

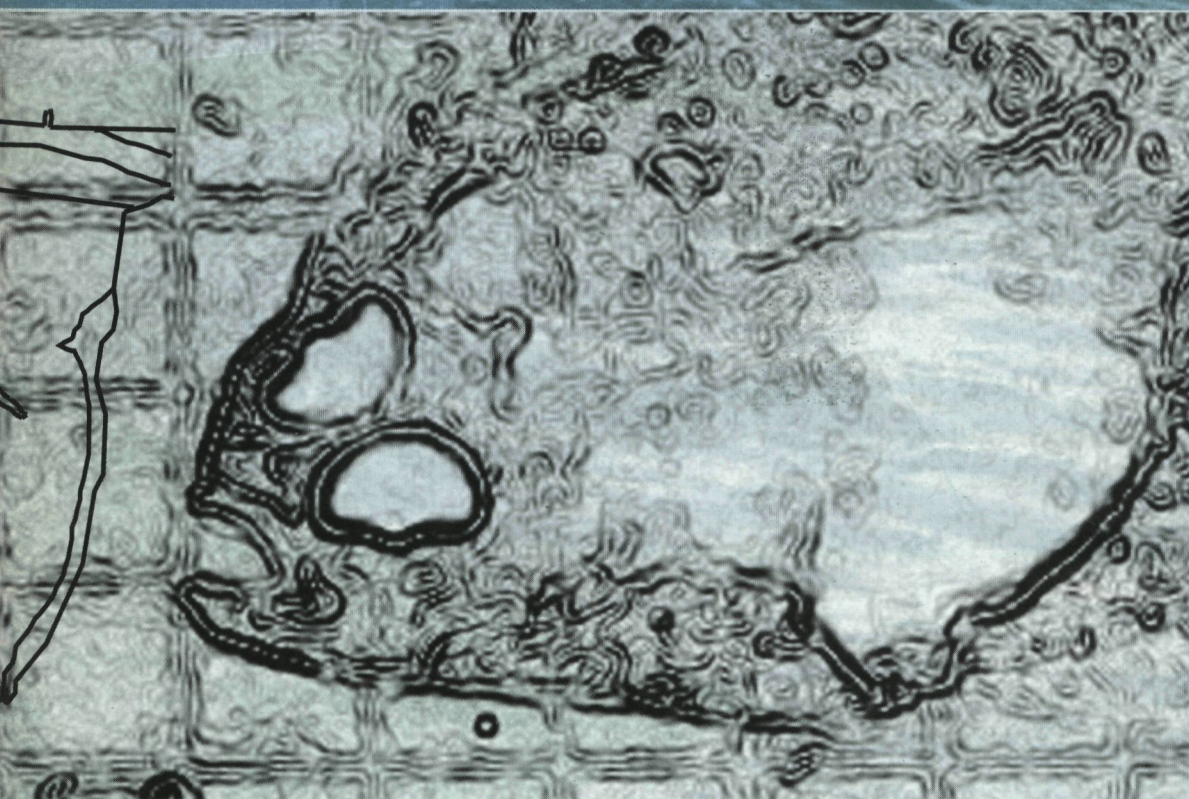


Het functioneren van de Eems-Dollard als kinderkamer voor platvis

Deel 3.

Aantalsverloop en lengtetoename van juveniele schol, bot en tong

Rapport RIKZ-99.041



Het functioneren van de Eems-Dollard als kinderkamer voor platvis

Deel 3.
Aantalsverloop en lengtetoeename van juveniele
schol, bot en tong in Dollard en Eems

december 1999

Z. Jager & H.L. Kleef

Rapport RIKZ-99.041

Voorwoord	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en Methoden	9
2.1 Bemonsteringsopzet	9
2.1.1 Dollard	9
2.1.2 Eems	10
2.2 Vangstverwerking	11
2.2.1 Metingen	11
2.2.2 Dichtheid	12
2.2.3 Lengte	12
2.3 Statistische verwerking	12
3 Resultaten Dollard	13
3.1 Abiota	13
3.2 Dichtheid van de platvissoorten	14
3.2.1 Schol	14
3.2.2 Bot	15
3.2.3 Tong	16
3.3 Lengtetoename	17
3.3.1 Schol	17
3.3.2 Bot	18
3.3.3 Tong	18
4 Resultaten Eems	19
4.1 Abiota	19
4.2 Dichtheid van de platvissoorten	19
4.2.1 Schol	19
4.2.2 Bot	20
4.2.3 Tong	21
4.3 Lengtetoename	21
4.3.1 Schol	21
4.3.2 Bot	22
4.3.3 Tong	23
5 Discussie	25
5.1 Abiota	25
5.2 Dichtheden jonge platvis	25
5.2.1 Schol	25
5.2.2 Bot	26
5.2.3 Tong	26
5.2.4 Vergelijking habitatvoorkeur platvissoorten	26
5.3 Lengte jonge platvis	27
5.3.1 Schol	27
5.3.2 Bot	27
6 Samenvatting	29

7 Overzicht van werkdocumenten en publicaties

7.1 Werkdocumenten

7.2 Publicaties

31

31

32

8 Referenties

33

Voorwoord

Dit rapport is het laatste in een serie van drie over het functioneren van de Eems-Dollard als kinderkamer voor de platvissoorten schol (*Pleuronectes platessa* L.), bot (*Platichthys flesus* L.) en tong (*Solea solea* L.). Het eerste rapport behandelde het getijdentransport en de ophoping van larven, aangevoerd vanaf de Noordzee, in de kinderkamer (Jager 1999). Het tweede rapport beschreef de vestiging van metamorfoserende platvisjes (Kleef en Jager 1999), terwijl in het derde rapport de dichtheids- en lengtegegevens van de jonge platvis na de vestiging op de getijdeplaten aan de orde komen. Het gehele onderzoek is door de afdeling OSBW van het RIKZ-Haren uitgevoerd tussen 1992 en 1996, en vormde een onderdeel van het project IN*GE (INRICHTING*GENERIEK), onder WONS (Werkstructuur Onderzoek en ondersteuning voor de Natte Sector van Verkeer en Waterstaat) thema INRICHTING.

Dit project had als doelstelling "*Het voorspellen van de effecten van inrichtingsmaatregelen en geleiding van gebruik, het ontwikkelen van een toetsingskader voor de evaluatie van effecten, en het aangeven van de ecologische en gebruiks-potenties met het oog op herstelmaatregelen*". "Estuaria, kustzone en Waddenzee hebben belangrijke maatschappelijke functies: o.m. scheepvaart, recreatie, visserij en natuur. Het spanningsveld tussen maatschappelijk gebruik en de ontwikkeling van natuurlijke potenties is in deze gebieden goed zichtbaar. Er is kennis nodig om hiervoor goede oplossingen te vinden, d.m.v. inrichtings- en beheersmaatregelen. [...] Inrichtingsmaatregelen zijn in principe eenmalig waarna het systeem duurzaam moet kunnen functioneren" (A. Smaal, Projectplan IN*GE, 25 november 1996).

De kustzone is van belang als opgroeigebied (kinderkamer) voor een aantal vissoorten die het doel zijn van de Nederlandse en internationale visserij op de Noordzee. Een belangrijk deel van de jaarlijkse populatieaanwas van de platvissoorten schol en tong is afkomstig uit de Waddenzee. De Eems-Dollard vormt daarbinnen een markant subsysteem, dat een speciale betekenis heeft voor de zout-tolerante bot, die doordringt tot in zoetwater.

Het doel van het kinderkameronderzoek was, om inzicht te krijgen in de onderliggende processen die het functioneren van een gebied als kinderkamer bepalen, teneinde beter te kunnen begrijpen en voorspellen hoe (en in hoeverre) menselijke ingrepen die de hydrodynamiek en morfologie van een gebied wijzigen doorwerken op de kinderkamerfunctie.

In het voorliggende document worden de wetenschappelijke resultaten van het onderzoek beschreven. De uitkomsten van het kinderkameronderzoek in relatie tot de beheerstoepassing zullen worden behandeld in een afzonderlijk rapport.

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de ontwikkelingen in dichtheden en lengtesamenstelling van de jonge platvissen na hun vestiging op de getijdenplaten in de Dollard en in de Eems, zoals is onderzocht in 1993 en 1994.

Hoewel sporadisch ook oudere platvissen werden gevangen hebben alle gegevens in dit rapport uitsluitend betrekking op de 0-groep, dat wil zeggen: die platvisjes die in het voorjaar van hun eerste levensjaar in de kinderkamers arriveren en daar gedurende enkele maanden (tot aan het najaar van hun eerste levensjaar) verblijven.

Doel van het onderzoek was om kwantitatieve gegevens te verzamelen over aantallen en lengte-toename om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de Dollard en Eems als kinderkamer voor platvis. Binnen de Dollard en Eems worden verschillende strata ofwel habitats vergeleken wat betreft dichtheden en gemiddelde lengte. Ook worden de Eems en Dollard met elkaar vergeleken om inzicht te krijgen in de onderlinge relatie en het relatieve belang van beide deelsystemen als onderdeel van het Eems-Dollard estuarium.

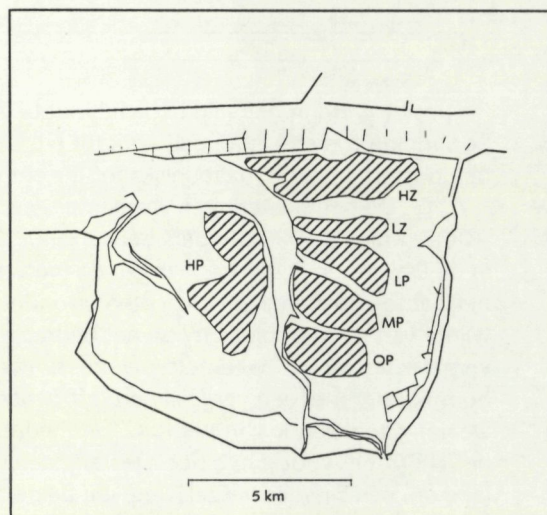
2 Materiaal en Methoden

2.1 Bemonsteringsopzet

Tijdens iedere trek werden saliniteit, watertemperatuur en -diepte gemeten: zoutgehalte en temperatuur door middel van een WTW-geleidbaarheidsmeter, de waterdiepte met behulp van een peilstok tijdens het vissen op de platen.

