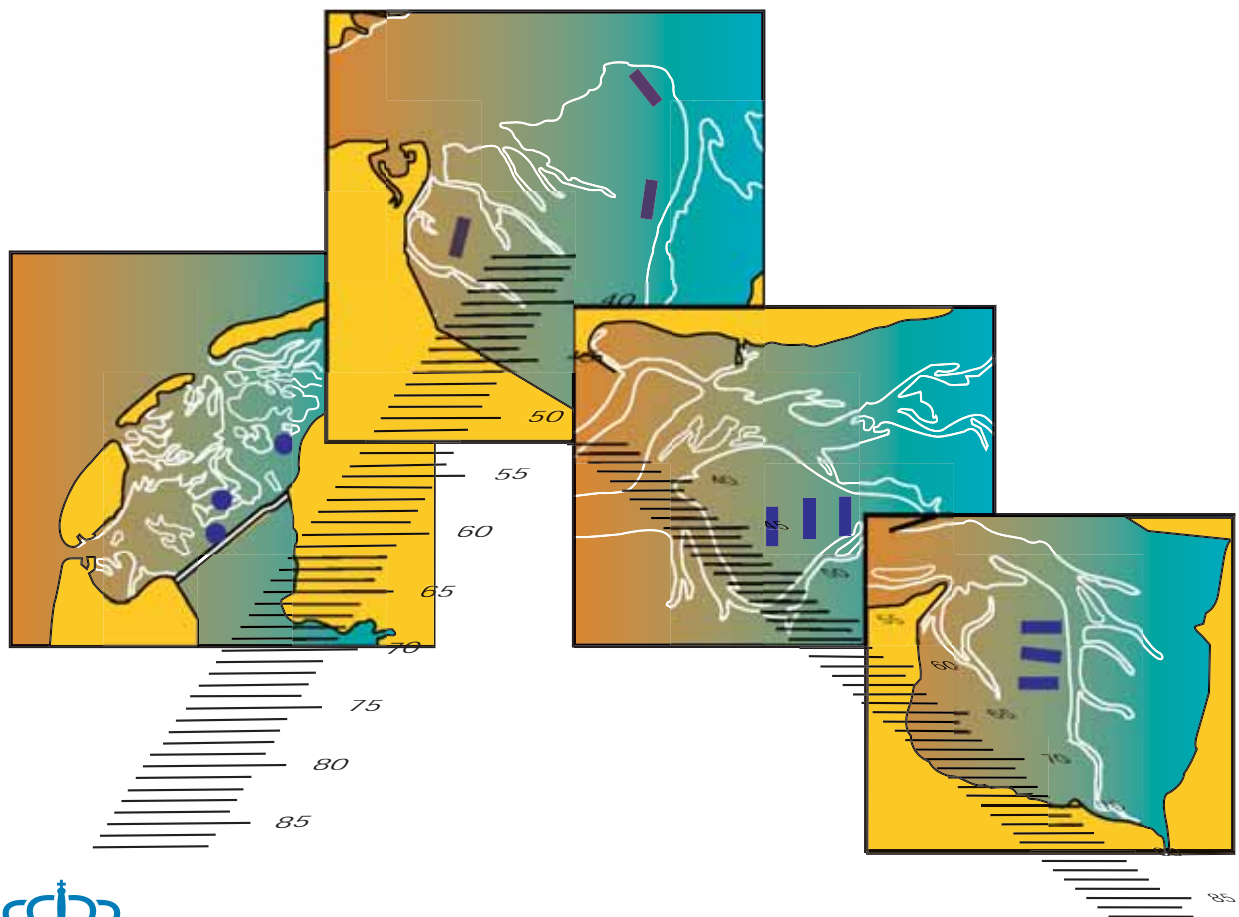


# HET MACROZOOBENTHOS I N DE WADDENZEE I N 2001

R. Dekker, D. Waasdorp & J.M. Ogilvie



Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

Monitoring Bodemfauna Waddenzee en Eems-Dollard

## INHOUD

### HET MACROZOOBENTHOS OP TWAALF RAAIEN IN DE WADDENZEE EN DE EEMS-DOLLARD IN 2001

1. Inleiding.....	1
2. Methode .....	1
3. Resultaten .....	2
3.1. Bemonstering 2001.....	2
3.2. Balgzand.....	3
3.3. Sublitorale westelijke Waddenzee.....	4
3.4. Piet Scheveplaat.....	4
3.5. Heringsplaat .....	5
4. Literatuur .....	5
Tabellen .....	7
Bijlage.....	19

### BROEDVAL EN GROEI VAN JUVENIELEN VAN DE POLYCHAET *MARENZELLERIA WIRENI* OP HET BALGZAND IN 2001

1. Inleiding.....	58
2. Methoden .....	60
3. Resultaten .....	62
3.1. Abiotische parameters.....	62
3.2. Benthos.....	63
3.3. Adulte <i>Marenzelleria</i> .....	63
3.4. Broedval .....	63
3.5. Aantalsontwikkeling .....	64
3.6. Groei.....	68
4. Discussie.....	68
5. Literatuur.....	70
Tabellen .....	71

©2002

This report is not to be cited without the  
acknowledgement of the source:

Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ)  
P.O. Box 59, 1790 AB Den Burg, Texel  
The Netherlands

ISSN 0923 – 3210

Cover design: H. Hobbelink

HET MACROZOOBENTHOS OP TWAALF RAAIEN IN DE WADDENZEE  
EN DE EEMS-DOLLARD IN 2001

R. Dekker & D. Waasdorp

BROEDVAL EN GROEI VAN JUVENIELEN VAN DE POLYCHAET  
*MARENZELLERIA WIRENI* OP HET BALGZAND IN 2001

R. Dekker & J.M. Ogilvie

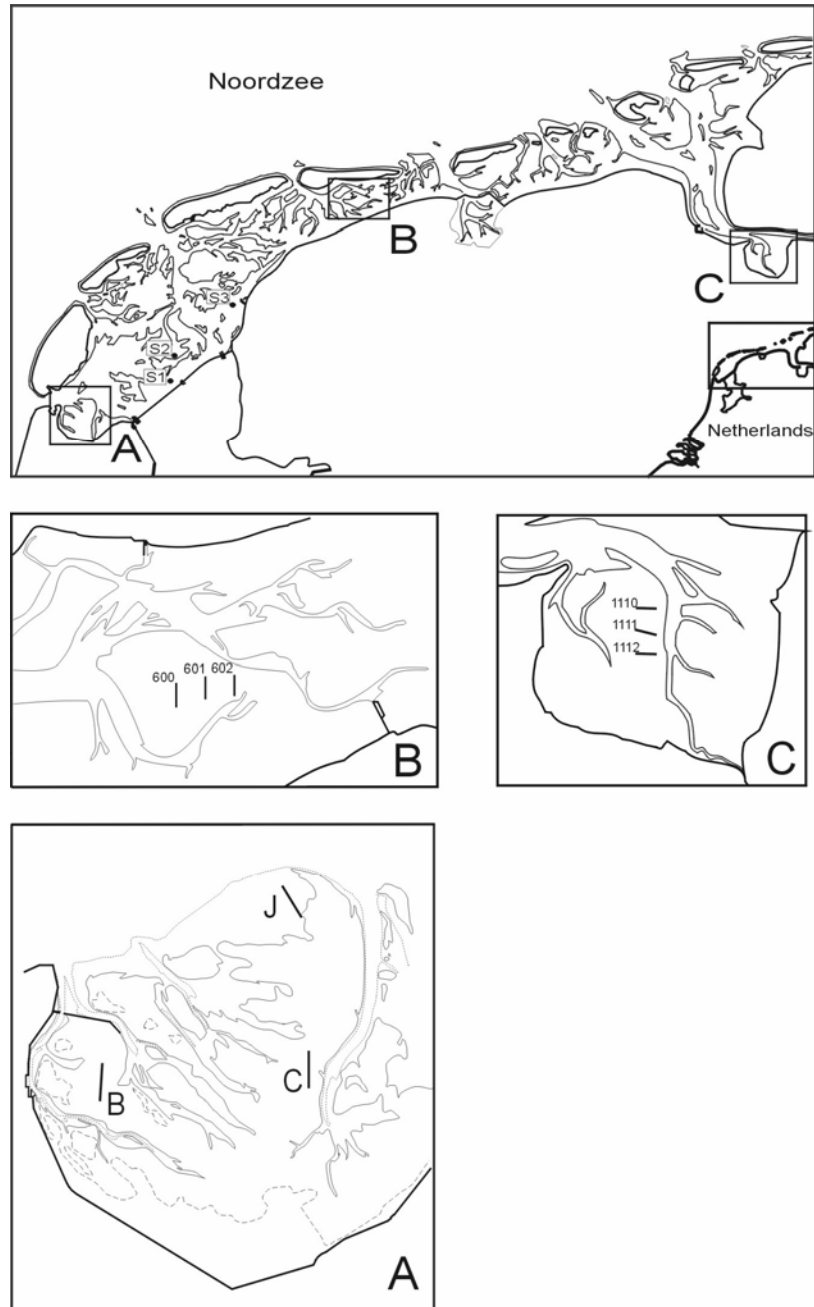
Deze onderzoeken zijn uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat  
Rijksinstituut voor Kust en zee

Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee  
Afdeling Mariene Ecologie

NIOZ RAPPORT 2002-2

HET MACROZOOBENTHOS OP TWAALF RAAIEN IN DE WADDENZEE EN DE  
EEMS-DOLLARD IN 2001

R. Dekker & D. Waasdorp



Figuur 1.  
 Kaart van de Nederlandse Waddenzee met de posities van de bemonsterde raaien In de inzetten A: Balgzand; B: Piet Scheveplaat; C: Dollard.

## 1. INLEIDING

Dit rapport bevat de resultaten van de werkzaamheden in het kader van het biologisch monitoringsprogramma, onderdeel macrozoöbenthos Waddenzee, Balgzand en Eems-Dollard. Dit is een onderdeel van het projekt MON\*BIOLOGIE van Rijkswaterstaat, Rijks Instituut voor Kust en Zee, en is uitgevoerd door het NIOZ onder contractnr. RKZ-933. De werkzaamheden sluiten direkt aan op de in 2000 uitgevoerde werkzaamheden onder contractnr. RKZ-802. Dit rapport bevat de resultaten van de bemonsteringen van twaalf raaien in de Waddenzee en Eems-Dollard gedurende twee perioden in het jaar 2001.

## 2. METHODE

De twaalf raaien (Fig. 1) zijn in 2001 twee maal bemonsterd: in februari-april en in augustus/september. De posities van de begin- en eindpunten ervan, en hun ligging t.o.v. NAP, staan vermeld in Tabel 1. Door de geleidelijke verplaatsing van de geul aan de noordzijde van de Piet Scheveplaat (Kikkertgat) in de loop der jaren in zuidelijke richting is het oorspronkelijke noordelijkste station van raai 602 in 2001 in de geul komen te liggen. Om deze reden is de positie van de gehele raai 40 meter naar het zuiden verlegd, in de lengterichting van de raai.

