogelijk om te schatten binnen welke periode de betrokken vis is binngetrokken. Daar komt bij dat voor de analyse alleen is uitgegaan van de eerste waarneming van dat individu. Alleen dan is het aannemelijk dat het hier een binnentrekende vis betrof. Bij de analyse is uitgegaan van de aanname dat de vis na passeren van de spuiwerker ook wordt gedetecteerd. Echter, het is nooit met zekerheid vast te stellen wat de betrokken vis heeft gedaan tussen het moment van passeren van de spuiwerkers en het moment van detectie.

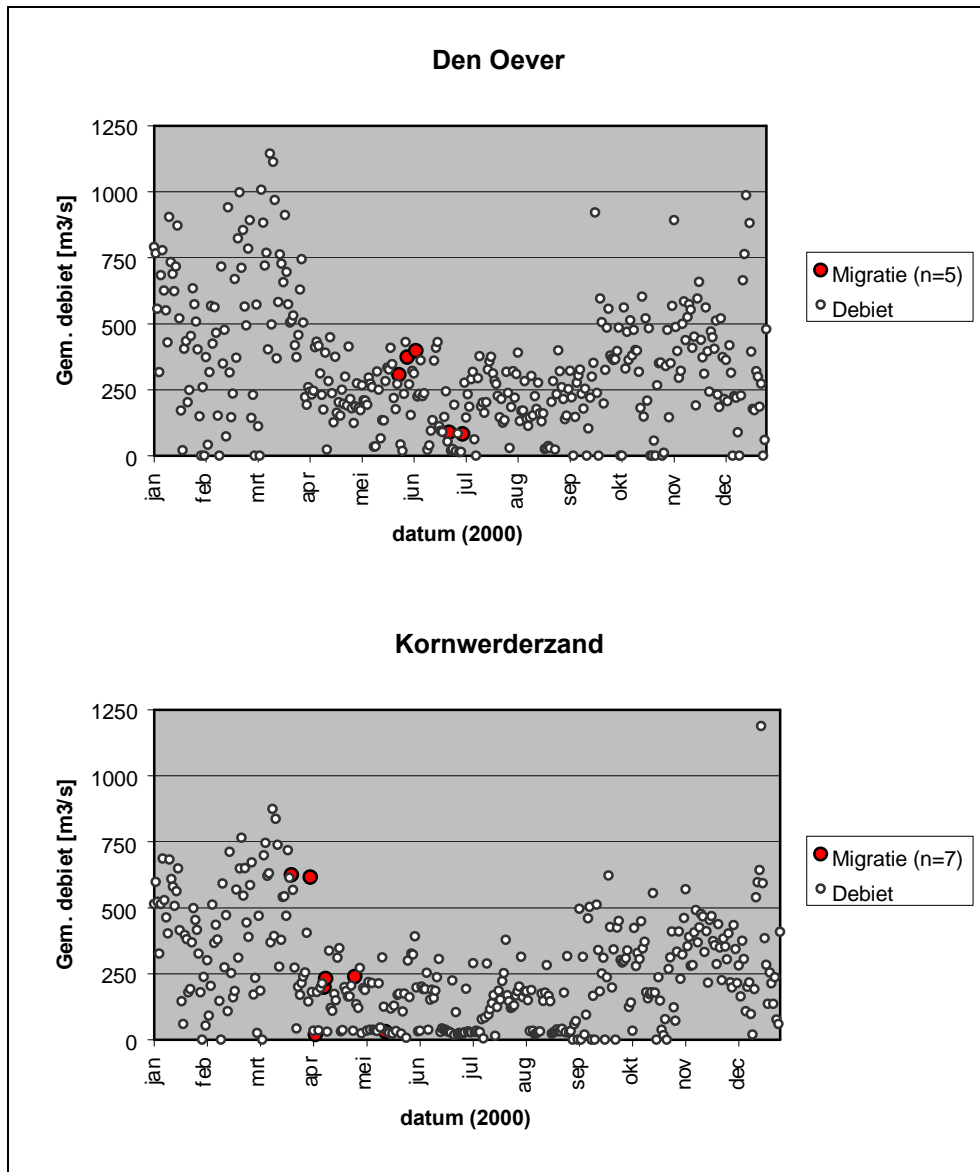
Tabel 5. De timing van de intrek van zeeforel bij de stations van Den Oever en Kornwerderzand versus openstelling spuiwerkers. De totale openstelling is opgedeeld in 5 perioden, afhankelijk van de totale tijdsduur. Indien geen periode is aangegeven, dan is er sprake van detectie buiten de openstellingsperiode.