Figuur 1

De ligging van de bemonsterde strata in de Dollard in 1993 en 1994, met de gebruikte stratumcodes (zie ook Tabel 1)



2.1.1 Dollard

In 1993 en 1994 is een 'stratified random' bemonsteringsstrategie gehanteerd. De strata werden geselecteerd op basis van morfologische eenheid (getijdeplaten) en hoogteligging (tussen -2 dm en $+7$ dm t.o.v. NAP) (Figuur 1). In 1993 werden 6, en in 1994 5 strata bemonsterd. De strata werden verdeeld in vakken van 250×250 m, en op elke monsterdatum werd een aantal van deze vakken willekeurig geselecteerd. In deze vakken werd gevist. Het aantal geselecteerde vakken in een stratum was in verhouding met de grootte daarvan en varieerde van 4 tot 10. In totaal werden maximaal 38 stations bemonsterd per week (Tabel 1).

Tabel 1

Overzicht van de bemonsteringen in de Dollard en Eems in 1993 en in 1994; per datum het aantal bemonsteringen in de Dollard per stratum (HP, HZ, LZ, LP, MP, OP) en totaal, en voor de Eems.
- = niet bemonsterd

Datum dd/mm	Week	Dollard						Totaal	Eems
		HP	HZ	LZ	LP	MP	OP		
1993									
21/04	16	8	-	-	4	-	-	12	-
05/05	18	-	-	-	4	5	5	14	-
26/05	21	10	10	4	4	5	5	38	17
09/06	23	9	10	4	4	5	5	37	18
23/06	25	10	10	4	4	5	5	38	14
07/07	27	10	10	4	4	5	5	38	14
21/07	29	10	10	4	4	5	5	38	18
04/08	31	10	10	4	4	5	5	38	18
18/08	33	10	10	4	4	5	5	38	18
01/09	35	10	10	4	4	5	5	38	18
15/09	37	10	10	-	4	5	5	34	16
06/10	40	10	10	4	4	5	5	38	
03/11	44	1	-	-	4	-	5	10	14
Totaal		108	100	36	52	55	60	411	165

Tabel 1 (vervolg)

Overzicht van de bemonsteringen in de Dollard en Eems in 1993 en in 1994; per datum het aantal bemonsteringen in de Dollard per stratum (HP, HZ, LZ, LP, MP, OP) en totaal, en voor de Eems.
 -= niet bemonsterd

Datum dd/mm	Week	Dollard						Totaal	Eems
		HP	HZ	-	LP	MP	OP		
1994									
13/04	15	-	-		5	5	-	10	-
27/04	17	10	-		5	5	-	20	-
11/05	19	10	-		5	5	-	20	6
25/05	21	10	-		5	5	5	25	18
08/06	23	10	10		5	5	5	35	18
22/06	25	10	10		5	5	5	35	18
06/07	27	10	-		5	5	5	25	18
11/07	28	-	10		5	5	-	20	-
27/07	30	10	10		5	5	5	35	18
10/08	32	10	10		5	5	5	35	18
24/08	34	9	9		5	5	5	33	18
07/09	36	10	8		5	5	5	33	18
05/10	40	10	10		5	5	5	35	18
02/11	44	10	10		5	5	5	35	18
07/12	49	10	-		5	-	-	15	14
Totaal		129	87		75	70	50	411	200

De positie werd in het veld bepaald met behulp van een GPS50 (Global Positioning System). Van half april tot half september werd tweewekelijks bemonsterd, daarna maandelijks tot december.

De bemonsteringen werden uitgevoerd met een 2-m boomkornet (NIOZ; Kuipers 1975, Kuipers et al. 1992), dat aan de slikkige omstandigheden in de Dollard en Eems was aangepast (nettype BT2; Jager & Kleef 1997) door het net te voorzien van een lichtere grondpees en 1 wekkerketting. De maaswijdte van dit knooploos nylon net bedraagt 5 mm (halve maas). Een eerdere vergelijking van de twee nettypen heeft uitgewezen dat het aangepaste RIKZ-boomkornet met een vergelijkbare efficiëntie vangt als de 2-m NIOZ-boomkor. De vangstefficiëntie van het RIKZ-net bedraagt vrijwel 100% ten opzichte van het NIOZ-net voor jonge bot. De vangsten van 0-groep schol en tong waren te laag om een zinvolle vergelijking van beide nettypen mogelijk te maken. De efficiëntie van de NIOZ-boomkor is beschreven door Kuipers (1975) en Kuipers et al. (1992). Er zijn in het huidige rapport geen correcties op de dichtheidsgegevens toegepast bij gebrek aan data met betrekking tot de vangstefficiëntie.

Het RIKZ-net werd voortgetrokken door een opblaasboot met een buitenboordmotor van 29.8 kW (40 pk) en een diepgang van 50 cm. De lengte van de vislijn bedroeg 8 m.

De bevissing vond plaats bij opkomend water tot uiterlijk een uur na de HW-kentering. Bij een visdiepte van minder dan 70-80 cm werd niet gevist om verstoring van de platvis door de boot te beperken. Aan het net was een meterwiel bevestigd, waarmee de beviste afstand werd geregistreerd. Er werd gedurende 5 minuten gevist met een snelheid van ca. 50 m min⁻¹, zodat een oppervlak van 500 m² werd bemonsterd per trek. De dagelijks wisselende omstandigheden van wind, golven en stroming veroorzaakten echter afwijkingen in vissnelheid en trek lengte (Tabel 2).

Tabel 2

Bemonsteringsstatistieken voor de Dollard en Eems: aantal trekken (*n*), gemiddelde trek lengte (m) en gemiddelde bevissingsnelheid (m min⁻¹)

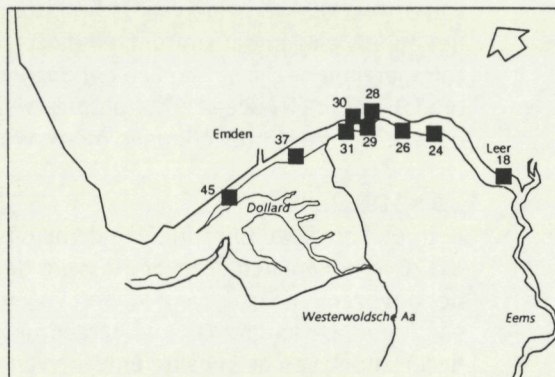
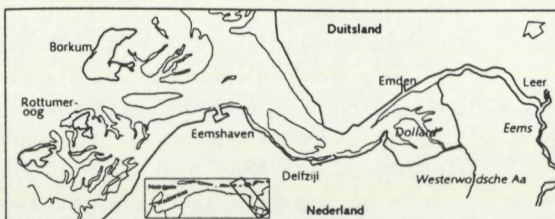
Gebied	Jaar	<i>n</i>	Gem. Trek lengte	Gem. Snelheid
Dollard	1993	410	241	48
Dollard	1994	411	233	48
Eems	1993	165	188	63
Eems	1994	193	147	66

2.1.2 Eems

Morfologie, sedimentsamenstelling en obstakels lieten niet toe dat de Eems op een vergelijkbare manier werd bemonsterd als de Dollard. In de Eems werd uitsluitend een smalle strook intergetijdegebied langs de oevers bemonsterd, van km 45 (nabij Emden) tot km 18 (Leer). Dit traject besloeg een saliniteitsgradiënt van ca. 20 ‰ aan de zeezijde tot 0 ‰ stroomopwaarts.

Figuur 2

De ligging van de bemonsterde stations in de Eems in 1993 en 1994, met de gebruikte stationscodes. De getallen refereren aan de km-borden die langs de Eems zijn geplaatst.



Er werden 9 stations geselecteerd en van obstakels ontdaan (Figuur 2), en op ieder station werden twee trekken (duplo) gedaan. Deze stations werden vanaf mei bemonsterd synchronoon aan de bemonsteringen in de Dollard. De gemiddelde vissnelheid lag noodgedwongen hoger dan in de Dollard, terwijl de treklengte korter was (Tabel 2).

De stations op de Eems werden voor de statistische bewerking op basis van het zoutgehalte ingedeeld in 3 habitats (Tabel 3). De meest zeewaarts gelegen stations km37 en km45 vielen in het polyhalie habitat, het meest stroomopwaarts gelegen station km18 kon worden gekarakteriseerd als oligohalieu, terwijl de overige stations in de mesohalieu zone lagen. Deze indeling is bij benadering gelijk aan die van Kerstan (1991): oligohalieu = 0.5-5‰, mesohalieu = 5-18‰, polyhalieu = 18-30‰.

Tabel 3

De indeling van bemonsterde stations (aangegeven door het km-nummer) in de onderscheiden habitats in de rivier de Eems, op basis van de gemiddelde saliniteit (\bar{x}) in 1993 en 1994 en 95%-betrouwbaarheidsintervallen, gebaseerd op n waarnemingen

Habitat	Polyhalieu	Mesohalieu	Oligohalieu
Station Nr. (km)	45, 37	31, 30, 29, 28, 26, 24	18
Saliniteit (\bar{x})	17.9	4.3	0.7
95%-btbh interval	17.1-18.7	3.9-4.8	0.6-0.9
n	71	228	40

2.2 Vangstverwerking

2.2.1 Metingen

De monsters werden diepgevroren bewaard tot het moment van verwerking in het laboratorium. Na ontdooien werden de soorten gedetermineerd en de aantallen individuen per soort vastgesteld. Per soort werden de individuele (totale) lengtes gemeten tot op de mm nauwkeurig, en het gewicht - na droogdeppen - tot op de 0.01 g nauwkeurig.

2.2.2 Dichtheid

De aantallen per trek werden omgerekend naar een vangstdichtheid (aantal per 1000 m²). De dichtheden zijn slechts geanalyseerd voor de weken waarin daadwerkelijk platvis is gevangen, namelijk week 21-44 (1993) en week 15-28 (1994) voor schol, week 21-44 (1993) en week 21-49 (1994) voor bot, en week 25-35 (1993) en week 23-30 (1994) voor tong.