Evenals in de voorafgaande jaren zijn de raaien op het Balgzand (B, C en J) bemonsterd met een tweetal typen PVC-steekbuis: tijdens de winterbemonstering werd een 190-cm<sup>2</sup> steekbuis gebruikt, tijdens de zomerbemonstering een 90-cm<sup>2</sup> steekbuis. In beide gevallen werd gemonsterd tot een diepte van 30 cm. De raaien hebben een lengte van 980 m en bestaan uit 50 stations in lijn, met een onderlinge afstand van 20 m. De monsters van 5 opeenvolgende stations zijn tezamen uitgezeefd, waardoor per raai 10 combinatiemonsters worden verkregen. Het bemonsterde oppervlak per raai bedroeg 0,95 m<sup>2</sup> en 0,45 m<sup>2</sup> voor respectievelijk de winter-bemonstering en de zomerbemonstering. De monsters werden op het wad uitgezeefd over een 1 mm zeef, en direct na monsternamen levend uitgezocht.

De overige litorale raaien (600-602, 1110-1112) zijn weer bemonsterd met een 90-cm<sup>2</sup> PVC-steekbuis, diepte 30 cm. Deze raaien, met een lengte van 760 m (Piet Scheveplaat) of 870 m (Heringsplaat) bestaan uit 20 stations in lijn. Op elk station werden drie steken genomen, waarvan er één als subsample apart werd

genomen, en de overige twee gecombineerd. De enkele monsters fungeerden als subsample voor die soorten, die zeer talrijk in de monsters aanwezig waren. Het bemonsterde oppervlak van elke raai beslaat in totaal 0,54 m<sup>2</sup>. De monsters werden direkt op het wad uitgezeefd en ofwel zo spoedig als mogelijk daarna (binnen ± 3 uur) geconserveerd m.b.v. 6% geneutraliseerde formaldehyde in zeewater, dan wel binnen 1 dag na bemonstering levend uitgezocht.

De raaien in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (S1-S3) zijn vanaf een schip bemonsterd m.b.v. een 0,06 m<sup>2</sup> Reineck box-corer, diepte van de monsters 20-25 cm. Op de raaien S1 en S3 werden per monster twee submonsters gestoken: één met een ronde steekbuis, Ø 2.71 cm, diepte 4 cm, voor bemonstering van het wadslakje *Hydrobia ulvae*, en een ander met een steekbuis van 90 cm<sup>2</sup> voor de bemonstering van *Marenzelleria wireni*. Elke raai, lengte 1500 m, bestaat uit 15 stations, en beslaat dus 0,90 m<sup>2</sup>. De monsters werden aan boord uitgezeefd over een 1-mm zeef. Hieruit werden de levende mollusken direkt uitgezocht. Ook de submonsters voor *Marenzelleria* werden direkt aan boord levend verwerkt. Het restant van de monsters, alsmede de submonsters voor *Hydrobia*, werden geconserveerd m.b.v. 6% geneutraliseerde formaldehyde in zeewater.

De monsters werden vervolgens behandeld conform de Getijdewateren Standaard Voorschriften voor bemonstering van litorale en sublitorale bodemfauna (ESSINK, 1989a; 1989b). In het laboratorium werden de monsters met het blote oog uitgezocht in platte witte plastic bakken. Soorten die in de monsters van de Piet Scheveplaat en Heringsplaat zeer talrijk aanwezig waren, werden, per raai, alleen uit de enkelvoudige monsters (=één steek met de steekbuis per monsterpunt) uitgezocht. Het macrozoöbenthos, behalve de Nemertini en Oligochaeta, werd tot op soortsniveau gedetermineerd. De tweekleppigen werden op jaarklasse ingedeeld.

Op elk station op alle raaien werd een sedimentmonster met een diepte van 8 cm genomen (Tabel 2).

### 3. RESULTATEN

#### 3.1. BEMONSTERING 2001



Het begin van het jaar 2001 werd gekarakteriseerd door gematigde wintertemperaturen. De gemiddelde zeewatertemperatuur in de maanden januari en februari, gemeten bij 't Horntje op Texel, lag slechts ongeveer een halve graad hoger dan die van het langjarige gemiddelde. De wintersterfte in 2001 van het macrozoöbenthos was op de meeste plaatsen gering (DEKKER & DE BRUIN, 2001).

Tijdens de zomerbemonstering bleek het broedvalsucces van een aantal belangrijke macrobenthos-soorten lokaal goed te zijn. Dit geldt in het bijzonder voor *Marenzelleria wireni* op het Balgzand en in de sublitorale delen van de westelijke Waddenzee, voor *Mytilus edulis* en *Cerastoderma edule* in het sublitoraal en op de Piet Scheveplaat, en bij *Macoma balthica* op de Piet Scheveplaat en in de Dollard.

De resultaten betreffende de aantallen en biomassa per m<sup>2</sup> van het macrozoöbenthos, aangetroffen op de twaalf raaien in winter en zomer zijn samengevat in de tabellen 3 t/m 10. In meer gedetailleerde vorm zijn zij weergegeven in de bijlagen 1 t/m 24. De uitwerkingen van de schelplengten en de vlees- en schelpgewichten per jaarklasse van de belangrijkste mollusken staan in de bijlagen 25 t/m 36.

### 3.2. BALGZAND

Ten opzichte van de winter van 2000 was de totale biomassa op de raaien B en C in de winter van 2001 aanzienlijk lager. Deze afname was het gevolg van afnames van bijna alle voor de biomassa belangrijke soorten: *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule*, *Mya arenaria* en *Heteromastus filiformis* op raai B en *Mya arenaria* op raai C. Op raai J was in de winter van 2001 juist meer biomassa aanwezig dan in 2000, als gevolg van de aanwezigheid van enkele grote exemplaren van *Ensis americanus*. (Tabel 3; DEKKER & DE BRUIN, 2001)

Tijdens de zomerbemonstering was er een sterke broedval van *Marenzelleria wireni* op de raaien B en C, en overigens ook elders op het Balgzand (Tabel 4). De sterkte van deze broedval ligt ongeveer in dezelfde orde van grootte als die van 1999 (DEKKER & DE BRUIN, 2000). Op raai B was de broedval van *Mytilus edulis* hoger dan in de afgelopen jaren, maar toch lager dan het langjarige gemiddelde. Broedval van *Macoma balthica*, *Mya arenaria* en *Cerastoderma edule* was op de drie raaien in 2001 gering of geheel afwezig. Ten opzichte van de winterbemonstering is de toename in dichtheid en biomassa van grote *Mya*

*arenaria* op raai C opmerkelijk te noemen. Dergelijke verschillen bij grote *Mya*'s op raai C tussen winter en zomerbemonstering zijn eerder waargenomen (DEKKER & DE BRUIN, 2001). Zij zouden op een monsterfout kunnen wijzen, maar ook op de invloed van mechanische winning van wadpieren (*Arenicola marina*), die aan de oostzijde van het Balgzand, langs het Amsteldiep, plaatsvindt (BEUKEMA, 1995). Door de wijze van winning van wadpieren, n.l. het afgraven van stroken wadbodem van  $\pm 1$  m breed en vele tientallen meters lengte tot op een diepte van meer dan 30 cm, ontstaan er gebieden zonder enige grote *Mya* naast ongestoord wad waar wel grote *Mya*'s voorkomen. Afhankelijk van de intensiteit van pierenwinning ontstaan er zo een patchy patroon van gebieden met veel, en gebieden zonder enige grote *Mya*.

### 3.3. SUBLITORALE WESTELIJKE WADDENZEE

Tijdens de winterbemonstering bleek op raai S2 geen levende *Hydrobia ulvae* meer aanwezig te zijn (Tabel 5), nadat de dichtheden al vanaf de zomer van 1999 sterk waren afgenomen. De wintersterfte onder koudegevoelige soorten (*Cerastoderma edule*, *Nephtys hombergii*) was heel gering.

Tijdens de zomerbemonstering bleek een goede broedval van *Mytilus edulis* en *Cerastoderma edule* op de raaien S1 en S3 (Tabel 6). *Marenzelleria wireni* had een goede broedval op alle raaien, die overigens niet zo sterk was als die van 1999. Op raai S2, waar in het verleden vaak goede broedvallen van *Cerastoderma* en *Mya* ('91, '92, '94, '96) te zien waren, had in 2001 nauwelijks enige broedval van tweekleppigen plaats. De sterke jaarklasse 1999 van *Ensis americanus* was tijdens de zomerbemonstering nog steeds duidelijk aanwezig.

### 3.4. PIET SCHEVEPLAAT

Ten opzichte van de zomerbemonstering van 2000 zijn de dichtheden van de kokerworm *Lanice conchilega* op alle drie de raaien sterk achteruitgegaan. Voor het overige is het benthos op de drie raaien niet veel veranderd (Tabel 7).

Tijdens de zomerbemonstering werd een zeer goede broedval van *Macoma balthica* geconstateerd op de raaien 601 en 602, en van *Mytilus edulis*, *Ensis americanus* en *Lanice conchilega* op 602 (Tabel 8). De mosselbroedval was geconcentreerd rond de reeds bestaande mosselbank op deze raai. Ook de

centreerd rond de reeds bestaande mosselbank op deze raai. Ook de broedval van de overige tweekleppigen was nauw geassocieerd met de mosselbank.

### 3.5. HERINGSPLAAT

De totale biomassa van de bodemfauna op de drie raaien op de Heringsplaat tijdens de winterbemonstering vertoonde niet veel verandering t.o.v. die van de winterbemonstering van 2000 (DEKKER & DE BRUIN, 2001). Gemiddeld over de drie raaien was de totale biomassa iets hoger dan in de winter van 2000 (Tabel 9).

Tijdens de zomerbemonstering was vooral de goede broedval van *Macoma balthica* op alle raaien opvallend. De biomassa van *Mya arenaria* was toegenomen als gevolg van somatische groei van de sterke jaarklasse 1999. De totale biomassa op de drie raaien was gemiddeld genomen bijna 50% hoger dan in de zomer van 2000. Bijna alle belangrijke macrobenthos-soorten droegen bij aan deze toename (Tabel 10).

## 4. LITERATUUR

- BEUKEMA, J.J., 1995. Long-term effects of mechanical harvesting of lugworms *Arenicola marina* on the zoobenthic community of a tidal flat in the Wadden Sea. —Neth. J. Sea Res. 33: 219-227.
- DEKKER, R. & W. DE BRUIN, 1999. Het macrozoöbenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1998. —NIOZ-rapport 1999-2: 53 p.
- DEKKER, R. & W. DE BRUIN, 2000. Het macrozoöbenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 1999. —NIOZ-rapport 2000-8: 73 p.
- ESSINK, K., 1989a. Getijdewateren Standaard Voorschrift voor bemonstering en analyse van macroscopische bodemfauna van de droogvallende platen in Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde (litoraal). Rijkswaterstaat DGW, 6-6-1989: 9 p.
- ESSINK, K., 1989b. Getijdewateren Standaard Voorschrift voor bemonstering en analyse van macroscopische bodemfauna van het sublitoraal van de Waddenzee. Rijkswaterstaat DGW, 31-8-1989: 8 p.