Visnr.	Locatie	Detectiedatum	Detectietijd	Open	Dicht	periode
280	Kornwerderzand	21-03-2000	19:32	13:40	19:10	
450	Kornwerderzand	27-04-2000	20:24	18:00	0:10	2e
389	Kornwerderzand	01-04-2000	12:34	10:40	15:15	3e
359	Kornwerderzand	01-04-2000	12:35	10:40	15:15	3e
583	Den Oever	31-05-2000	13:54	10:10	14:45	5e
614	Kornwerderzand	04-04-2000	15:37	13:40	17:00	3e
410	Kornwerderzand	10-04-2000	10:51	4:00	9:40	
415	Kornwerderzand	09-04-2000	10:06	4:00	8:50	
464	Den Oever	26-05-2000	10:08	4:30	8:50	
665	Den Oever	03-07-2000	18:10	13:50	17:55	

### 5.2.2 Migratie versus omgevingsfactoren

In hoeverre is de mate van intrek bepaald door omgevingsfactoren, anders dan door de individuele drang van de vissen als gevolg van hun rijping? Wordt het moment van opzwemmen bepaald door het debiet in de spuisluisen? Bij een toenemend verval tussen IJsselmeer en Waddenzee zal het spuidebiet toenemen. Bij een hoog debiet kunnen de vissen niet binnentrekken als gevolg van te hoge stroomsnelheden. Echter, gedurende elke spuiperiode zijn er aan het begin en eind altijd momenten met een geringere stroomsnelheid. In figuur 3 is het debiet in de spuisluisen versus de timing van intrekken weergegeven (zie ook bijlage 3).

Figuur 3. Timing van de intrek bij de spuisluizen van Den Oever en Kornwerderzand.