Het totale aantal platvissen in het bemonsterde gebied werd geschat door per soort de gemiddelde dichtheden per hoogtestratum over een periode van 3-4 weken (ten tijde van de hoogste dichtheden) te vermenigvuldigen met het oppervlak van dat stratum, en de zo verkregen aantallen per stratum te sommeren voor alle strata. Een periode van meerdere weken werd gekozen omdat niet in elke week elk stratum is bemonsterd en er voldoende dekking over de hoogtestrata verkregen moest worden.

2.2.3 Lengte

Betrouwbare kwantificering van de platvissen vond plaats vanaf een lengte van ca. 20 mm. Beneden deze lengte werd de selectie door de maaswijdte van het net onvolledig geacht. De gemeten vissen werden ingedeeld in lengteklassen van 5 mm. De lengtetoeename, uitgedrukt in mm/dag, werd afgeleid uit de hellingshoek van de lineaire regressie van gemiddelde lengte (per soort) tegen week. De lengtetoeename werd berekend over de periode waarin de toename lineair was, over het algemeen tot aan september.

2.3 Statistische verwerking

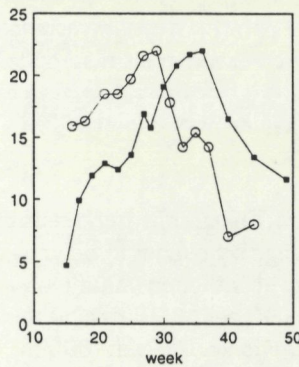
Voor de statistische verwerking werden de vangstdichtheden getransformeerd naar $\ln(\text{dichtheid}+1)$. Waar mogelijk werd een GLM-analyse toegepast, anders een (M)ANOVA. Indien niet aan de voorwaarden voor deze bewerkingen werd voldaan (homogene variantie, residuen normaal verdeeld), werden verdelingsvrije toetsen (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney) toegepast.

3 Resultaten Dollard

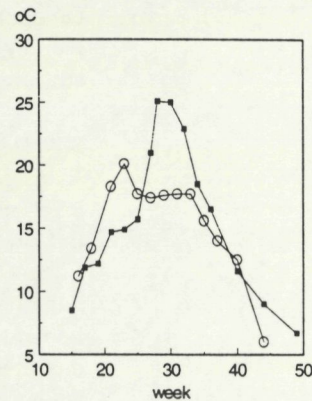
3.1 Abiota

Het zoutgehalte in de Dollard varieerde binnen een bemonsteringsseizoen van gemiddeld 5 tot 22 ‰, waarbij maximale waarden werden bereikt in juli-augustus (Figuur 3). Tot eind juli (week 30) lag het gemiddelde zoutgehalte in de Dollard in 1993 significant boven het niveau van 1994, en na week 30 significant daaronder.

Figuur 3 (linker paneel)
Verloop van de gemiddelde saliniteit op de bemonsterde stations in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)



Figuur 4 (rechter paneel)
Verloop van de gemiddelde temperatuur (°C) op de bemonsterde stations in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)



Binnen de Dollard waren er geringe, maar statistisch significante, verschillen in gemiddeld zoutgehalte per stratum en deze verschillen waren constant in de loop van de tijd (Tabel 4, niet significante interactie van stratum en week voor zowel de periode tot en met als na eind juli). De hoogste zoutgehalten werden gevonden in het stratum HP, de laagste op HZ, en intermediaire waarden in de overige strata. De verdeling van het zoutgehalte over de strata was, behalve binnen een jaar, ook tussen 1993 en 1994 constant. De maximale watertemperatuur werd in 1993 vroeg in het seizoen bereikt (20 °C, begin juni), en in 1994 pas omstreeks eind juli (25 °C) (Figuur 4).

Tabel 4
GLM zoutgehalte Dollard 1993 en 1994

Factor	SS	Df	F-ratio	P-value
<i>tm. week 30</i>				
jaar	3295	1	1629	<0.001
week	1422	1	703	<0.001
stratum	33	5	3.3	0.007
stratum*week	13	5	1.3	0.27
Residual	859	425		
Total (corrected)	7819	437		
<i>na week 30</i>				
jaar	4148	1	1066	<0.001
week	1440	1	370	<0.001
stratum	16	5	<1	0.6
stratum*week	20	5	1	0.4
Residual	1417	364		
Total (corrected)	7757	376		

Tot aan eind juli was de gemiddelde temperatuur voor beide jaren niet significant verschillend; daarna lag de gemiddelde temperatuur in 1994 2°C hoger dan in 1993 (Tabel 5).

Tabel 5
GLM temperatuur Dollard 1993 en 1994

Factor	SS	Df	F-ratio	P-value
<i>tm. week 30</i>				
jaar	6	1	<1	0.3
week	1034	1	155	<0.001
stratum	282	5	8	<0.001
stratum*week	267	5	8	<0.001
Residual	2835	424		
Total (corrected)	7385	436		
<i>na week 30</i>				
jaar	412	1	258	<0.001
week	3117	1	1951	<0.001
stratum	34	5	4	0.001
stratum*week	36	5	4	<0.001
Residual	586	367		
Total (corrected)	6977	379		

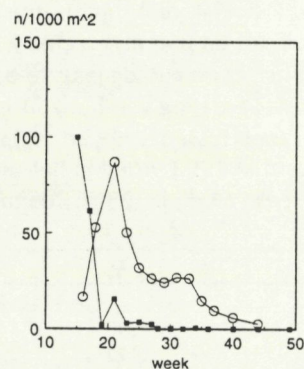
De gemiddelde temperatuur verschilde per stratum, maar door de tijd heen kon hierin geen vast patroon worden vastgesteld (Tabel 5, significante interactie stratum en week), evenmin als tussen 1993 en 1994.

3.2 Dichtheid van de platvissoorten

3.2.1 Schol

In beide onderzochte jaren waren reeds bij aanvang van de bemonstering (medio april) jonge scholletjes in de vangsten aanwezig (Figuur 5). In 1993 namen de vangstdichtheden vanaf eind april snel toe tot een maximum van gemiddeld bijna 90 per 1000 m² eind mei, terwijl in 1994 de hoogste dichtheden, gemiddeld 100 per 1000 m², reeds half april werden geconstateerd. Na het bereiken van een maximum namen de dichtheden snel af; in 1993 waren de scholletjes tot aan oktober in de Dollard aanwezig, maar in 1994 was de vangstdichtheid van jonge schol al zo goed als nul na half juli.

Figuur 5
Verloop van de gemiddelde dichtheid (n/1000 m²) van 0-groep schol op de bemonsterde stations in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)



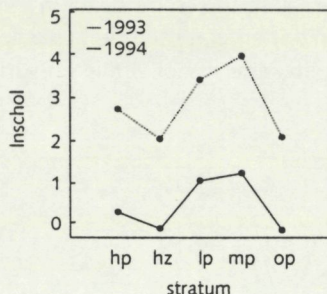
Voor de vergelijking van de dichtheden in beide jaren is het stratum LZ uitgesloten, aangezien deze alleen in 1993 is bemonsterd. De gemiddelde dichtheid van schol was met 30 individuen per 1000 m² in 1993 tweemaal zo hoog als in 1994 (Tabel 6).

Tabel 6
Gemiddelde dichtheid (n/1000 m²), standaardafwijking (s.d.), aantal waarnemingen (n) en 95%-btbh intervallen voor schol, bot en tong in de Dollard in 1993 en 1994.

Dollard	gem. dichtheid (n/1000 m ²)	s.d.	n	95%-btbh interval
<i>schol</i>				
1993	30.1	2.7	344	24.8-35.5
1994	15.7	4.1	190	7.6-23.8
<i>bot</i>				
1993	25.2	2.0	344	21.2-29.2
1994	26.8	1.7	361	23.4-30.2
<i>tong</i>				
1993	2.6	0.5	203	1.7-3.6
1994	7.3	2.6	150	2.2-12.4

In beide jaren was er een verloop in dichtheden over de weken. In 1994 is vanwege niet-homogene varianties, ook na ln-transformatie, een Kruskal-Wallis toets toegepast. Er waren significante verschillen in gemiddelde dichtheden tussen de strata: de hoogste waarden werden aangetroffen in de strata MP en LP, de laagste in de strata HZ en OP, en intermediaire dichtheden in het stratum HP. Dit patroon manifesteerde zich zowel in 1993 als in 1994 (Figuur 6, Tabel 7: niet-significante interactie van jaar en stratum).

Figuur 6
Interactieplot van verschillen in gemiddelde dichtheid (*log-getransformeerd) van 0-groep schol tussen de bemonsterde strata in 1993 en 1994, exclusief LZ



Tabel 7
Multifactor ANOVA ln(schol+1) Dollard; exclusief stratum LZ (want alleen in 1993 bemonsterd)

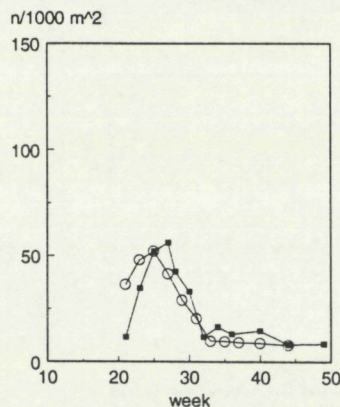
	SS	Df	F-ratio	P-value
Covariate				
week	196	1	122	<0.001
Factor				
jaar	422	1	261	<0.001
stratum	175	4	27	<0.001
jaar*stratum	6	4	1	0.427
Residual	844	523		
Total (corrected)	1480	533		

Een uitgevoerde GLM gaf aan dat het zoutgehalte ($P=0.05$) en de watertemperatuur ($P>0.05$) geen rol van betekenis speelden voor het verklaren van de dichtheidsvarianties van de scholletjes in de Dollard.

3.2.2 Bot

De jonge botjes verschenen in beide jaren rond begin mei in de vangsten van het 2-m boomkornet (Figuur 7). De vangstdichtheden namen snel toe tot een maximum van ruim 50 per 1000 m² in beide jaren, waarna een even snelle afname van vangstdichtheden plaatsvond. Vanaf half augustus stabiliseerde de gemiddelde dichtheid bij ca. 10 per 1000 m². Jonge botjes waren tot het einde van de bemonsteringsperiode in lage dichtheden in de Dollard aanwezig.