## TABELLEN

Tabel 1. Positie van de bemonsterde raaien in XY-coördinaten en de diepte range in m t.o.v. NAP. Diepten opgenomen uit lodingskaarten uit 1991 (Balgzand raai B), 1997 (Balgzand raaien C en J), 1997, 1998 en 1999 (sublitorale westelijke Waddenzee), 1994 (Piet Scheveplaat) en 1996 (Heringsplaat).

Raai		X	Y		X	Y	Diepte range
Balgzand							
Bz-B	Noord	116.988	550.550	Zuid	116.925	549.552	-0.4 – -0.6
Bz-C	Noord	122.649	551.118	Zuid	122.400	550.150	-0.4 – -0.8
Bz-J	Noord	121.985	555.343	Zuid	122.522	554.523	-0.8 – -1.3
Sublitoraal							
S1	West	138.007	559.114	Oost	139.498	558.932	-4.0 – -4.9
S2	West	140.992	566.152	Oost	142.352	566.798	-1.5 – -1.7
S3	West	149.527	575.595	Oost	150.623	574.512	-2.1 – -2.9
Piet Scheveplaat							
600	Noord	181.675	601.650	Zuid	181.675	600.890	+0.1 – -0.3
601	Noord	182.600	601.900	Zuid	182.600	601.140	+0.2 – -0.2
602	Noord	183.475	601.885	Zuid	183.475	601.125	-0.3 – -0.8
Heringsplaat							
1110	West	271.965	591.250	Oost	272.821	591.167	+0.6 – -0.2
1111	West	271.780	590.407	Oost	272.612	590.121	+0.7 – -0.1
1112	West	271.613	589.198	Oost	272.475	589.170	+0.9 – +0.3

Tabel 2. Sedimentparameters in gewichtsprocenten van het droge sediment (Org. st.=organische stof). Mediane korrelgrootte van de minerale fractie &gt; 16 µm (Med. korrel) in µm.

Raai	Datum	Med. korrel (µm)	Slibgehalte (<16µm)	Org. st.	CaCO <sub>3</sub>
Bz-B	7-3-2001	151.4	3.69	0.50	6.4
Bz-B	16-8-2001	148.5	3.44	0.53	7.0
Bz-C	21-2-2001	176.8	1.54	0.20	4.5
Bz-C	5-9-2001	172.6	1.47	0.25	4.4
Bz-J	10-4-2001	246.0	0.61	0.08	2.4
Bz-J	21-8-2001	250.8	0.55	0.11	2.8
S1	2-3-2001	137.2	5.15	0.85	8.6
S1	9-8-2001	146.3	4.05	0.81	8.1
S2	1-3-2001	179.6	1.46	0.27	5.2
S2	9-8-2001	178.0	1.43	0.29	4.3
S3	1-3-2001	154.9	2.98	0.56	4.7
S3	9-8-2001	155.7	2.62	0.42	3.9
600	16-3-2001	174.9	1.43	0.20	2.2
600	27-8-2001	175.5	1.47	0.26	2.2
601	19-3-2001	164.0	1.13	0.15	2.6
601	11-9-2001	161.8	0.84	0.15	2.2
602	19-3-2001	148.2	4.35	0.63	5.0
602	11-9-2001	138.4	5.19	0.71	5.7
1110	29-3-2001	137.0	4.79	0.59	4.3
1110	6-8-2001	129.3	6.55	0.73	4.7
1111	29-3-2001	103.0	8.65	1.07	7.0
1111	6-8-2001	109.6	8.55	1.04	6.7
1112	2-4-2001	112.8	6.60	0.82	6.4
1112	7-8-2001	105.5	7.63	0.90	6.6

Tabel 3. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien op het Balgzand in februari-april 2001.

Soort	Raai Bz-B 07/03/01		Raai Bz-C 21/02/01		Raai Bz-J 10/04/01	
	N/m <sup>2</sup>	B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	B (g/m <sup>2</sup> )
Littorina littorea	3	0.083				
Mytilus '98+	7	7.533				
Mytilus '99	2	0.384				
Mytilus '00	4	0.177				
Mytilus edulis Tot.	14	8.094				
Cerastoderma '96	19	10.275				
Cerastoderma '98	2	0.942	1	0.445		
Cerastoderma '99	3	1.125				
Cerastoderma '00	5	0.182	7	0.184		
Cerastoderma edule Tot.	29	12.524	8	0.628		
Tellina '97					2	0.183
Tellina '98					1	0.062
Tellina '99					3	0.063
Tellina tenuis Tot.					6	0.308
Macoma '97	1	0.045			1	0.094
Macoma '98	12	0.412	2	0.086		
Macoma '99	12	0.197	3	0.094		
Macoma '00	19	0.062				
Macoma balthica Tot.	43	0.716	5	0.180	1	0.094
Scrobicularia plana '98	1	0.143				
Ensis '97					1	2.895
Ensis '98					3	10.968
Ensis americanus Tot.					4	13.863
Mya '98+	7	22.044	4	11.706		
Mya '99	4	4.081	1	0.524		
Mya '00	4	0.397	2	0.003		
Mya arenaria Tot.	16	26.522	7	12.233		
Harmothoe lunulata	1	0.003				
Harmothoe sarsi					1	0.027
Eteone longa	28	0.025	8	0.034	5	0.011
Phyllodoce mucosa	26	0.169	23	0.185		
Nereis diversicolor	132	4.417	11	1.095	2	0.094
Nereis succinea	15	0.203				
Nereis longissima	13	0.993				
Nephtys hombergii	1	0.003	27	0.252	7	0.219
Nephtys longosetosa					1	0.048
Scoloplos armiger	60	0.150	97	0.455	313	1.554
Spio martinensis					1	0.001
Polydora cornuta	2	0.001			2	0.002
Scolecipis foliosa			1	0.003	5	0.189
Marenzelleria wireni	27	0.173	1158	6.783	12	0.053
Magelona mirabilis					3	0.009
Aricidea minuta					1	0.001
Aphelochaeta marioni	505	0.189			19	0.008
Capitella capitata	37	0.063	5	0.008	37	0.024
Heteromastus filiformis	805	2.949	216	0.825	8	0.031
Arenicola marina	19	2.532	10	3.207	4	3.076
Lanice conchilega	305	4.134			6	0.266
Balanus crenatus	12	0.075				
Elminius modestus	40	0.150				
Gammarus locusta	22	0.035				
Bathyporeia sarsi					11	0.014
Urothoe poseidonis					2	0.005
Corophium volutator	2	0.004				
Corophium arenarium			2	0.002	2	0.003
Crangon crangon	2	0.006	1	0.004	8	0.513
Carcinus maenas	7	0.177				
Totaal		64.535		25.896		20.414



Tabel 4. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien op het Balgzand in augustus-september 2001.

Soort	Raai Bz-B N/m <sup>2</sup>	16/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai Bz-C N/m <sup>2</sup>	05/09/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai Bz-J N/m <sup>2</sup>	21/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )
Metridium senile	9	0.318				
Littorina littorea	24	0.482				
Mytilus '99+	13	9.117				
Mytilus '00	7	1.819				
Mytilus '01	160	2.030				
Mytilus edulis Tot.	180	12.966				
Cerastoderma '96	7	4.156				
Cerastoderma '97	4	2.332				
Cerastoderma '98	2	1.510				
Cerastoderma '99	4	2.453	2	1.191		
Cerastoderma '00	4	2.087	11	2.921		
Cerastoderma '01	4	0.208				
Cerastoderma edule Tot.	27	12.746	13	4.112		
Petricola pholadiformis '01	2	0.010				
Macoma '98	2	0.245			2	0.212
Macoma '99	2	0.164	2	0.262	2	0.180
Macoma '00	16	0.422			11	0.246
Macoma '01	16	0.041	7	0.016		
Macoma balthica Tot.	36	0.873	9	0.278	16	0.638
Tellina t. '99					10	0.374
Tellina t. '00					4	0.014
Tellina tenuis Tot.					14	0.388
Scrobicularia '98	2	0.874				
Scrobicularia '99	4	0.914				
Scrobicularia plana Tot.	7	1.788				
Ensis '98					0.2	0.514
Ensis '00					2	1.100
Ensis '01			2	0.187		
Ensis americanus Tot.			2	0.187	2	1.614
Mya '99+	8	39.993	14	86.179		
Mya '00	4	9.977	7	5.736		
Mya '01	7	1.054	9	1.609		
Mya arenaria Tot.	19	51.024	30	93.524		
Harmothoe sarsi	9	0.055	9	0.078	7	0.143
Eteone longa	42	0.062	147	0.428	4	0.005
Phyllodoce mucosa	9	0.010	20	0.037		
Nereis diversicolor	98	1.812	53	3.001	3	0.070
Nereis succinea	22	0.695				
Nereis virens	4	1.122				
Nephtys hombergii	3	0.142	29	0.644	27	0.382
Scoloplos armiger	53	0.312	60	0.337	302	2.792
Polydora cornuta	4	0.004				
Scolecopsis foliosa					9	0.490
Marenzelleria wireni	867	0.964	10300	20.123	31	0.042
Aphelochaeta marioni	489	0.173				
Capitella capitata					40	0.052
Heteromastus filiformis	2189	11.478	511	2.052	2	0.016
Arenicola marina	73	7.557	17	7.040	4	4.270
Lanice conchilega	127	1.915	29	0.353	29	0.445
Balanus crenatus	338	2.710				
Semibalanus balanoides	9	0.205				
Elminius modestus	4	0.040				
Gammarus locusta	18	0.028				
Bathyporeia sarsi					16	0.014
Urothoe poseidonis	2	0.001				
Corophium volutator	7	0.009				
Corophium arenarium			16	0.007		
Crangon crangon	16	0.264	36	0.719	14	0.491
Diogenes pugilator					2	0.069
Carcinus maenas	67	0.724	2	0.109		
Totaal		110.488		133.030		11.921

Tabel 5. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien in de sublitorale westelijke Waddenzee in maart 2001.