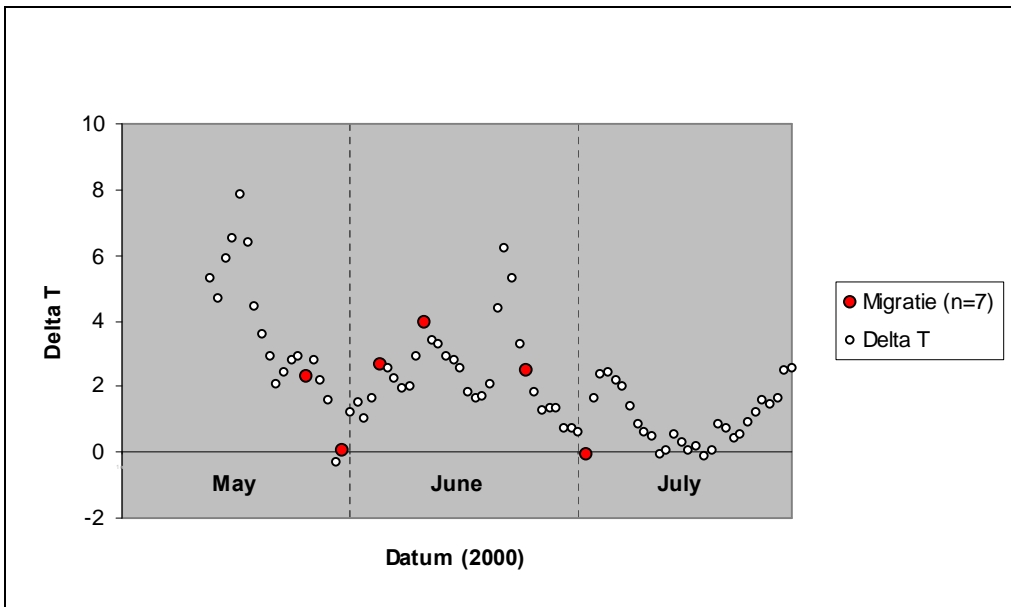


Er lijkt geen verband te zijn tussen het gemiddelde spuidebiet en de timing van intrekken. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er geen rekening is gehouden met het aantal geopende spuikokers. Het lijkt erop dat, ook al is de afvoer in sommige gevallen groot, de vissen gedurende de spuiperiode het juiste moment voor intrek afwachten.

In hoeverre is het temperatuurverschil van de watertemperatuur tussen Waddenzee en het IJsselmeerwater een "trigger" voor de zeeforellen om op te trekken? Hiertoe is het verschil in watertemperatuur tussen zoetwater ter hoogte van Den Oever, afgezet tegen de temperatuur van het Noordzeewater. Zoals uit figuur 4 blijkt, kan er geen verband worden aangetoond tussen  $\Delta T$  en de tijdstippen waarop intrek plaatsvond (bijlage 3).



Figuur 4. Timing van de intrek bij de spuisluizen van Den Oever, afgezet tegen  $\Delta T$ .



Zoals uit bovenstaande analyse blijkt, is het op basis van de beperkte dataset van detecties niet goed mogelijk om de barrièrewerking van de Afsluitdijk te verklaren. Daardoor is ook niet goed aan te geven welke omgevingsvariabelen een "trigger" vormen voor het moment van intrekken. Een bijkomstigheid is dat een aantal omgevingsvariabelen (bijvoorbeeld saliniteit) een afgeleide zijn van het debiet, waardoor het niet mogelijk is om met behulp van een multivariate analyse de data nader te onderzoeken.

## 6 Literatuur

---

- Anonymus, 2000. Procesplan voor de planstudie [ES]2-Afsluitdijk. Rijkswaterstaat, Regionale Directie IJsselmeergebied, Lelystad, rapport 14 juni 2000.
- AquaSense, 2000. Study on an Information System for Salmonid research; Feasibility study to the possibilities of a web based Information System. Rapport nr. 00.1562, AquaSense, Amsterdam.
- Bij de Vaate, A. & A.W. Breukelaar, 2000. Upstream migration of sea trout (*Salmo trutta* L.) in the Rhine delta, The Netherlands: results from the period 1996-1998. J. Fish Biol. (in press).
- Breukelaar A.W. & A. bij de Vaate, 1998. Onderzoek naar migratieroutes van zeeforel door het Nederlandse deel van Rijn en Maas: eerste tussenrapportage. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport nr. 98.135X.
- 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: 29-33.
- Breukelaar, A.W., F.T.W. Fockens & A. bij de Vaate, 2000. Technical aspects of the NEDAP TRAIL System® used in a sea trout (*Salmo trutta* L.) migration study. Proceedings Congress Norwich.
- De Laak, G. & F.T. Vriese, 2000. Project monitoring intrek zeeforel in Nederland. Deelproject vangen en merken van geslachtsrijpe zalm, zeeforel, diklipharder en grote marene in de kustwateren voor Den Oever. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, rapport nr. OND 00111.
- Hartgers, E., A.D. Buijse & W. Dekker, 1998. Salmonids and other migratory fish in Lake IJsselmeer. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport nr. 76-1998 van de serie publicaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn en Maas".
- Lucas, M., 1989. Effects of implanted dummy transmitters on mortality, growth and tissue reaction in Rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish. Biol. 35: 577-587.
- McKinley, R.S., G. Power & H.E. Kowalyk, 1994. Transmitter attachment/implant: laboratory manual. Rapport Ontario Hydro Research, Toronto, and Univ. Waterloo, Biol. Dept., Waterloo (Canada).
- Vriese, F.T., 1995. Implantering van transponders in salmoniden. Rapport nr. 26, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Vriese, F.T. & G. de Laak, 2000. Leeftijdsoepaling salmoniden van het project "Monitoring intrek zeeforel in Nederland (COVISI): visnr. 496 t/m 671. Rapport nr. OND00113, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

# Bijlagen

## Bijlage 1. Overzicht van gemerkte zeeforellen

Den Oever.