Figuur 7
Verloop van de gemiddelde dichtheid (n/1000 m²) van 0-groep bot op de bemonsterde stations in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)

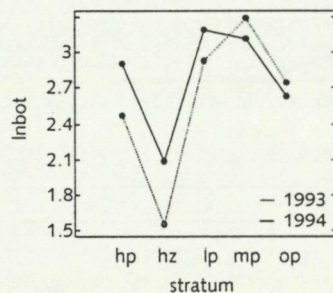


De gemiddelde dichtheid van 0-groep bot in de Dollard was in beide jaren vrijwel gelijk (Tabel 6). Er was een verloop van dichtheden over de weken, waarvoor in de MANOVA is gecorrigeerd (Tabel 8).

Na transformatie is er weliswaar een zwak significant verschil in dichtheden tussen de jaren, maar gezien de geringe omvang hiervan is dit verschil niet betekenisvol. Er waren tevens significante verschillen in gemiddelde dichtheden tussen de strata: de hoogste waarden werden aangetroffen in de strata LP en MP, de laagste in het stratum HZ, en intermediaire dichtheden in de overige strata. Vergelijken met 1993 waren in 1994 de dichtheden in het stratum MP relatief hoog ten opzichte van LP (Tabel 8; zwak significante interactie tussen de factoren jaar en stratum). Figuur 8 toont echter dat het patroon in de dichtheidsverdeling tussen de strata in 1993 niet wezenlijk afwijkt van 1994. De factoren saliniteit en watertemperatuur speelden bij bot evenmin als bij schol een rol van betekenis in het verklaren van de variantie in dichtheden (GLM, $P > 0.05$).

Figuur 8

Interactieplot van verschillen in gemiddelde dichtheden (*log-getransformeerd) van 0-groep bot tussen de bemonsterde strata, exclusief LZ, in 1993 en 1994



Tabel 8

Multifactor ANOVA $\ln(\text{bot}+1)$ Dollard; exclusief stratum LZ (want alleen in 1993 bemonsterd)

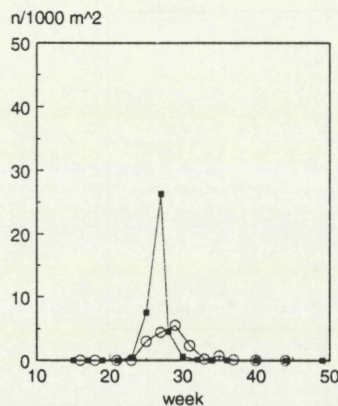
	SS	Df	F-ratio	P-value
Covariate				
week	186	1	164	<0.001
Factor				
jaar	5	1	5	0.03
stratum	176	4	39	<0.001
jaar*stratum	13	4	3	0.02
Residual	789	694		
Total (corrected)	1172	704		

3.2.3 Tong

Tot aan begin juni werden er in de Dollard geen jonge tongetjes in de 2-m boomkor gevangen (Figuur 9). Vanaf juni namen de vangstdichtheden toe: in 1993 geleidelijk tot een maximum van 5 per 1000 m² (half juli), in 1994 snel tot een maximum van ruim 25 per 1000 m² (begin juli). Vervolgens namen de vangstdichtheden af, en na medio augustus waren de jonge tongetjes alweer uit de Dollard verdwenen.

Figuur 9

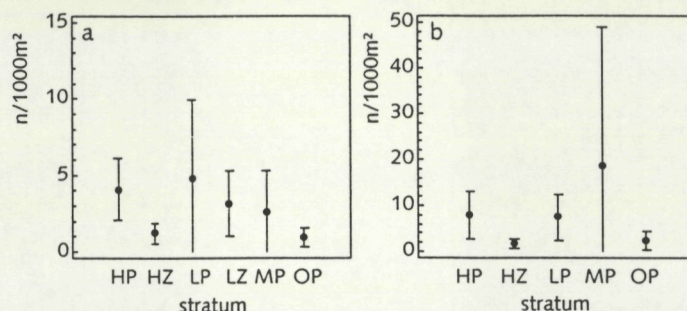
Verloop van de gemiddelde dichtheid (n/1000 m²) van 0-groep tong op de bemonsterde stations in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)



Wegens niet homogene varianties (Bartlett $P < 0.05$) konden de dichtheidsgegevens van tong niet met behulp van een MANOVA geanalyseerd worden.

De gemiddelde dichtheid van 0-groep tong in de Dollard was in 1994 hoger dan in 1993 (Tabel 6). Dit verschil was statistisch significant (Kruskal-Wallis, $P=0.02$). Tussen de strata was er geen significant verschil in gemiddelde dichtheid (Kruskal-Wallis $P=0.07$ in 1993, $P=0.15$ in 1994). Ondanks dat het niet statistisch kan worden aangetoond, lijken de hoogste dichtheden jonge tong voor te komen in de strata LP (1993) en MP (1994) (Figuur 10). De factoren saliniteit en temperatuur speelden bij tong evenmin als bij schol en bot een rol van betekenis in de verklaring van de variantie in dichtheden.

Figuur 10
Gemiddelde dichtheden van 0-groep tong op de bemonsterde strata in (a)1993 en (b)1994 met 95%-betrouwbaarheidsintervallen



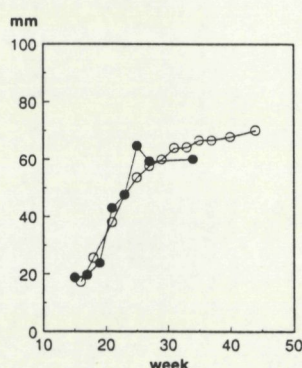
3.3 Lengtetoeename

De lengte-frequentie verdelingen per bemonsterde week en per habitat waren over het algemeen unimodaal en redelijk symmetrisch, waardoor de mediane lengte vrijwel overeenkomt met het rekenkundig gemiddelde en kan worden gebruikt om de gemiddelde lengte en lengtetoeename tussen de habitats te vergelijken.

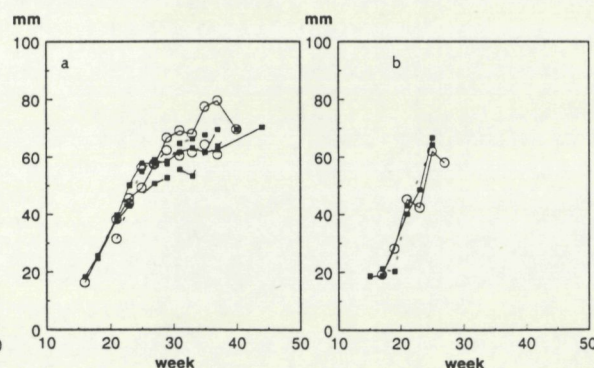
3.3.1 Schol

De gemiddelde lengte van de 0-groep schol nam in beide jaren toe van 17 tot 70 mm in de gehele Dollard (Figuur 11). Er waren verschillen in gemiddelde lengte tussen de strata: de hoogste gemiddelde lengte werd in 1993 bereikt in het stratum HP (Heringsplaat), de laagste in het stratum OP (Oostfriese Plaat) (zie Figuur 12a). In 1994 was de schol te kort in voldoende aantallen in het gebied aanwezig om een vergelijkbare analyse als in 1993 uit te voeren, maar uit Figuur 12b blijkt dat er geen beduidende verschillen in gemiddelde lengte waren tussen de drie strata die wél vergeleken konden worden. De grootste lengtetoeename in een stratum (tussen mei en augustus) bedroeg 0.64 mm/dag (LP), de kleinste 0.53 mm/dag (HP); 1993 en 1994 verschilden in dit opzicht niet.

Figuur 11 (linker paneel)
Gemiddelde lengte (mm) van 0-groep schol in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)



Figuur 12 (midden, rechts)
Gemiddelde lengte (mm) van 0-groep schol in verschillende strata in de Dollard in (a) 1993 en (b) 1994. Legenda stratacodes: —○— = HP; --○-- = HZ; --○-- = LZ; —■— = LP; --■-- = MP; --■-- = OP

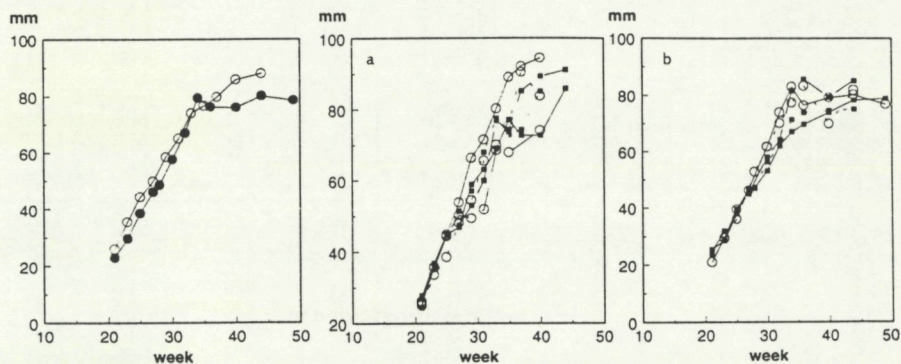


3.3.2 Bot

De gemiddelde lengte van de jonge botjes varieerde van 26 tot 88 mm in 1993 en van 23 tot 80 mm in 1994. De gemiddelde lengte was in 1993 groter dan in 1994 (Figuur 13). Hoewel het verschil klein was (ongeveer 5 mm), is het statistisch significant. Per jaar is onderzocht of botjes in de diverse strata verschilden in gemiddelde lengte. Dit bleek het geval te zijn. De gemiddelde lengte was het hoogst in het stratum HP, en het laagst in het stratum LZ (1993) en LP (1994) (Figuur 14a en b). De snelheid van toename in gemiddelde lengte varieerde van 0.47 mm/dag (LP) tot 0.62 mm/dag (HP) over de periode mei tot september.