Soort	Raai S1 N/m <sup>2</sup>	02/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai S2 N/m <sup>2</sup>	01/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai S3 N/m <sup>2</sup>	01/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )
<i>Sagartia troglodytes</i>	1	0.026				
<i>Hydrobia ulvae</i>	78132	37.529			11905	4.149
<i>Mytilus edulis</i> '00					1	0.032
<i>Cerastoderma</i> '97			1	0.465		
<i>Cerastoderma</i> '98	1	0.457	2	0.850		
<i>Cerastoderma</i> '99	8	1.153	3	0.667	4	0.816
<i>Cerastoderma</i> '00	57	3.376			123	3.285
<i>Cerastoderma edule</i> Tot.	66	4.986	7	1.983	128	4.100
<i>Macoma</i> '95+	14	1.284	4	0.283	17	1.418
<i>Macoma</i> '96	20	1.347	19	0.962	10	0.767
<i>Macoma</i> '97	26	1.622	18	0.902	19	1.300
<i>Macoma</i> '98	6	0.282	12	0.355	24	1.312
<i>Macoma</i> '99	16	0.464	16	0.224	9	0.392
<i>Macoma</i> '00	1	0.004			18	0.177
<i>Macoma balthica</i> Tot.	83	5.003	69	2.725	97	5.366
<i>Ensis</i> '98	2	2.973				
<i>Ensis</i> '99	23	13.046	4	4.745	19	15.993
<i>Ensis</i> '00	1	0.212			4	0.368
<i>Ensis americanus</i> Tot.	27	16.231	4	4.745	23	16.362
<i>Mya</i> '98+	3	7.213	3	10.726	28	68.678
<i>Mya</i> '99	10	2.290	2	1.441	2	0.916
<i>Mya</i> '00	3	0.073	3	0.003	43	1.535
<i>Mya arenaria</i> Tot.	17	9.576	8	12.170	73	71.129
<i>Harmothoe sarsi</i>					1	0.022
<i>Eteone longa</i>	2	0.002	11	0.008	7	0.005
<i>Nereis succinea</i>	1	0.003				
<i>Nereis virens</i>	1	0.514	0	0.232		
<i>Nephtys hombergii</i>	13	1.045	20	0.477	18	0.099
<i>Scoloplos armiger</i>	180	0.514	130	0.622	62	0.145
<i>Spio martinensis</i>	7	0.002	9	0.002		
<i>Pygospio elegans</i>			3	0.001	1	0.001
<i>Streblospio benedicti</i>	6	0.001				
<i>Marenzelleria wireni</i>	2378	17.824	1217	2.506	1985	14.426
<i>Aricidea minuta</i>			1	0.001		
<i>Aphelochaeta marioni</i>	599	0.164	4	0.001	127	0.035
<i>Capitella capitata</i>	26	0.009	8	0.004	3	0.002
<i>Heteromastus filiformis</i>	334	2.716	19	0.082	363	3.373
<i>Arenicola marina</i>	1	0.156			2	0.187
<i>Pectinaria koreni</i>	1	0.027				
<i>Oligochaeta spec.</i>	14	0.002			2	0.001
<i>Balanus crenatus</i>	1	0.021	1	0.003		
<i>Corophium arenarium</i>			1	0.001		
<i>Pagurus bernhardus</i>			1	0.163		
<i>Crangon crangon</i>	1	0.034			2	0.132
<i>Carcinus maenas</i>			1	0.007		
Totaal		96.386		25.734		119.564

Tabel 6. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien in de sublitorale westelijke Waddenzee in augustus 2001.

Soort	Raai S1 N/m <sup>2</sup>	09/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai S2 N/m <sup>2</sup>	09/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai S3 N/m <sup>2</sup>	09/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )
Metridium senile	2	0.057				
Hydrobia ulvae	64609	34.789			21613	8.206
Crepidula fornicata					1	0.001
Mytilus '00					1	0.190
Mytilus '01	424	1.673	1	0.005	178	1.984
Mytilus edulis Tot.	424	1.673	1	0.005	179	2.174
Mysella bidentata	2	0.003				
Cerastoderma '98	1	0.263				
Cerastoderma '99	3	0.905	3	2.365		
Cerastoderma '00	29	8.436			90	25.029
Cerastoderma '01	1726	7.094	2	0.003	384	3.513
Cerastoderma edule Tot.	1759	16.699	6	2.369	474	28.541
Petricola pholadiformis '01	1	0.025				
Spisula subtruncata '01					2	0.003
Macoma '96+	25	3.164	12	1.399	24	3.132
Macoma '97	24	2.938	16	1.542	26	2.909
Macoma '98	19	2.082	14	1.120	17	1.655
Macoma '99	21	1.778	4	0.196	8	0.694
Macoma '00	9	0.280	1	0.011	12	0.404
Macoma '01	17	0.020			16	0.031
Macoma balthica Tot.	114	10.261	48	4.269	102	8.826
Ensis '99	36	33.161	4	10.647	6	4.536
Ensis '01	14	0.317			6	0.241
Ensis americanus Tot.	50	33.479	4	10.647	11	4.777
Mya '99+	8	25.963	7	28.017	18	47.392
Mya '00	23	15.297	2	0.690	53	30.529
Mya '01	87	4.925	6	0.154	169	3.958
Mya arenaria Tot.	118	46.185	14	28.861	240	81.879
Harmothoe sarsi					1	0.009
Eteone longa			38	0.013	24	0.009
Phyllodoce mucosa	1	0.002	3	0.001	2	0.002
Nereis succinea	1	0.009			2	0.003
Nereis virens	22	1.759	1	0.491		
Nereis longissima	4	0.016			1	0.008
Nephtys hombergii	8	0.041	18	0.420	13	0.265
Scoloplos armiger	19	0.063	246	0.925	74	0.393
Aricidea minuta			3	0.001		
Spio martinensis			93	0.011	17	0.002
Polydora cornuta	9	0.002	1	0.001	7	0.001
Pygospio elegans	1	0.001	7	0.002	3	0.001
Streblospio benedicti	1	0.001			6	0.001
Marenzelleria wireni	4333	23.934	2946	3.908	9156	20.649
Aphelochaeta marioni	108	0.019	11	0.002	919	0.126
Capitella capitata	37	0.026	12	0.005	91	0.016
Heteromastus filiformis	429	2.237	32	0.047	423	1.933
Arenicola marina	2	0.067	3	0.155	3	0.130
Pectinaria koreni	3	0.037				
Lanice conchilega	108	0.654			10	0.184
Oligochaeta spec.	3	0.001	3	0.001	17	0.002
Balanus crenatus	36	0.072			71	0.335
Gammarus locusta	1	0.002			4	0.003
Corophium arenarium					1	0.000
Crangon crangon	10	0.215	3	0.002	4	0.112
Carcinus maenas	22	0.366			1	0.011
Asterias rubens					1	0.086
Molgula tubifera	6	0.252				
Totaal		172.949		52.138		158.672

Tabel 7. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien op de Piet Scheveplaat in maart 2001.

Soort	Raai 600 N/m <sup>2</sup>	16/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai 601 N/m <sup>2</sup>	19/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )	Raai 602 N/m <sup>2</sup>	19/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )
<i>Hydrobia ulvae</i>			1017	1.021	378	0.306
<i>Mytilus</i> '99					11	4.104
<i>Mytilus</i> '00					11	0.240
<i>Mytilus edulis</i> Tot.					22	4.344
<i>Mysella bidentata</i>			2	0.005		
<i>Cerastoderma</i> '96	2	0.709			8	3.489
<i>Cerastoderma</i> '97			9	3.436	13	4.005
<i>Cerastoderma</i> '98	2	0.604	11	3.706	6	1.639
<i>Cerastoderma</i> '99	6	1.244	12	1.934	5	1.125
<i>Cerastoderma</i> '00	7	0.266	8	0.194		
<i>Cerastoderma edule</i> Tot.	17	2.822	41	9.271	31	10.257
<i>Macoma</i> '95+	4	0.278			6	0.526
<i>Macoma</i> '96	7	0.425	9	0.464	9	0.696
<i>Macoma</i> '97	24	0.911	18	0.766	50	3.305
<i>Macoma</i> '98	26	0.907	21	0.734	43	2.269
<i>Macoma</i> '99	37	0.632	27	0.443	33	0.983
<i>Macoma</i> '00	24	0.119	9	0.018	11	0.020
<i>Macoma balthica</i> Tot.	122	3.272	84	2.425	152	7.800
<i>Scrobicularia</i> '97			0.4	0.078		
<i>Scrobicularia</i> '99					11	0.130
<i>Scrobicularia plana</i> Tot.			0.4	0.078	11	0.130
<i>Mya</i> '98+	2	2.083			5	7.448
<i>Mya</i> '99	2	0.638	1	0.232	2	0.246
<i>Mya</i> '00	4	0.214	17	0.014		
<i>Mya arenaria</i> Tot.	7	2.936	18	0.246	6	7.694
<i>Eteone longa</i>	28	0.031	37	0.038	20	0.031
<i>Eteone picta</i>	20	0.009				
<i>Phyllodoce mucosa</i>	28	0.318	2	0.010	6	0.052
<i>Nereis diversicolor</i>	52	3.986	9	0.747	48	1.879
<i>Nereis succinea</i>	24	0.072			15	0.049
<i>Nereis virens</i>					1	0.390
<i>Nephtys hombergii</i>	33	0.881	13	0.342	11	0.120
<i>Scoloplos armiger</i>	291	0.534	922	2.327	33	0.067
<i>Spio martinensis</i>	2	0.003				
<i>Polydora cornuta</i>	6	0.006			6	0.006
<i>Pygospio elegans</i>	172	0.033	100	0.030	28	0.011
<i>Spiophanes bombyx</i>					2	0.003
<i>Magelona mirabilis</i>					2	0.004
<i>Aphelochaeta marioni</i>	474	0.184	194	0.134	478	0.220
<i>Capitella capitata</i>	159	0.260	20	0.020	44	0.059
<i>Heteromastus filiformis</i>	31	0.274	33	0.242	285	2.000
<i>Arenicola marina</i>	36	6.444	41	9.024	5	1.388
<i>Lanice conchilega</i>	7	0.186			2	0.020
<i>Oligochaeta</i> sp.	2	0.004			33	0.016
<i>Balanus crenatus</i>					9	0.141
<i>Cumopsis goodsiri</i>					2	0.000
<i>Gammarus locusta</i>					17	0.045
<i>Urothoe poseidonis</i>	109	0.060	1094	0.827	50	0.048
<i>Corophium arenarium</i>	7	0.009	37	0.047		
<i>Carcinus maenas</i>	2	0.078			6	0.174
Totaal		22.401		26.835		37.256

Tabel 8. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien op de Piet Scheveplaat in augustus-september 2001.

Soort	Raai 600		Raai 601		Raai 602	
	N/m <sup>2</sup>	B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	B (g/m <sup>2</sup> )
Hydrobia ulvae	19	0.026	17344	9.432	78	0.049
Mytilus '99					4	2.628
Mytilus '01	2	0.000			2074	21.892
Mytilus edulis Tot	2	0.000			2078	24.520
Mysella bidentata	4	0.011	2	0.005		
Cerastoderma '97	6	5.487			20	10.745
Cerastoderma '98			9	4.843	2	1.160
Cerastoderma '99	6	3.411	6	3.440	6	2.377
Cerastoderma '00	11	3.134	15	3.236	2	0.553
Cerastoderma '01	2	0.046			128	1.037
Cerastoderma edule Tot.	24	12.078	31	11.519	157	15.872
Petricola pholadiformis '01					2	0.035
Macoma '96+	6	0.590	3	0.282	7	1.141
Macoma '97	16	1.571	7	0.871	17	2.089
Macoma '98	39	2.821	36	2.778	18	1.934
Macoma '99	43	1.895	16	1.070	23	2.014
Macoma '00	20	0.513	13	0.429	28	0.542
Macoma '01	78	0.115	328	1.069	2657	4.461
Macoma balthica Tot.	201	7.505	403	6.499	2750	12.182
Abra alba '00					2	0.013
Scrobicularia '96					2	0.595
Scrobicularia '00					4	0.109
Scrobicularia plana Tot					6	0.704
Ensis americanus '01	2	0.056	2	0.040	57	1.461
Mya '99+	2	5.466			2	5.187
Mya '00	1	0.579	6	4.804		
Mya '01	2	0.275	13	1.909	26	1.839
Mya arenaria Tot.	5	6.320	19	6.713	28	7.026
Harmothoe lunulata	2	0.005			2	0.001
Harmothoe sarsi	17	0.125	9	0.041		
Eteone longa	69	0.058	178	0.192	22	0.016
Eteone picta			4	0.004	2	0.001
Phyllodoce mucosa	33	0.044	24	0.049	4	0.002
Nereis diversicolor	41	3.695	33	0.968	154	4.201
Nereis succinea					13	0.484
Nephtys hombergii	30	1.248	8	0.149	22	0.252
Scoloplos armiger	159	0.524	402	1.478	19	0.029
Spio martinensis			11	0.003		
Polydora cornuta	33	0.020	6	0.004	39	0.008
Pygospio elegans	383	0.105	1856	0.361	17	0.002
Aphelochaeta marioni	444	0.156	406	0.103	467	0.149
Capitella capitata	194	0.097	72	0.031		
Heteromastus filiformis	107	0.288	98	0.464	489	1.992
Arenicola marina	64	19.122	51	9.894	43	2.352
Lanice conchilega	61	2.052	19	0.585	337	6.254
Oligochaeta sp.					28	0.009
Balanus crenatus					2	0.001
Elminius modestus					35	0.142
Gammarus locusta	13	0.006			17	0.027
Urothoe poseidonis	328	0.265	763	0.396	117	0.078
Corophium arenarium	2	0.001	30	0.009		
Crangon crangon	21	0.058	15	0.112	12	0.441
Carcinus maenas	7	0.357	6	0.271	14	0.382
Totaal		54.222		49.320		78.685

Tabel 9. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien op de Heringsplaat in maart-april 2001.