Transponder	Gewicht (g)	Tot.lengte (cm)	VI-tag	Datum	Vangtuig	Opmerkingen
463	822	46,5	XH2	11-05	fuik	15% schubverlies
464	2228	54,5	XH7	22-05	fuik	20% schubverlies
542	1533	50,2	XH8	22-05	fuik	5% schubverlies
527	1508	49,2	XJ7	25-05	fuik	Gave vis
525	1740	52,2	XJ8	29-05	fuik	Gave vis
663	1684	49,5	A23	17-06	fuik	5% schubverlies
665	1386	46,3	A24	17-06	fuik	5% schubverlies
731	1339	47,5	B17	27-06	fuik	Kweekvis? Zeeluis

Kornwerderzand.

Transponder	Gewicht (g)	Tot.lengte (cm)	VI-tag	Datum	Vangtuig	Opmerkingen
280	901	43,5	XA5	24-02	fuik	10% schubverlies
64	980	43,8	XA6	24-02	fuik	15% schubverlies, staartwond
313	1437	48,0	XA7	24-02	fuik	10% schubverlies
615	796	43,0	XB1	13-03	fuik	5% schubverlies
458	1020	44,5	XB2	13-03	fuik	10% schubverlies
450	1988	56,3	XB3	13-03	fuik	5% schubverlies
592	1659	51,8	XB4	13-03	fuik	Gave vis
389	1140	43,0	XB8	23-03	fuik	5% schubverlies
359	1418	49,0	XB9	23-03	fuik	
269	1225	48,8	XC0	23-03	fuik	
439	1052	45,3	XC1	23-03	fuik	5% schubverlies
410	1007	45,8	XC5	03-04	fuik	
415	1614	50,6	XC6	03-04	fuik	
583	1276	47,3	XC7	03-04	fuik	
614	1177	49,1	XC4	03-04	fuik	

## Bijlage 2. Overzicht registraties (periode feb. 2000 t/m mei 2001)

Transponder	Gew. (g)	Tot. lengte (cm)	Merkdatum	Merklocatie	Detectiestation	Det. datum	Det. tijd	Registratie
269	1225	48,8	23-03	Kornwerderzand	IJssel-Kampen	18-08	16:15	1
280	901	43,5	24-02	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	21-03	19:32	1
359	1418	49,0	23-03	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	01-04	11:40	1
					IJsselmeer-Kornwerd	01-04	12:53	2
					IJsselmeer-Kornwerd	01-04	13:37	3
					IJssel-Kampen	23-06	11:43	4
					Rijn-Xanten	28-06	8:21	5
					Rijn-Xanten	21-07	14:06	6
					IJssel-Kampen	23-07	4:18	7
389	1140	43,0	23-03	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	01-04	11:39	1
					IJsselmeer-Kornwerd	01-04	12:53	2
					IJsselmeer-Kornwerd	01-04	13:39	3
					IJssel-Kampen	08-06	6:45	4
					Rijn-Xanten	18-06	12:27	5
410	1007	45,8	03-04	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	10-04	9:51	1
					IJssel-Kampen	19-07	8:12	2
					Rijn-Xanten	26-07	17:22	3
					Sieg-Menden	02-08	21:59	4
					Sieg-Menden	03-08	6:28	5
					Waal-Vuren	16-10	10:53	6
					BenMerwede-BHardinx	16-10	13:54	7
					DeNoord-Kinderdijk	17-10	14:40	8
					DeNoord-Kinderdijk	18-10	8:37	9
					DeNoord-Kinderdijk	18-10	10:32	10
415	1614	50,6	03-04	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	09-04	9:06	1
450		56,3	13-03	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	27-04	19:24	1
					IJsselmeer-Kornwerd	15-05	15:30	2
					IJsselmeer-Kornwerd	15-05	15:44	3
464	2228	54,5	22-05	Den Oever	IJsselmeer-DenOever	26-05	9:08	1
					IJsselmeer-DenOever	25-06	6:07	2
					IJsselmeer-DenOever	25-06	6:46	3
					IJssel-Kampen	27-06	9:04	4
					Rijn-Xanten	02-07	10:36	5
					Sieg-Menden	09-07	11:04	6
525	1740	52,2	29-05	Den Oever	IJssel-Kampen	11-06	5:05	1
					Rijn-Xanten	20-06	3:42	2
					Sieg-Menden	03-07	18:50	3
					Sieg-Menden	28-11	18:12	4
583	1276	47,3	03-04	Kornwerderzand	IJsselmeer-DenOever	31-05	12:56	1
					IJsselmeer-DenOever	31-05	13:10	2
					IJsselmeer-DenOever	05-06	6:39	3
					IJssel-Kampen	05-07	10:21	4
583	1276	47,3	03-04	Kornwerderzand	Rijn-Xanten	16-07	9:54	5
614	1177	49,1	03-04	Kornwerderzand	IJsselmeer-Kornwerd	04-04	14:37	1
					IJsselmeer-DenOever	11-06	9:21	2
					IJsselmeer-DenOever	11-06	9:47	3
					IJssel-Kampen	17-08	7:59	4