Figuur 13 (linker paneel)

Gemiddelde lengte (mm) van 0-groep bot in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)



Figuur 14 (midden, rechts)

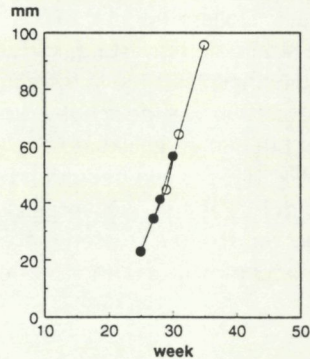
Gemiddelde lengte (mm) van 0-groep bot in verschillende strata in de Dollard in (a) 1993 en (b) 1994. Legenda van de strata zie Fig. 12

3.3.3 Tong

De gemiddelde lengte van de jonge tong nam toe van 20 mm tot 95 mm (1993) in de periode mei-augustus (Figuur 15), met een snelheid van gemiddeld ruim 1 mm/dag. In 1994 waren de tongetjes vanaf een lengte van 56 mm (eind juli) reeds uit de Dollard verdwenen.

Figuur 15

Gemiddelde lengte (mm) van 0-groep tong in de Dollard in 1993 (o) en 1994 (•)

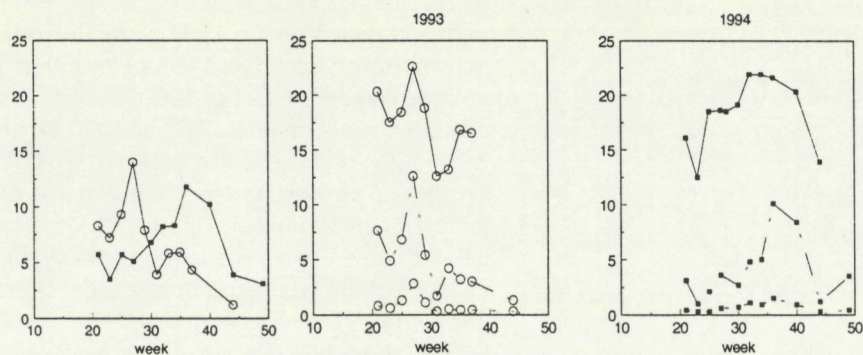


4 Resultaten Eems

4.1 Abiota

Het zoutgehalte in de Eems varieerde binnen het bemonsteringsseizoen van gemiddeld 1 tot 14‰, waarbij maximale waarden werden bereikt in juli (Figuur 16). Net als in de Dollard lag in de Eems het zoutgehalte vanaf eind juli hoger in 1994 dan in 1993, terwijl het zoutgehalte tot eind juli hoger was in 1993 dan in 1994. In vrijwel alle bemonsteringsweken was er, zoals verwacht, een beduidend verschil in gemiddeld zoutgehalte tussen de drie habitats (poly-, meso- en oligohalien), terwijl het verloop in de tijd ook per habitat verschilde (Figuur 17).

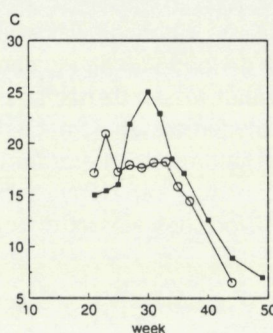
Figuur 16 (linker paneel)
Gemiddelde saliniteit in het bemonsterde traject van de Eems in 1993 (o) en 1994 (•)



Figuur 17 (midden, rechts)
Verloop van de gemiddelde saliniteit per habitat (— = poly-, -- = meso- en --- = oligohalien) in de Eems in 1993 (midden) en 1994 (rechter paneel)

De temperatuur in de Eems varieerde van 7 tot 25°C (Figuur 18). De hoogste temperaturen deden zich in 1993 reeds begin juni voor (21 °C), in 1994 pas eind juli (25°C). Vanaf eind juni was de gemiddelde temperatuur in de Eems hoger in 1994 dan in 1993. Er was geen patroon in de temperatuurverschillen tussen de habitats in de Eems.

Figuur 18
Verloop van de gemiddelde temperatuur in het bemonsterde traject van de Eems in 1993 (o) en 1994 (•)



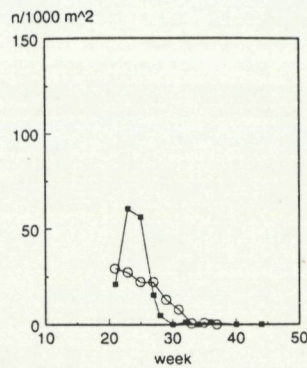
4.2 Dichtheid van de platvissoorten

4.2.1 Schol

Jonge schol werd in de Eems uitsluitend aangetroffen in het polyhalie habitat in zowel 1993 als 1994, en dan vooral op station km45 (zie Fig. 2). De hoogste dichtheden werden in het polyhalie habitat gemeten rond eind mei (1993: gemiddeld 29 per 1000 m²) of begin juni (1994: gemiddeld 60 per 1000 m²) (Figuur 19).

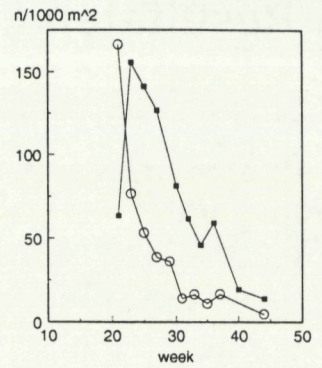
Figuur 19 (linker paneel)

Verloop van de gemiddelde dichtheid ($n/1000m^2$) van 0-groep schol in het polyhaliene habitat in de Eems in 1993 (o) en 1994 (•)



Figuur 20 (rechter paneel)

Verloop van de gemiddelde 'overall' dichtheid ($n/1000m^2$) van 0-groep bot in de Eems in 1993 (o) en 1994 (•)



4.2.2 Bot

De gemiddelde dichtheid van jonge bot in de Eems was drie keer zo hoog in 1994 (90 per 1000 m^2) als in 1993. Er was een duidelijk patroon in het 'overall' dichtheidsverloop (Figuur 20, Tabel 12): in 1993 werden de hoogste dichtheden (gemiddeld 166 per 1000 m^2) gemeten in de eerste Eems-bemonsteringsweek, eind mei, waarna een afname plaatsvond tot 5 per 1000 m^2 begin november. In 1994 namen de dichtheden vanaf eind mei toe tot een maximum van gemiddeld 155 per 1000 m^2 twee weken later, waarna een snelle afname volgde tot 14 per 1000 m^2 begin november, met een onverwacht hoge dichtheid van gemiddeld 56 per 1000 m^2 begin december.

De onderscheiden habitats verschilden in gemiddelde dichtheid, maar in 1993 op een iets andere wijze dan in 1994 (significante interactie van de factoren habitat en jaar; Figuur 21). De dichtheden in het meso- en oligohaliene habitat namen snel af na een hoge aanvangsdichtheid eind mei. In het polyhaliene habitat werden de maximale dichtheden pas bereikt begin tot half juli, dus 6 weken later dan in de oligo- en mesohaliene habitats. Het oligohaliene habitat vertoonde een grillig dichtheidsverloop, met name in 1994 (Figuur 21).

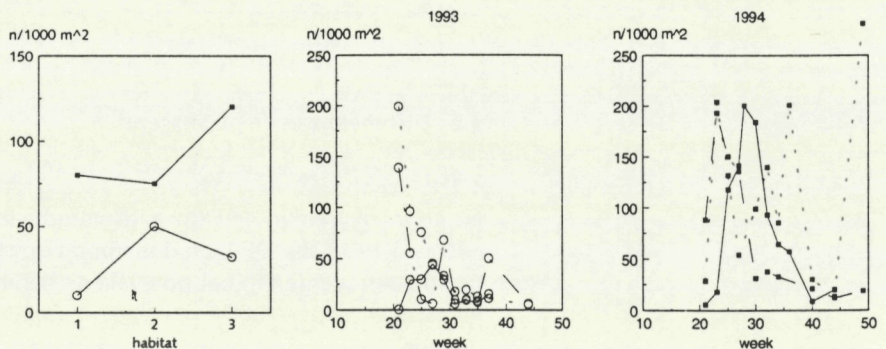
In 1993 was de gemiddelde dichtheid significant hoger in de mesohaliene stations dan in het oligohaliene station, terwijl het polyhaliene habitat een intermediaire positie innam. In 1994 daarentegen was de gemiddelde dichtheid significant hoger in het oligohaliene dan in het mesohaliene habitat, met wederom een intermediaire gemiddelde dichtheid in het polyhaliene habitat.

De significante interactie van week en habitat in de statistische analyse bevestigt, dat er in de loop van de tijd een verschuiving in de hoogste dichtheden plaatsvindt tussen de habitats, waardoor de geconstateerde verschillen in dichtheden tussen de habitats enigszins lastig interpreteerbaar zijn (zie Figuur 21). De factoren temperatuur en zuurstofgehalte (voor zover gemeten) kwamen niet als een significante factor in de GLM-modellen terug. De factor saliniteit, voor de Eems verdisconteerd in de habitat-indeling, speelt wèl een rol.

Figuur 21

Linker paneel: Interactieplot van de verschillen in gemiddelde botdichtheid tussen de habitats (1=poly-, 2=meso-, 3=oligohalien) in de jaren 1993 (o) en 1994 (•).