Soort	Raai 1110		Raai 1111		Raai 1112	
	N/m <sup>2</sup>	29/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	29/03/01 B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	02/04/01 B (g/m <sup>2</sup> )
<i>Hydrobia ulvae</i>	19	0.015	900	0.414	256	0.184
<i>Hydrobia ventrosa</i>	33	0.009	1433	0.242	2011	0.419
<i>Macoma</i> '95+	2	0.051			6	0.129
<i>Macoma</i> '96	2	0.040	7	0.137	24	0.551
<i>Macoma</i> '97	24	0.335	40	0.542	37	0.697
<i>Macoma</i> '98	20	0.194	11	0.111	27	0.321
<i>Macoma</i> '99	13	0.050	26	0.110	22	0.121
<i>Macoma</i> '00	7	0.003	31	0.018	22	0.010
<i>Macoma balthica</i> Tot.	69	0.673	116	0.918	138	1.829
<i>Scrobicularia plana</i> '99			2	0.006	4	0.034
<i>Mya</i> '98+	5	0.405	12	0.657	13	0.299
<i>Mya</i> '99	39	0.213	100	0.515	52	0.266
<i>Mya</i> '00	6	0.002	48	0.029	20	0.014
<i>Mya arenaria</i> Tot.	49	0.620	160	1.200	85	0.579
<i>Eteone longa</i>	6	0.006	6	0.010	2	0.005
<i>Nereis diversicolor</i>	161	0.752	235	1.914	513	1.861
<i>Nereis succinea</i>			7	0.163	7	0.094
<i>Scoloplos armiger</i>	2	0.003				
<i>Pygospio elegans</i>	6	0.001	6	0.007	17	0.004
<i>Marenzelleria wireni</i>	539	1.890	165	0.719	452	2.265
<i>Heteromastus filiformis</i>	85	0.247	111	0.458	57	0.249
<i>Arenicola marina</i>			1	0.262	1	0.175
<i>Oligochaeta</i> sp.	44	0.011	244	0.071	150	0.042
<i>Bathyporeia pilosa</i>	24	0.007				
<i>Corophium volutator</i>	6000	2.007	5678	3.449	1778	1.276
Totaal		6.240		9.831		9.016

Tabel 10. Beknopt overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de raaien op de Heringsplaat in augustus 2001.

Soort	Raai 1110		Raai 1111		Raai 1112	
	N/m <sup>2</sup>	06/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	06/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )	N/m <sup>2</sup>	07/08/01 B (g/m <sup>2</sup> )
Nemertini sp.	2	0.009				
Hydrobia ulvae	939	0.472	2139	1.311	361	0.386
Hydrobia ventrosa	1206	0.207	3844	0.649	4317	1.010
Cerastoderma edule '01			2	0.001		
Macoma '96+	6	0.161	4	0.080	4	0.093
Macoma '97	30	0.647	19	0.389	22	0.720
Macoma '98	24	0.359	7	0.118	24	0.568
Macoma '99	17	0.149	31	0.336	30	0.453
Macoma '00	33	0.109	35	0.113	83	0.362
Macoma '01	239	0.139	226	0.096	207	0.160
Macoma balthica Tot.	348	1.564	322	1.132	370	2.357
Scrobicularia '99					4	0.136
Scrobicularia '00					2	0.010
Scrobicularia '01	2	0.002				
Scrobicularia plana Tot.	2	0.002			6	0.146
Mya '99+	26	0.693	74	2.798	39	2.583
Mya '00	50	0.506	56	0.757	59	1.306
Mya '01	94	0.061	143	0.154	35	0.045
Mya arenaria Tot.	170	1.260	272	3.710	133	3.933
Eteone longa	11	0.011			4	0.007
Nereis diversicolor	317	1.265	430	1.428	728	3.039
Nereis succinea			9	0.107		
Scoloplos armiger	1	0.005				
Pygospio elegans	311	0.034	89	0.017	6	0.004
Marenzelleria wireni	600	2.932	311	2.102	402	2.540
Heteromastus filiformis	156	0.523	131	0.620	37	0.150
Arenicola marina	1	0.250	1	0.334		
Oligochaeta sp.	65	0.016	143	0.029	67	0.031
Corophium volutator	18633	5.113	11794	3.548	5933	2.434
Neomysis integer	2	0.006	2	0.004		
Crangon crangon	24	0.016	30	0.040	11	0.007
Carcinus maenas	2	0.004	6	0.048	13	0.056
Totaal		13.689		15.079		16.100





## Bijlagen

Overzicht van dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos

Legenda bij bijlagen 1-36:

N	totaal aantal dieren in de uitgezochte monsters
Opp.	Oppervlak van de op betreffende soort uitgezochte monsters
$N.m^{-2}$	gemiddeld aantal per $m^2$
s.e.	standard error of the mean, gecorrigeerd naar standaard oppervlakte = $1 m^2$
% vk	percentage van de monsters waarin de betreffende soort of klasse was aangetroffen
B (g)	biomassa in g asvrij drooggewicht in de uitgezochte monsters
$B (g.m^{-2})$	biomassa in g asvrij drooggewicht per $m^2$
p.m.	wel aanwezig, geen biomassa bepaald
Kl.	Jaarklasse
L	gemiddelde schelplengte per jaarklasse in mm
W	gemiddelde individuele biomassa in g asvrij drooggewicht
SW	gemiddeld individueel schelpgewicht in g























































## Bijlage 25

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai Bz-B.

7 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'96	39.0	0.5423	10.226	18
	'98	36.5	0.4477	8.440	2
	'99	32.5	0.3562	6.023	3
	'00	14.9	0.0346	0.604	5
Macoma balthica	'97	17.3	0.0426	0.560	1
	'98	15.6	0.0356	0.286	11
	'99	12.1	0.0170	0.119	11
	'00	6.5	0.0033		18
Mya arenaria	'98+	77.5	2.9917	17.222	7
	'99	59.5	0.9693	5.623	4
	'00	26.2	0.0944		4
16 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'96	40.0	0.6235	10.157	3
	'97	34.0	0.5247	8.155	2
	'98	37.0	0.6794	7.850	1
	'99	34.5	0.5519	7.675	2
	'00	31.0	0.4696	4.905	2
	'01	14.4	0.0469	0.610	2
Macoma balthica	'98	19.0	0.1102	0.580	1
	'99	16.0	0.0738	0.360	1
	'00	13.2	0.0272	0.147	7
	'01	6.0	0.0027		7
Mya arenaria	'99+	85.3	5.1420	25.855	3
	'00	63.5	2.2448	7.270	2
	'01	30.9	0.1581		3

## Bijlage 26

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai Bz-C.

21 februari 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'98	38.5	0.4225	8.840	1
	'00	14.4	0.0249	0.529	7
Macoma balthica	'98	17.4	0.0409	0.530	2
	'99	14.4	0.0298	0.183	3
Mya arenaria	'98+	81.9	2.7802	23.028	4
	'99	51.0	0.4975	3.980	1
	'00	6.9	0.0016		2

5 september 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'99	33.0	0.5359	7.440	1
	'00	27.7	0.2629	3.714	5
Macoma balthica	'99	18.9	0.1181	0.510	1
	'01	6.4	0.0024		3
Mya arenaria	'99+	91.1	5.9662	31.533	6
	'00	51.1	0.8604	3.053	3
	'01	34.2	0.1810		3

## Bijlage 27

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai Bz-J.

10 april 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'97	16.8	0.0895	0.500	1
Tellina tenuis	'97	21.5	0.0869	0.315	2
	'98	19.3	0.0588	0.210	1
	'99	13.2	0.0201		3
21 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'98	18.4	0.0955	0.670	1
	'99	17.5	0.0811	0.550	1
	'00	13.1	0.0221	0.138	5
Tellina tenuis	'99	17.8	0.0374	0.166	4
	'00	7.5	0.0032		2

## Bijlage 28

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai S1.

2 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'98	31.8	0.3088	5.496	1
	'99	25.6	0.1482	2.433	5
	'00	19.7	0.0596	0.967	51
Macoma balthica	'95+	21.6	0.0889	1.318	13
	'96	19.5	0.0673	0.828	18
	'97	18.1	0.0635	0.592	23
	'98	16.5	0.0507	0.364	5
	'99	13.8	0.0288	0.185	14
	'00	7.0	0.0037		1
Mya arenaria	'98+	72.9	2.1638	15.277	3
	'99	35.1	0.2290	1.129	9
	'00	15.3	0.0219		3
9 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'98	31.0	0.2367	4.880	1
	'99	29.8	0.2716	3.273	3
	'00	29.6	0.2920	3.300	26
	'01	7.9	0.0041	0.050	85
Macoma balthica	'96+	21.1	0.1266	1.193	22
	'97	19.6	0.1230	0.855	21
	'98	19.0	0.1102	0.651	17
	'99	17.6	0.0865	0.435	18
	'00	13.6	0.0315	0.154	8
	'01	4.8	0.0012		15
Mya arenaria	'99+	69.2	3.3381	13.618	7
	'00	47.3	0.6556	3.053	21
	'01	23.5	0.0568		78

## Bijlage 29

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai S2.