Transponder	Gew. (g)	Tot. lengte (cm)	Merkdatum	Merklocatie	Detectiestation	Det. datum	Det. tijd	Registratie
663	1684	49,5	17-06	Den Oever	Rijn-Xanten	21-10	12:05	5
					IJssel-Kampen	27-06	5:00	1
					Rijn-Xanten	07-07	11:40	2
					Rijn-Xanten	26-07	5:52	3
					Waal-Vuren	18-11	17:24	4
665	1386	46,3	17-06	Den Oever	Waal-Vuren	22-11	10:15	5
					IJsselmeer-DenOever	03-07	18:10	1
					IJssel-Kampen	06-08	14:53	2
					IJssel-Kampen	06-08	15:26	3
					IJssel-Kampen	06-08	17:05	4
731	1339	47,5	27-06	Den Oever	IJssel-Kampen	08-07	4:02	1
					IJssel-Kampen	08-07	4:07	2

### Bijlage 3. Analyseresultaten van migratiepatronen

#### Kornwerderzand (15 april t/m 25 mei 2000)

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances (alpha = 0.05)

<b>Debiet</b>	<b>Migratie</b>	<b>Geen migratie</b>
Mean	280	188.8615
Variance	61979.67	25370.43
Observations	7	65
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	7	
t Stat	0.947892	
P(T<=t) one-tail	0.187375	
t Critical one-tail	1.894578	
P(T<=t) two-tail	0.374751	
t Critical two-tail	2.364623	

#### Den Oever (15 mei t/m 15 juli 2000)

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances (alpha = 0.05)

<b>Debiet</b>	<b>Migratie</b>	<b>Geen migratie</b>
Mean	249.6667	195.0357
Variance	18819.07	15939.93
Observations	6	56
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	6	
t Stat	0.934012	
P(T<=t) one-tail	0.193172	
t Critical one-tail	1.943181	
P(T<=t) two-tail	0.386344	
t Critical two-tail	2.446914	

#### T-test voor de periode 13 mei t/m 31 juli 2000,

#### $\Delta T$ bij Den Oever

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

<b>Delta T</b>	<b>Migratie</b>	<b>Geen migratie</b>
Mean	2.175	1.911666667
Variance	3.000419863	2.503456667
Observations	74	6
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	6	
t Stat	0.389200298	
P(T<=t) one-tail	0.355282983	
t Critical one-tail	1.943180905	
P(T<=t) two-tail	0.710565965	
t Critical two-tail	2.446913641	