Midden en rechter paneel: Gemiddelde dichtheid ($n/1000 m^2$) van 0-groep bot per onderscheiden habitat (— = poly-, --- = meso- en - - - = oligohalien) in de Eems in 1993 (midden) en 1994 (rechts)



Tabel 12

Gemiddelde dichtheid (aantal per 1000 m²) en standaardfout (s.e.) van 0-groep bot in de Eems (a) in 1993 en (b) in 1994. De vetgedrukte dichtheden zijn significant verschillend ($P < 0.05$) bij onderlinge vergelijking van de habitattypes (poly-, meso- en oligo-halien). - = niet bemonsterd

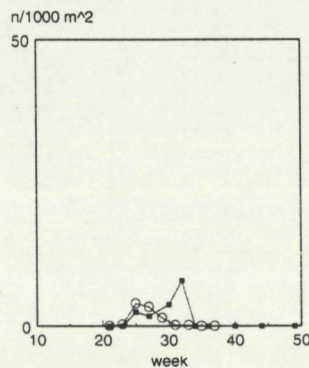
habitat →	Poly		Meso		Oligo		Kruskal-Wallis
week	dichtheid	s.e.	dichtheid	s.e.	dichtheid	s.e.	P
(a) 1993							
21	0		198.6	33.6	138.5	26.5	0.07
23	29.0	13.6	95.8	9.4	55.0	13.0	0.02
25	29.5	9.8	75.4	17.3	10.0	0.0	0.03
27	44.8	13.4	43.8	5.3	5.5	1.5	0.09
29	29.3	13.0	32.9	4.9	68.0	25.0	0.28
31	5.8	0.9	17.6	3.7	9.5	6.5	0.19
33	9.0	4.2	19.6	2.6	10.0	0.0	0.08
35	6.8	2.7	12.9	3.0	8.5	5.5	0.55
37	15.5	8.5	10.8	2.7	50.0	10.0	0.07
44	-		4.6	1.3	5.5	2.5	0.85
(b) 1994							
	Poly		Meso		Oligo		P
21	5.3	3.5	88.4	19.1	28.5	21.5	0.009
23	18.0	7.8	193.0	45.2	204.0	126.0	0.04
25	118.0	35.1	150.2	22.0	132.0	16.0	0.81
27	141.5	4.5	136.0	24.6	54.0	14.0	0.28
28	200.5	121.2	-		-		
30	184.3	50.5	31.1	4.1	99.0	37.0	0.01
32	93.0	23.7	37.8	7.1	140.0	25.0	0.01
34	64.5	27.9	32.7	8.0	85.5	9.5	0.09
36	57.0	13.5	35.5	5.3	201.0	128.0	0.07
40	8.5	1.8	21.1	5.7	30.0	20.0	0.25
44	20.0	7.3	11.8	3.5	13.5	1.5	0.46
49	-		19.0	4.3	281.0	1.0	0.03

4.2.3 Tong

De dichtheden van jonge tong in de Eems waren over het algemeen laag. In het polyhaliene habitat werd in het geheel geen jonge tong gevangen, en in het oligohaliene station slechts lage aantallen. De hoogste dichtheden werden gemeten in het mesohaliene habitat, en dan met name de stations km24 en km26, en km30 en km31 zowel in 1993 als in 1994. De gemiddelde dichtheid in het mesohaliene habitat nam toe vanaf begin juni tot een maximum eind juni (1993: 4 per 1000 m²) of begin augustus (1994: 8 per 1000 m²) (Figuur 22).

Figuur 22

Dichtheidsverloop van 0-groep tong (n/1000 m²) in het mesohaliene habitat in de Eems in 1993 en 1994



4.3 Lengtetoeename

4.3.1 Schol

De lengte-frequentie verdelingen per bemonsterde week in het polyhaliene habitat waren vanaf week 23 (begin juni) bimodaal. De gemiddelde lengte van de 0-groep schol nam in 1993 toe van 35 mm in week 21 tot ruim 70 mm in week 35, en in 1994 van 45 mm in week 21 tot 87 mm ($n=1!$) in week 36.

4.3.2 Bot

De gemiddelde lengte van de 0-groep bot nam in 1993 toe van 20 mm in week 21 tot ruim 60 mm in week 44, en in 1994 van 20 mm in week 21 tot 75 mm in week 44. Er was een significant verschil in gemiddelde lengte van de 0-groep bot in de Eems in 1993 (39.6 mm) en 1994 (35.2 mm). Gedurende de bemonsterde periode nam de gemiddelde lengte vrijwel lineair toe met de tijd. De gemiddelde lengte verschilde tussen habitats (Tabel 13; significante bijdragen van de factoren jaar, week en habitat).

Tabel 13

Variantie-analyse van de gemiddelde lengte (mm) van jonge bot in de Eems, door middel van een GLM (General Linear Model). R^2_{adj} (aangepast aan aantal vrijheidsgraden) = 73%.

Factor	SS	Df	F-ratio	P-value
week	964576	1	14673.4	<0.001
jaar	14135	1	215.0	<0.001
habitat	106849	2	812.7	<0.001
habitat*jaar	1636	2	12.44	<0.001
Residual	461206	7016		
Total (corrected)	1.70•10 ⁶	7022		

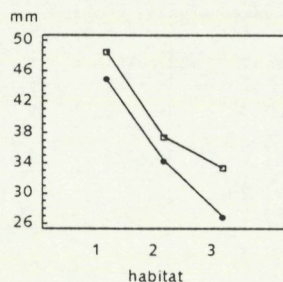
De gemiddelde lengte was het kleinst in het oligohaliene habitat en het grootst in het polyhaliene habitat (Figuur 23). Deze trend deed zich in beide jaren voor, hoewel de gemiddelde lengte in het oligohaliene habitat in 1994 relatief laag was vergeleken met 1993 (Tabel 13, significante interactie van de factoren jaar en habitat). Het grote aantal waarnemingen en de geringe spreiding in de lengtes leiden ertoe dat uiterst geringe verschillen in gemiddelde lengte reeds significant zijn.

Het overheersende beeld in beide jaren was dat de kleinste botjes in het meest stroomopwaartse deel van de Eems werden aangetroffen en de grootste in de polyhaliene zone (Figuur 24).

De snelheid waarmee de gemiddelde lengte toenam verschilde in 1993 niet significant tussen de drie onderscheiden habitattypen: bij lineaire regressie van de lengte met week (per habitat) was de hellingshoek niet wezenlijk verschillend tussen de habitats ($P=0.5$). Het intercept verschilde wèl ($P<0.001$), hetgeen erop wijst dat de gemiddelde lengte van de botjes van meet af aan verschilde tussen de habitats (Figuur 25). De correlatie van de regressielijnen is hoog (Tabel 14)

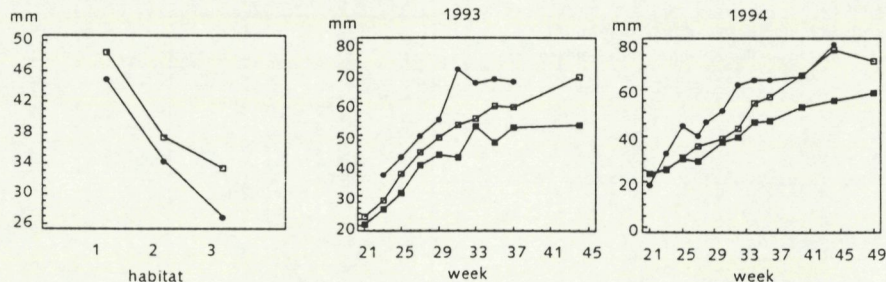
Figuur 23 (linker paneel)

Verskil in gemiddelde lengte (mm) van 0-groep bot tussen het (1) poly-, (2) meso- en (3) oligohaliene Eems-habitat in 1993 (o) vergeleken met 1994 (•)



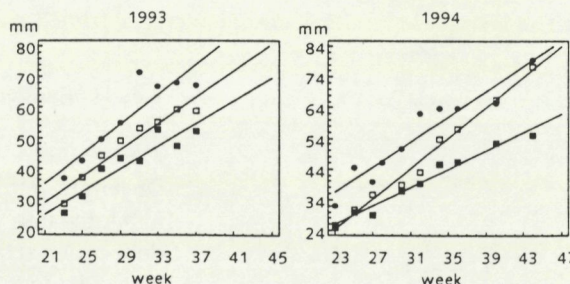
Figuur 24 (midden, rechts)

Gemiddelde lengte (mm) van 0-groep bot in de onderscheiden habitats in de Eems in 1993 (midden) en in 1994 (rechts).



Figuur 25

Lineaire regressie van de gemiddelde lengte van 0-groep bot in de tijd, per habitat (*=poly-, =meso-, ■=oligohalien) in de Eems, in 1993 (links) en 1994 (rechts)



In 1994 daarentegen (Figuur 25) verschilde de lengtetoe name in de diverse habitats: het mesohaliene habitat vertoonde een snellere lengtetoe name dan de andere habitats (hellingshoek significant verschillend, $P=0.001$).

De gemiddelde lengte van de botjes verschilde ook in 1994 van meet af aan tussen het poly- en oligohaliene habitat (intercept $P < 0.001$). Net als in 1993 was in 1994 de correlatie van de regressielijnen hoog (Tabel 14).

Tabel 14
 Regressieparameters voor de relatie tussen gemiddelde lengte en week per habitat (poly-, meso-, oligohalien) in de Eems in 1993 en 1994. Lineaire regressie van het type $Y = aX + b$, waarbij Y = gemiddelde lengte (mm) van de 0-groep bot, X = tijd (weeknr), a = regressieconstante, omgerekend naar lengtetoeename in mm/d, R^2 = correlatie van de regressie, n = aantal waarnemingen

	a (mm/d)	R^2	P	n
1993				
poly	0.349	0.83	0.002	8
meso	0.310	0.92	<0.001	8
oligo	0.265	0.87	0.001	8
1994				
poly	0.296	0.91	<0.001	10
meso	0.355	0.99	<0.001	9
oligo	0.215	0.97	<0.001	9

4.3.3 Tong

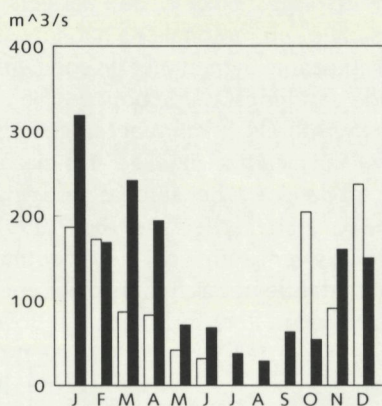
De gevangen aantallen 0-groep tong in de Eems waren dermate laag, dat er slechts in week 32 van 1994 op station km24 een lengte-frequentie verdeling kon worden gemaakt. Hieruit bleek dat de modale lengte 20-25 mm was, en de gemiddelde lengte 24 mm (s.e. interval 23-25 mm; $n=26$). De lengte van de gevangen tongetjes lag tussen de 17 en 42 mm, over beide jaren en alle weken.

5 Discussie

5.1 Abiota

Het saliniteitsverloop was in de Eems en Dollard zowel binnen ieder jaar als tussen 1993 en 1994 overeenkomstig (vergelijk Figuur 3 en Figuur 16). De gemiddelde saliniteit van de Dollard was in beide jaren vrijwel gelijk aan dat in het polyhalieene habitat in de Eems (vergelijk Figuur 3 en Figuur 17). De saliniteit in de Eems-Dollard wordt in sterke mate bepaald door de afvoer van de rivier de Eems, en ten dele ook door die van de Westerwoldsche Aa. Beide rivieren worden door neerslag gevoed. Jaarlijkse verschillen in de afvoer van de Eems verklaren de gemeten verschillen in het seizoensverloop van de gemiddelde saliniteit in 1993 en 1994 (Figuur 26).