1 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'97	41.2	0.4188	11.790	1
	'98	38.1	0.3826	9.740	2
	'99	29.6	0.2002	4.673	3
Macoma balthica	'95+	19.4	0.0637	0.998	4
	'96	18.5	0.0509	0.745	17
	'97	17.3	0.0492	0.609	16
	'98	13.5	0.0290	0.291	11
	'99	11.7	0.0144	0.121	14
Mya arenaria	'98+	78.3	3.8615	21.863	2
	'99	46.0	0.6484	3.900	2
	'00	5.1	0.0009		3

9 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'99	35.7	0.7096	8.017	3
	'01	4.8	0.0016	0.018	2
Macoma balthica	'96+	19.9	0.1145	1.074	11
	'97	18.6	0.0991	0.771	14
	'98	17.2	0.0776	0.567	13
	'99	15.3	0.0442	0.320	4
	'00	10.7	0.0100	0.080	1
Mya arenaria	'99+	66.1	4.2025	13.886	9
	'00	36.0	0.3107	1.380	2
	'01	18.7	0.0278		5

## Bijlage 30

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai S3.

1 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'99	32.2	0.1835	4.933	4
	'00	16.3	0.0266	0.553	111
Macoma balthica	'95+	21.0	0.0851	1.256	15
	'96	19.4	0.0767	0.993	9
	'97	18.2	0.0669	0.685	17
	'98	17.3	0.0549	0.453	21
	'99	14.8	0.0441	0.236	8
	'00	9.2	0.0100		16
Mya arenaria	'98+	79.1	2.4724	22.643	25
	'99	41.0	0.4122	1.910	2
	'00	17.9	0.0354		39

9 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'00	27.0	0.2781	2.425	27
	'01	10.2	0.0091	0.097	50
Macoma balthica	'96+	20.8	0.1311	1.073	21
	'97	19.9	0.1114	0.852	23
	'98	19.4	0.0993	0.698	15
	'99	18.0	0.0893	0.429	7
	'00	14.0	0.0331	0.175	11
	'01	6.8	0.0020		14
Mya arenaria	'99+	72.1	2.6658	12.698	16
	'00	42.9	0.5724	2.184	13
	'01	17.5	0.0233		38

## Bijlage 31

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai 600.

16 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'96	35.0	0.3827	10.250	1
	'98	29.4	0.3260	6.560	1
	'99	27.0	0.2239	3.908	3
	'00	15.6	0.0359	0.723	4
Macoma balthica	'95+	21.5	0.0751	1.120	2
	'96	17.8	0.0574	0.570	4
	'97	15.6	0.0379	0.362	13
	'98	14.6	0.0350	0.260	14
	'99	10.8	0.0171	0.075	20
	'00	7.1	0.0050		13
Mya arenaria	'98+	60.0	1.1250	6.140	1
	'99	40.0	0.3447	1.380	1
	'00	23.8	0.0578		2
27 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'97	39.7	0.9877	12.147	3
	'99	34.1	0.6139	7.460	3
	'00	27.1	0.2821	3.508	6
	'01	13.0	0.0246	0.370	1
Macoma balthica	'96+	19.0	0.1062	0.877	3
	'97	18.4	0.0998	0.686	8
	'98	17.5	0.0725	0.418	21
	'99	14.6	0.0445	0.231	23
	'00	12.8	0.0252	0.135	11
	'01	5.4	0.0015		42
Mya arenaria	'99+	84.0	2.9517	27.210	1
	'01	35.0	0.1484		1



## Bijlage 32

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai 601.

9 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'97	32.3	0.3711	6.148	5
	'98	30.5	0.3336	5.303	6
	'99	23.6	0.1607	2.665	6
	'00	12.7	0.0232	0.297	4
Macoma balthica	'96	17.3	0.0501	0.416	5
	'97	16.1	0.0436	0.356	9
	'98	14.5	0.0345	0.220	11
	'99	11.3	0.0165	0.072	14
	'00	5.5	0.0019		5
Mya arenaria	'00	4.1	0.0008		9

11 september 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'98	34.8	0.5230	7.540	5
	'99	33.6	0.5307	6.143	3
	'00	25.7	0.2185	2.548	7
Macoma balthica	'96+	20.5	0.1014	1.283	1
	'97	19.5	0.1176	0.614	4
	'98	17.7	0.0769	0.497	19
	'99	16.8	0.0680	0.377	8
	'00	13.3	0.0331	0.171	7
	'01	6.2	0.0033		177
Mya arenaria	'00	51.3	0.8648	3.607	3
	'01	30.6	0.1473		7

## Bijlage 33

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweeleppege schelpdieren op raai 602.

19 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'96	35.3	0.4186	7.918	4
	'97	31.9	0.3089	5.709	7
	'98	29.0	0.2950	4.477	3
	'99	27.6	0.2429	3.468	2
Macoma balthica	'95+	20.0	0.0947	0.880	3
	'96	18.5	0.0752	0.575	5
	'97	17.8	0.0661	0.530	27
	'98	15.8	0.0533	0.295	23
	'99	12.6	0.0295	0.140	18
	'00	4.9	0.0018		6
Mya arenaria	'98+	68.1	1.6088	8.968	2
	'99	31.0	0.1331	0.700	1
11 september 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Cerastoderma edule	'97	35.9	0.5275	8.196	11
	'98	34.0	0.6262	7.650	1
	'99	32.1	0.4279	5.867	3
	'00	31.0	0.2985	4.320	1
	'01	9.7	0.0081	0.132	23
Macoma balthica	'96+	21.6	0.1541	1.303	4
	'97	20.1	0.1253	0.806	9
	'98	19.3	0.1100	0.804	9
	'99	17.8	0.0870	0.450	12
	'00	12.4	0.0195	0.108	15
	'01	6.3	0.0017		50
Mya arenaria	'99+	81.0	2.8008	24.398	1
	'01	25.4	0.0710		14

## Bijlage 34

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai 1110.

29 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'95+	18.1	0.0273	0.820	1
	'96	15.6	0.0218	0.340	1
	'97	12.8	0.0139	0.151	13
	'98	11.6	0.0095	0.091	11
	'99	7.2	0.0039	0.017	7
	'00	3.5	0.0004		4
Mya arenaria	'98+	32.9	0.0875	1.2121	2
	'99	11.4	0.0055	0.054	21
	'00	4.4	0.0004		3

6 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'96+	15.7	0.0290	0.377	3
	'97	14.2	0.0218	0.198	16
	'98	12.4	0.0149	0.127	13
	'99	10.1	0.0089	0.050	9
	'00	7.1	0.0033	0.013	18
	'01	3.9	0.0006		129
Mya arenaria	'99+	19.3	0.0267	0.194	14
	'00	13.9	0.0101	0.077	27
	'01	4.8	0.0006		51

## Bijlage 35

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai 1111.

29 maart 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'96	14.0	0.0185	0.198	4
	'97	12.0	0.0136	0.113	21
	'98	11.0	0.0100	0.077	6
	'99	7.7	0.0042	0.017	14
	'00	3.8	0.0006		17
Mya arenaria	'98+	25.3	0.0546	0.576	6
	'99	11.9	0.0051	0.062	54
	'00	5.8	0.0006		26
6 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'96+	15.4	0.0216	0.315	2
	'97	13.6	0.0210	0.163	10
	'98	12.3	0.0159	0.113	4
	'99	10.8	0.0107	0.061	17
	'00	6.8	0.0032	0.016	19
	'01	3.5	0.0004		122
Mya arenaria	'99+	21.1	0.0378	0.292	40
	'00	15.2	0.0136	0.106	30
	'01	6.4	0.0011		77

## Bijlage 36

Gemiddelde schelpenlengte, individuele biomassa en individueel schelpgewicht per jaarklasse van de tweekleppige schelpdieren op raai 1112.

2 april 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'95+	13.9	0.0233	0.213	3
	'96	13.8	0.0229	0.177	13
	'97	12.7	0.0188	0.124	20
	'98	10.8	0.0120	0.062	14
	'99	7.8	0.0055	0.019	12
	'00	3.4	0.0005		12
Mya arenaria	'98+	19.8	0.0230	0.298	7
	'99	11.7	0.0051	0.061	28
	'00	3.4	0.0007		11

7 augustus 2001	Kl.	L (mm)	W (g)	SW (g)	N
Macoma balthica	'96+	13.5	0.0252	0.170	2
	'97	14.0	0.0324	0.206	12
	'98	12.7	0.0236	0.137	13
	'99	11.2	0.0153	0.080	16
	'00	7.4	0.0043	0.017	45
	'01	4.2	0.0008		112
Mya arenaria	'99+	26.1	0.0664	0.505	21
	'00	18.1	0.0220	0.179	32
	'01	7.0	0.0013		19



BROEDVAL EN GROEI VAN JUVENIELEN VAN DE POLYCHAET  
*MARENZELLERIA WIRENI* OP HET BALGZAND IN 2001

R. Dekker & J.M. Ogilvie

## 1. Inleiding

De spionide polychaete worm *Marenzelleria wireni* (Augener, 1913) is een soort, die in recente jaren de Noordwest Europese kustwateren heeft gekoloniseerd. In 1982 werd de soort voor het eerst waargenomen in het Forth estuarium in Schotland, en vervolgens in 1983 in de Dollard in de Waddenzee (Essink & Kleef, 1993). In de westelijke Waddenzee, waar onder het Balgzand, werd *Marenzelleria* voor het eerst aangetroffen in 1989 (Dekker, 1991).

Aanvankelijk werd de *Marenzelleria*, die de west-Europese wateren koloniseerde, voor monospecifiek gehouden en gedetermineerd als *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873). Nadere studie bracht aan het licht, dat in West Europa ten minste twee vormen voorkomen, die op grond van anatomie, genetische analyse, reproductiepatroon en verspreiding van elkaar te onderscheiden zijn. Het gaat hier om een vorm (*M. cf. viridis*) die in zeer brakke en bijna zoete omstandigheden leeft (Oostzee, oligohaliene delen van de Elbe), en een vorm (*M. cf. wireni*) die meer zout verdraagt en een aantal estuaria langs de Noordzee gekoloniseerd heeft (Tay-estuarium, Weser, Elbe, Dollard). Deze laatste is de vorm die in de Nederlandse Waddenzee leeft (Bick & Zettler, 1997).

Na een snelle expansiefase in de Dollard, waarbij *Marenzelleria* lokaal meer dan de helft van de totale macrobenthische biomassa innam, zijn de dichtheden van de soort sinds 1996 in afgenomen en maakt ze nu een beperkter en vrij constant deel uit van de Dollard aanwezige macrobenthische gemeenschap. Op het Balgzand, en ook elders in de westelijke Waddenzee, is de toename na de eerste waarneming veel trager verlopen, en verkeert de *Marenzelleria*-populatie zich nog in een expansiefase (Essink & Dekker, in prep.).