Figuur 26
Maandgemiddelde debieten (m^3/s) van de Eems gemeten bij Versen (gegevens Wasser- und Schiffsamt Emden).
N.B. Juli-september 1993 ontbreekt



Het temperatuurverloop was identiek in de Eems en de Dollard, in zowel 1993 als in 1994 (vergelijk Figuur 4 en Figuur 18). De factor temperatuur wordt niet van groot belang geacht voor het verklaren van de verschillen in gemiddelde dichtheden van jonge platvis tussen Eems en Dollard, of binnen beide gebieden.

5.2 Dichtheden jonge platvis

5.2.1 Schol

De gemiddelde dichtheid van jonge schol in de Dollard in 1993 en 1994, met een piekdichtheid van omstreeks 100 per 1000 m^2 , was vergelijkbaar met die in 1992 (Jager et al. 1995) en die op het Balgzand (Van der Veer et al. 1991). In 1994 viel de piekdichtheid vermoedelijk al voor half april, en waren de jonge scholletjes opvallend snel (begin juni) weer uit de Dollard verdwenen. Dit kan samenhangen met de gemeten lage saliniteit die tot eind juni beneden de 15‰ lag. Schol komt over het algemeen voor in water met een saliniteit tussen de 25 en 35 ‰ (Riley et al. 1981). In 1993 viel het moment van piekdichtheid van jonge schol minstens 6 weken later dan in 1994, en bleven de juvenielen tot medio augustus aanwezig. In 1992 werden de hoogste dichtheden van 0-groep schol reeds voor eind april aangetroffen in de Dollard (Jager et al. 1993).

In de Eems werd de jonge schol uitsluitend aangetroffen in het polyhalieene habitat, in lagere dichtheden dan in de Dollard bij vergelijkbare saliniteitsniveaus. In 1993 was de dichtheid van schol in de Eems reeds tijdens

de eerste bemonstering, eind mei, op zijn hoogst zodat kan worden gesteld dat de piekdichtheid in elk geval niet later in de Eems dan in de Dollard optrad.

In 1994 lag het moment van hoogste dichtheden minimaal 8 weken later in de Eems dan in de Dollard. De snelle afname in dichtheden in de Dollard en de toename van dichtheden in het polyhaliene deel van de Eems enkele weken later, doen vermoeden dat er een migratie van jonge scholletjes van het ene naar het andere gebied binnen het estuarium heeft plaatsgevonden.

5.2.2 Bot

De gemiddelde dichtheid van jonge bot in de Dollard was in 1993 en 1994 zeer vergelijkbaar wat betreft niveau (50 individuen per 1000 m²) en moment van hoogste dichtheid (begin juli). De gemiddelde dichtheden van bot in de Eems waren beduidend hoger dan in de Dollard in beide jaren. In de Eems viel de piekdichtheid van bot omstreeks (1994) of vóór (1993) eind mei. De piekdichtheid was driemaal zo hoog in de Eems als in de Dollard. De dichtheden in de polyhaliene zone van de Eems waren in 1993 vergelijkbaar hoog als in de Dollard, en piekten eveneens eind juli. In 1994 werden de hoogste dichtheden in de polyhaliene zone van de Eems tezelfdertijd bereikt als in de Dollard, maar waren de dichtheden veel hoger dan in de Dollard. Vooral in 1994 bleek dat in de Eems de hoogste dichtheden het eerst werden bereikt in de stroomopwaarts gelegen oligo- en mesohaliene habitats, en pas ruim een maand later in de polyhaliene zone. Samen met de constatering in Kleef & Jager (1999), dat tijdens de vestigingsfase de botjes in de polyhaliene zone van de Eems nagenoeg ontbreken, kan worden geconcludeerd dat de vestiging van de bot in de Eems plaatsvindt in de oligo- tot mesohaliene zone (km24).

In de Elbe is bekend dat vestiging van botlarven plaatsvindt in de buurt van km640 (limnetische zone) (Bos 1999). Möller & Dieckwisch (1991) opperden als verklaring voor het stroomopwaarts voorkomen van botlarven de hypothese dat de bot zich in de rivier voortplant. Deze hypothese werd echter niet ondersteund door gegevens van Bos (1999). Zowel Bos (1999) als Jager (1999) veronderstellen dat de botlarven het estuarium koloniseren vanaf open zee door gebruik te maken van selectief getijdentransport. Er is in deze fase een sterke (negatieve) correlatie tussen de concentraties van botlarven in de geulen en de saliniteit (Jager 1998). Na enkele weken zakken de botjes af en koloniseren ook de zoutere zeewaartse stations. In de Eems speelt de saliniteit een duidelijke rol bij de ruimtelijke verspreiding van de jonge bot. In de Dollard bleek dit niet het geval, mogelijk doordat de ruimtelijke variatie in zoutgehalten op de bemonsterde stations in de Dollard per week zeer gering is en daardoor niet van invloed is op de verspreiding van de jonge platvisjes.

5.2.3 Tong

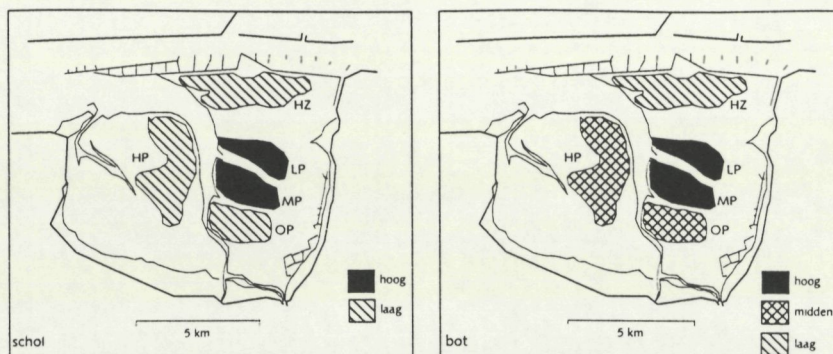
De dichtheden van jonge tong waren in beide jaren zowel in de Dollard als in de Eems tamelijk laag. Dit kan verklaard worden doordat alle bemonsterde stations in de intergetijdenzone lagen terwijl tong zich bij voorkeur in de sublittorale zone ophoudt (Jager et al. 1993). De ruimtelijke verspreiding van tong in de Eems valt samen met de mesohaliene zone. Hiermee is tong, zeker in de fase rond de vestiging, een meer euryhaliene soort te noemen dan bijvoorbeeld de schol die zich bij voorkeur in de polyhaliene zone ophoudt.

5.2.4 Vergelijking habitatvoorkeur platvissoorten

De drie platvissoorten nemen in de Eems ruimtelijk gescheiden habitats in: de schol bevond zich in het polyhaliene deel, de bot in het meso- en oligohaliene habitat. Jonge tong hield zich op in de mesohaliene zone maar, in tegenstelling tot jonge bot die vooral de ondiepe oeverzone bevolkt (Schmidt 1998), minder in de ondiepe droogvallende slikkanten dan in de geul.

Figuur 26

Ruimtelijke verspreiding van 0-groep schol en bot in de Dollard; de dichtheden zijn relatief ten opzichte van elkaar aangegeven.



Ook in de Dollard was er sprake van verschillen in ruimtelijke verspreiding bij met name schol en bot (Figuur 26), maar minder sterk dan in de Eems het geval is. Dit kan mogelijk verklaard worden uit de afwezigheid van grote verschillen in saliniteit tussen de bemonsterde strata in de Dollard. De delen van de Dollard waar het zoutgehalte het laagst is, nabij Nieuwe Statenzijl en in de randzone van het gebied, zijn in de huidige studie niet bemonsterd. Uit gegevens van 1992 bleek dat juist in die randzone botjes werden aangetroffen terwijl schol daar vrijwel afwezig was. In de Dollard is het sediment een factor die de ruimtelijke verspreiding van de jonge platvis verklaart (Jager et al. 1993): jonge schol heeft een voorkeur voor de meest zandige sedimenten, terwijl jonge botjes op de meer gemengde substraten wordt gevonden.

5.3 Lengte jonge platvis

Wat betreft de lengtesamenstelling van de bemonsterde populatie kunnen enkele opvallende zaken worden vermeld.

5.3.1 Schol

De gemiddelde lengte van scholletjes in de Dollard verschilde niet met die in het polyhaliene deel van de Eems in 1993 en 1994. Zowel in de Dollard als in de Eems kwamen in sommige weken bimodale lengtefrekwentieverdelingen voor. Zoals ook Jager (1999) en Kleef & Jager (1999) vermelden kan er sprake zijn van meerdere cohorten die het estuarium bevolken. Ook Bos (1999) noemt deze optie. Mogelijk zijn de cohorten van verschillende paaigronden afkomstig.

5.3.2 Bot

De gemiddelde lengte van de 0-groep bot was het kleinst in het oligohaliene deel van de Eems, en het grootst in de polyhaliene zone. Dit verschil in gemiddelde lengte bedroeg enkele centimeters, en was vanaf het begin van de bemonsteringsperiode aanwezig. Dit wijst erop dat de larven zich stroomopwaarts vestigen waarna stroomafwaartse migratie van grotere dieren optreedt.

In 1994 kon uit de verschillen in hellingshoeken van de regressielijnen van de lengtetoe name in de drie habitats in de Eems worden afgeleid dat de snelheid waarmee de gemiddelde lengte toenam groter was in het mesohaliene dan in het oligohaliene en polyhaliene habitat.

Naast migratie als verklaring voor de verschillen in gemiddelde lengte, kunnen verschillen in voedselaanbod in de Eems - waardoor de toename in de gemiddelde lengte wordt beïnvloed - niet worden uitgesloten. Het is zelfs mogelijk dat door de (extreem) hoge dichtheden die in dit onderzoek werden geconstateerd, en de (beperkte) oppervlakten van de beschikbare habitats, er dichtheids-afhankelijke effecten in groei zijn opgetreden; de vissen concurreren in dat geval met elkaar om ruimte en voedsel. Deze drie factoren zijn echter niet zonder nader onderzoek van elkaar te onderscheiden (Jager et al. 1995).