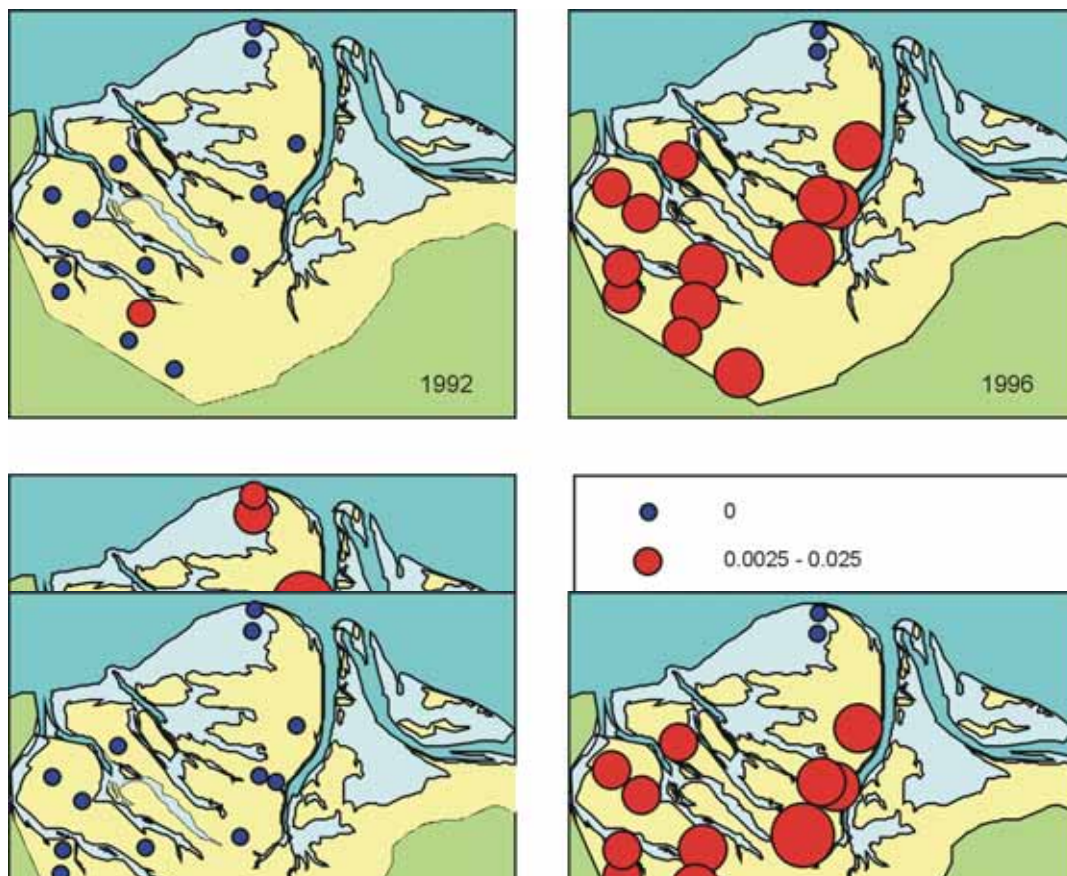
De eerste vestiging van *Marenzelleria* op het Balgzand vond plaats op een laag in de getijdzone gelegen raai in het zuidelijk deel (Fig. 1). In later jaren vond uitbreiding plaats over het gehele Balgzand, waarbij de hoogste dichtheden en biomassa-waarden gevonden werden in het oostelijk en zuidelijke deel van het gebied. Met name in het westelijk en noordelijk deel van het Balgzand kwam *Marenzelleria* niet tot grote ontwikkeling (Fig. 1). Dit wordt ook geïllustreerd door de recente verschillen in dichtheden van de soort in 2000 en 2001 op de raaien B (westelijk deel) en C (oostelijk deel) op het Balgzand (Dekker & de Bruin, 2001; Dekker & Waasdorp, 2002). De gemiddelde dichtheid in 2000 en 2001 tijdens de winterbemonsteringen op raai B was  $46.m^{-2}$ , terwijl de gemiddelde dichtheid op raai C in dezelfde periode  $1561.m^{-2}$  bedroeg.



De huidige verdeling van *Marenzelleria wireni* op het Balgzand lijkt enige relatie te vertonen met de verdeling van het zoutgehalte over het gebied. De zoutgehalteverdeling op het Balgzand vertoont eveneens een gradiënt van west naar oost: hoge zoutgehalten in het noordwesten, het dichtst bij de Noordzee, en lagere zoutgehalten aan de zuidoostzijde, dicht bij de zoetwaterspui van het IJsselmeer bij Den Oever (Manuels, 1978).

*Marenzelleria wireni* bereikt in de Dollard geslachtsrijpheid in de winter en paait in het voorjaar (Bochert, 1997). Vanaf mei verschijnen de juvenielen op het wad, waarbij de hoogste dichtheden op de hogere delen worden gevonden. In de zomer vindt een herverdeling plaats van juvenielen naar lagere delen van het wad d.m.v. transport door de waterfase (Essink & Kleef, 1993).

Uit het lopend onderzoeksprogramma op het Balgzand, waarbij twee maal per



Figuur 1

Verandering in ruimte en tijd van de *Marenzelleria wireni* populatie op het Balgzand, gebaseerd op winterdata van het lange-termijn onderzoek naar de bodemfauna op het Balgzand.

jaar, in de late winter en nazomer, een twaalftal transecten en drie vaste monsterpunten worden bemonsterd, kan niet worden bepaald of een bovengeschetst proces zoals gevonden in de Dollard ook op het Balgzand plaatsvindt. De bemonstering in de late winter geschiedt immers vlak voor de broedval, en de redistributie van juvenielen vindt plaats in de periode voorafgaand aan de nazomerbemonstering. Een pilotstudie op twee stations op het Balgzand, uitgevoerd in 1998 gaf aan, dat in begin mei al *Marenzelleria* broed op het wad aanwezig was, en wel alleen in het oostelijk deel van het Balgzand. In het zuidwesten kon in dat jaar geen broedval worden geconstateerd.

Gezien de grote ruimtelijke variatie in dichtheden van *Marenzelleria wireni* op het Balgzand kwamen voor dit deelonderzoek naar broedval de volgende vragen aan de orde:

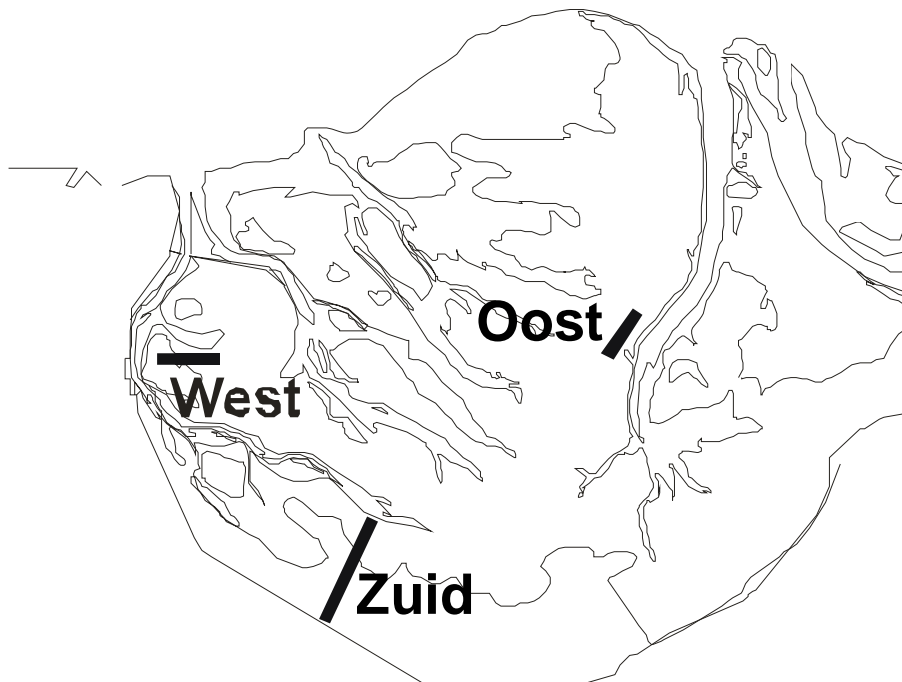
- wat zijn de initiële dichtheden van *Marenzelleria*-broed op verschillende delen van het Balgzand, die gekarakteriseerd worden door grote verschillen in dichtheden van adulten?
- hoe is de groei en overleving van deze juvenielen?
- is er sprake van migratie van juvenielen, analoog aan wat in de Dollard is waargenomen?
- zijn er aanwijzingen, dat patronen in dichtheden, vestiging en groei bij *Marenzelleria* verband houden met verschillen in zoutgehalte op het Balgzand?

## 2. Methoden

De ruimtelijke verspreiding van adulte *Marenzelleria wireni* op het Balgzand vertoont ruwweg een tweetal gradiënten: een hoogt gradiënt waarbij op hoge delen van het wad de dichtheden zeer laag zijn, en op de lagere delen hoger, en een gradiënt van west naar oost, waarbij de dichtheden in het oosten hoger zijn dan in het westen (Fig. 1).

Op grond van deze twee gradiënten zijn in drie deelgebieden raaien geselecteerd, waarbinnen en zo groot mogelijke hoogt gradiënt aanwezig was (Fig. 2). Op deze raaien werden, op grond van de resultaten van de winterbemonstering 2001 m.b.t. hoogteligging en *Marenzelleria*-dichtheid, stations gekozen. Deze stations zijn weergegeven in Fig. 2. De posities en hoogteligging van de stations is weergegeven in Tabel 1. De posities van de stations werd ingemeten m.b.v. GPS, de hoogteligging t.o.v. NAP werd geschat m.b.v. lodingskaarten.

r



Figuur 2

Locatie van de raaien en stations voor de bemonstering van *Marenzelleria wireni* op het Balgzand in 2001.

Eind april 2001 zijn de 13 stations van 10m × 10m gemarkeerd, en is er een beginopname gemaakt van het aanwezige macrozoöbenthos.

Hiertoe zijn, rondom de proefvelden, vier steken van 0,018m<sup>2</sup> met een diepte van 30 cm genomen en ter plekke op een 1-mm zeef uitgezeefd. Aantallen en biomassa van het macrozoöbenthos zijn volgens standaardmethodes bepaald. Tevens werden in april op alle stations sedimentmonsters genomen, waarvan slibgehalte en mediane korrelgrootte bepaald zijn m.b.v. laserdiffractie aan de onbehandelde monsters (Tabel 1), en is de saliniteit van het interstitiële water bepaald. In april en mei is ook de saliniteit bepaald van het water op de plaat tijdens laag water, ongeveer halverwege elke raai. De saliniteit werd bepaald met de beginopname van het macrozoöbenthos heeft ook de eerste bemonstering voor de broedval van *Marenzelleria* plaatsgevonden. Voor deze bemonstering werden per station drie monsters genomen met een oppervlak van 0,027 m<sup>2</sup> elk. Bij de eerste bemonstering eind april werd 4 cm diep gemonsterd. Het materiaal, inclusief sediment, werd integraal geconserveerd met 10% formaline en in het laboratorium over 300µm maaswijdte uitgezeefd.

ne en in het laboratorium over 300µm maaswijdte uitgezeefd. Vervolgbemonsteringen vonden plaats in half mei, begin juli en begin augustus. Tijdens die vervolgbemonsteringen werd 10 cm diep gemonsterd, en in het veld over 500µm gezeefd. Het restant werd direkt in 10% formaline geconserveerd. Het geconserveerde materiaal werd gekleurd met Bengaal-Rose. De monsters werden onder een stereoloupe uitgezocht en alle juveniele *Marenzelleria* werd verzameld. Bij de eerste bemonstering op raai Oost eind april 2001 heeft de toevoeging van formaline aan de monsters pas enkele uren na de bemonstering in het laboratorium plaatsgevonden. Dit uitstel van conservering heeft waarschijnlijk tot verlies van materiaal en dus tot een onderschatting van de dichtheden geleid (zie Resultaten en Discussie).