6 Samenvatting

- Jonge platvissen werden in de periode april-juli in hoge dichtheden (schol: max. 100 per 1000 m², bot: max. 50 per 1000 m², tong: max. 25 per 1000 m²) in de Dollard aangetroffen.
- De dichtheden in de Eems waren voor schol tweemaal zo laag, en voor bot driemaal zo hoog als in de Dollard.
- Binnen de Dollard varieerde de gemiddelde dichtheid tussen de verschillende getijdenplaten: de hoogste dichtheden werden voor schol en bot in beide jaren aangetroffen in de strata LP en MP, platen met gemengd sediment en centraal gelegen in de Dollard ten oosten van de hoofdgeul het Grootte Gat. De laagste dichtheden kwamen in het geval van schol voor in de strata HZ (in het noorden van de Dollard grenzend aan de Eems) en OP (slikkige hooggelegen plaat in het zuidoosten van de Dollard) of (in het geval van bot) in het stratum HZ.
- De saliniteit lijkt een belangrijke bepalende factor voor het voorkomen van schol en bot, hetgeen geconcludeerd kan worden uit de ruimtelijke verspreiding van de soorten in de Eems. Binnen de Dollard zelf zijn de ruimtelijke variaties (enkele promilles verschil) in saliniteit te gering om de verspreiding van jonge platvis over de getijdenplaten te beïnvloeden.
- De lage saliniteit van april tot juli 1994 kan verklaren dat de jonge schol in dat jaar slechts zéér kort in de Dollard te vinden was: na aanvankelijke vestiging van schollarven begin april volgde een snelle afname in dichtheden, mogelijk ten gevolge van emigratie vanwege de voor jonge schol ongunstige omstandigheden.
- Binnen de Eems was er een sterke ruimtelijke scheiding in het voorkomen van de drie soorten platvis: schol kwam uitsluitend in het polyhaliene deel (saliniteitswaarde boven de 15‰) voor, tong (in de periode rond vestiging) vooral in de mesohaliene zone (saliniteit tussen de 5 en 15‰), en bot met name in het meso- en oligohaliene (saliniteit 0 tot 15‰) traject van de rivier.
- Ten opzichte van 1993 werd in 1994 veel meer jonge bot in de Eems aangetroffen dan in de Dollard. Blijkbaar verschilt de verdeling van jonge bot tussen de twee deelgebieden in het ene of andere jaar.
- Het overheersende beeld in beide jaren was dat de kleinste botjes in het meest stroomopwaartse deel van de Eems werden aangetroffen en de grootste in de polyhaliene zone.
- Ook binnen de Dollard verschilde de gemiddelde lengte tussen de getijdenplaten: deze was voor schol het grootst in het centraal gelegen en zandige stratum HP, en het kleinst in het stratum OP dat tevens werd bevolkt door lage dichtheden jonge schol. Het stratum OP lijkt een minder geschikt habitat voor jonge schol. De gemiddelde lengte van jonge bot was evenals die van schol het grootst in het stratum HP, en het kleinst in de zandige en relatief laaggelegen strata LP en LZ.
- In de loop van de tijd vindt er een ruimtelijke verschuiving plaats van de hoogste dichtheden van jonge bot in de Eems. In combinatie met de voorgaande waarneming leidt dit tot de conclusie dat de vestiging van larven plaatsvindt in de oligo- en mesohaliene zone, waarna er geleidelijke migratie van de grootste individuen richting zee (polyhaliene zone) optreedt.
- Naast migratie als verklaring voor de verschillen in gemiddelde lengte, kunnen verschillen in voedselaanbod of dichtheidsafhankelijke groei in de Eems niet worden uitgesloten. Deze drie factoren zijn echter niet zonder nader onderzoek van elkaar te onderscheiden.

7 Overzicht van werkdocumenten en publicaties

Als uitvloeisel van het kinderkameronderzoek in de Eems-Dollard zijn binnen het project een aantal werkdocumenten en publicaties geproduceerd, waarvan een overzicht is opgenomen. De werkdocumenten zijn chronologisch gerangschikt.

7.1 Werkdocumenten

Heer, R. de (1993)

Botgevangen in de Dollard!
Dienst Getijdewateren, Werkdocument GWAO-93.622X

Perdon, J. (1993)

Kwantitatieve analyse van de intrek van botlarven in het Eems-Dollard estuarium.
Dienst Getijdewateren, Werkdocument GWAO-93.623X

Fernandez, D. (1993)

Qualitative analysis of flounder larvae (*Platichthys flesus*) migrating into the Ems-Dollard estuary. Part one: Groote Gat.
Dienst Getijdewateren, Werkdocument GWAO-93.624X

Kendall, L. (1993)

Qualitative analysis of flounder larvae (*Platichthys flesus*) migrating into the Ems-Dollard estuary. Part two: Kerkeriet and Pogum.
Dienst Getijdewateren, Werkdocument GWAO-93.625X

Bettels, K. & T. de Jager (1994)

De verticale verdeling van botlarven over de waterkolom tijdens de intrek in het Eems-Dollard estuarium in 1994.
Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-94.616X

Breider, C.M. & I.R. Hoving (1994)

Accumulatie van botlarven in de Dollard.
Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-94.626X

Rijsdijk, B. (1994)

Vergelijking van de vangstresultaten van twee typen boomkornet.
Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-94.627X

Schuilin, E. (1996)

Transport van botlarven in het Eems-Dollard estuarium.
Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-96.602X

Hiddink, J.G. (1996)

Population dynamics of the Nilsson's pipefish (*Syngnathus rostellatus* Nilsson, 1855) on the tidal flats in the brackish Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea).
Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-???X.

Bies, B. (1997)

Go with the flow. Verticale migratie bij botlarven (*Platichthys flesus*) gekoppeld aan lichaamsdimensies.

Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-97.606X.

Jager, Z. & H.L. Kleef (1997)

Materials and methods in larval and juvenile fish studies at RIKZ.

Rijksinstituut voor Kust en Zee, Werkdocument RIKZ/OS-97.602X.

7.2 Publicaties

Jager, Z., H.L. Kleef & P. Tydeman (1993)

The distribution of 0-group flatfish in relation to abiotic factors on the brackish tidal flats in the Dollard (Ems estuary, Wadden Sea). *Journal of Fish Biology* 43 (Suppl. A): 31-43.

Jager, Z., H.L. Kleef & P. Tydeman (1995)

Mortality and growth of 0-group flatfish in the brackish Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *Netherlands Journal of Sea Research* 34 (1-3): 119-129.

Jager, Z. (1998)

Accumulation of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *Journal of Sea Research* 40: 43-57.

Jager, Z. (1999a)

Floundering. Processes of tidal transport and accumulation of larval flounder (*Platichthys flesus* L.) in the Ems-Dollard nursery. Thesis University of Amsterdam, 192 p. ISBN 90-90125256.

Jager, Z. (1999b)

Selective tidal stream transport of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems estuary). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49: 347-362.

Jager, Z. & H. Mulder (1999)

Transport velocity of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems estuary). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49: 327-346.

Jager, Z (submitted)

Transport and retention of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems estuary). *Journal of Sea Research*.

8 Referenties

Bos, A.R. (1999)

Tidal transport of flounder larvae (*Pleuronectes flesus*) in the Elbe River, Germany. Archive of Fishery and Marine Research 47(1): 47-60.

Jager, Z. (1999)

Floundering. Processes of tidal transport and accumulation of larval flounder (*Platichthys flesus* L.) in the Ems-Dollard nursery. Thesis University of Amsterdam, 192 p. ISBN 90-90125256.

Jager, Z. (1998)

Accumulation of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). Journal of Sea Research 40: 43-57.

Jager, Z. & H.L. Kleef (1997)

Materials and methods in larval and juvenile fish studies at RIKZ. Werkdocument RIKZ/OS-97.602X.

Jager, Z., H.L. Kleef & P. Tydeman (1993)

The distribution of 0-group flatfish in relation to abiotic factors on the brackish tidal flats in the Dollard (Ems estuary, Wadden Sea). Journal of Fish Biology 43 (Suppl. A): 31-43.

Jager, Z., H.L. Kleef & P. Tydeman (1995)

Mortality and growth of 0-group flatfish in the brackish Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). Netherlands Journal of Sea Research 34 (1-3): 119-129.

Kerstan, M. (1991)

The importance of rivers as nursery grounds for 0- and 1-group flounder (*Platichthys flesus* L.) in comparison to the Wadden Sea. Netherlands Journal of Sea Research 27: 353-366.

Kleef, H.L. & Z. Jager (1999)

Het functioneren van de Eems-Dollard als kinderkamer voor platvis. Deel 2. Vestiging van schol, bot en tong in het intergetijdengebied in relatie tot sedimentsamenstelling en hoogteligging. Rapport RIKZ-99.040, 42 pp.

Kuipers, B. (1975)

On the efficiency of a two-meter beam trawl for juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). Netherlands Journal of Sea Research 9: 69-85.

Kuipers, B., B. Maccurrin, J.M. Miller, H.W. van der Veer & J.J. Witte (1992)

Small trawls in juvenile flatfish research: their development and efficiency. Netherlands Journal of Sea Research 29: 109-117.

Möller, H. & B. Dieckwisch (1991)

Larval fish production in the tidal Elbe 1985-1986. Journal of Fish Biology 38: 829-838.

Riley, J.D., D. J. Symonds & L. Woolner (1981)

On the factors influencing the distribution of 0-group demersal fish in coastal waters.
Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 178: 223-228.

Schmidt, A. (1998)

Zur Autökologie der Flunder *Pleuronectes flesus* Linnaeus, 1758 in der Aue/Lühe, Nebengewässer der Unterelbe, Niedersachsen. Diplomarbeit Technischen Universität Braunschweig, 86 pp.

Veer, H.W. van der, M.J.N. Bergman & J.IJ. Witte (1991)

Population dynamics of an intertidal 0-group flounder *Platichthys flesus* population in the western Wadden Sea.
Marine Ecology - Progress Series 73: 141-148