Per monster werd van 25 willekeurig gekozen exemplaren (of zoveel minder als er aanwezig waren) de breedte van het lichaam gemeten ter hoogte van de grens van het 9e en 10e segment bij 40x vergroting met behulp van een oculairmicrometer. De metingen geschieden aan de ventrale zijde van het lichaam. Lichaamslengte is niet gemeten, omdat bleek dat de wormen bij bemonstering vaak werden gebroken

### 3. Resultaten

#### 3.1. Abiotische parameters

De sedimenten op raai Oost zijn vrij slibarm, met een toenemend slibgehalte op de lagere stations. De stations op raai Zuid zijn slibrijker, alleen het laagste station is vrij slibarm. De sedimenten op de vier stations op raai West zijn erg gevarieerd in samenstelling.

De saliniteit van het interstitiële water in april vertoonde een grote variatie op de verschillende stations van de drie raaien (Tabel 1). Gemiddeld was het zoutgehalte van het interstitiële water van de sedimenten op raai West hoger dan dat op de raaien Zuid en Oost. Dat geldt ook voor de saliniteit van het bovenstaande water in april. Tijdens de bemonstering in mei waren er nauwelijks verschillen in saliniteit van het bovenstaande water. Er waren geen duidelijke gradiënten te zien in het zoutgehalte van het interstitiële water op de stations in april.

### 3.2. Benthos

In april 2001 werd het macrozoöbenthos op de stations van de westelijke raai (W1 t/m W4) gekenmerkt door hoge dichtheden *Cerastoderma edule*, *Nereis diversicolor* en *Arenicola marina* (W4), en de zeer lage dichtheden *Marenzelleria wireni* (Tabel 2). Op de stations van de zuidelijke raai (Z1 t/m Z5) varieerde de dichtheden en biomassa van *Marenzelleria* van geheel 0 op het hoog gelegen station Z1 tot hoog op de laagst gelegen stations Z4 en Z5. *Scoloplos armiger* en *Nephtys hombergii* waren op deze raai afwezig. Het macrozoöbenthos op de oostelijke raai (stations O1 t/m O4) werd gekenmerkt door de hoge bijdrage van *Marenzelleria wireni*, vooral op de laagst gelegen stations, en het vrijwel ontbreken van mollusken.

### 3.3. Adulte *Marenzelleria*

De dichtheden van adulte *Marenzelleria* op de 13 stations vertoonde een significant negatieve correlatie met de hoogteligging (ANOVA,  $F=6.042$ ,  $p<0.05$ ), waarbij de laagst gelegen stations de hoogste dichtheden hadden. Er konden geen significante correlaties worden aangetoond tussen dichtheden adulten en zoutgehaltes, sedimentparameters of biomassa van het overige macrozoöbenthos.

### 3.4. Broedval

Tijdens de eerste bemonstering eind april werden er al hoge dichtheden recent gevestigd *Marenzelleria*-broed aangetroffen (Fig. 3A). De gemiddelde lengte van deze dieren was ongeveer 2 mm. In elk deelgebied werden de hoogste dichtheden jonge *Marenzelleria* op de lage stations gevonden, en lagere dichtheden op de hogere stations. Alleen op het laagste station op de zuidelijke raai (Z5) waren de dichtheden lager dan die op het iets hoger gelegen station Z4. In de raaien West en Zuid werden de hoogste dichtheden juvenielen al in april waargenomen, op raai Oost in mei. Er bestaat een significant positieve correlatie tussen de op de stations aanwezige dichtheden adulte *Marenzelleria* in april, en de tegelijkertijd gevonden dichtheden juvenielen (ANOVA,  $F=68.338$ ,  $p<0.001$ ; Fig. 4). Er werd

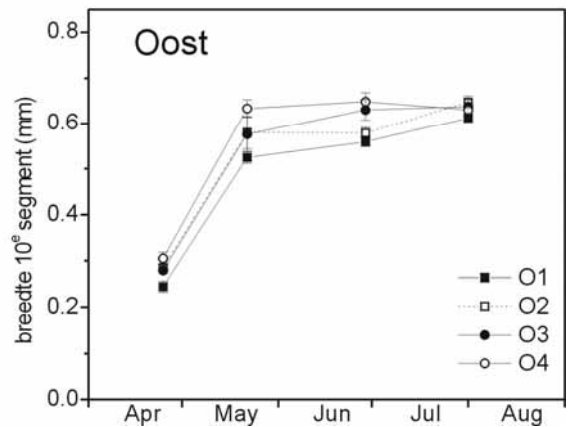
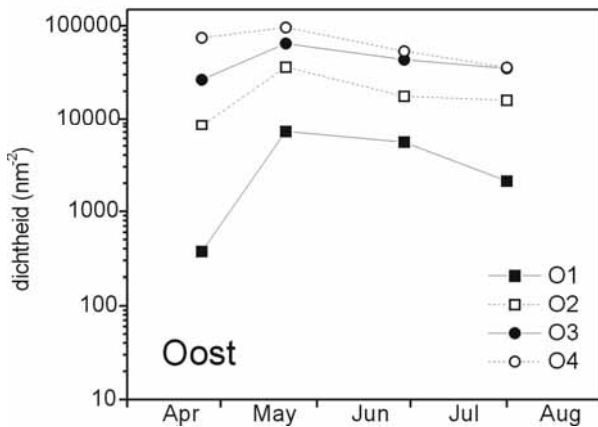
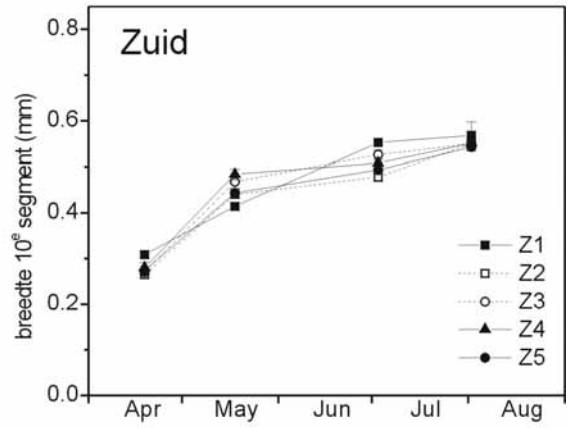
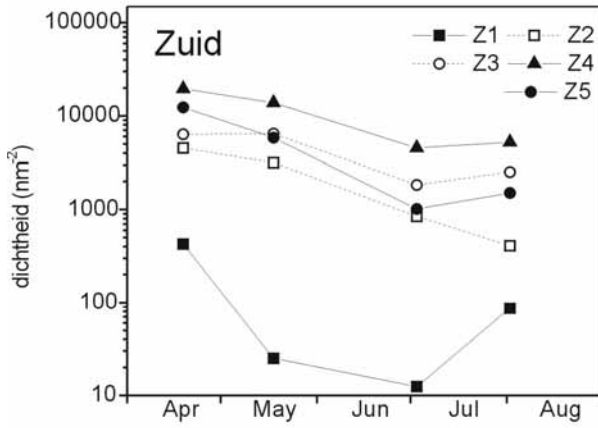
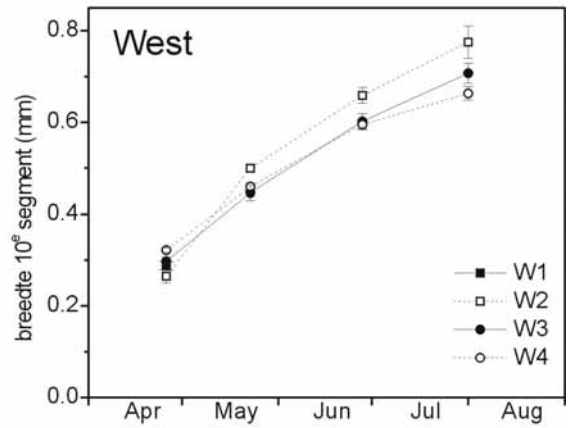
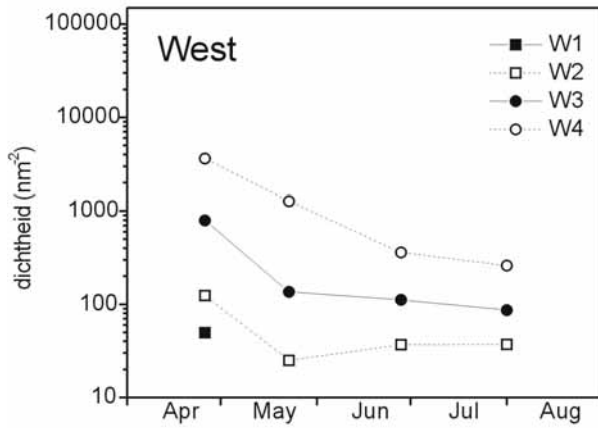
geen significante relatie gevonden tussen dichtheden *Marenzelleria*-broed en de biomassa van de totale benthische fauna op de stations in april (ANOVA,  $F=0.202$ ,  $p=0.662$ ; vgl. Tabel 2).

### 3.5. Aantalsontwikkeling

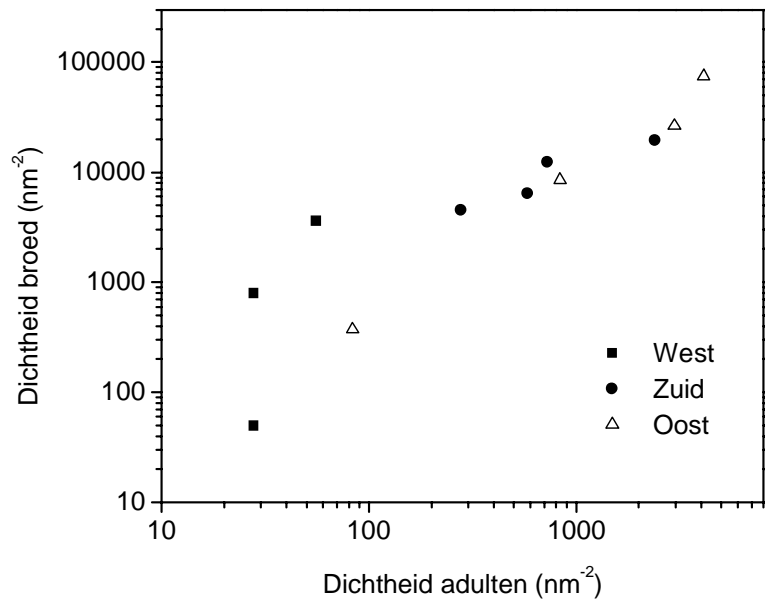
Op de stations op raaien West en Zuid namen de dichtheden juvenielen af na de eerste bemonstering in april. Op de stations op raai Oost werd bij de bemonstering in mei op alle stations een toename geconstateerd t.o.v. de eerste bemonstering in april. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het te laat conserveren van het in april verzamelde materiaal op raai Oost (Fig 3A). Op vier van de vijf stations op raai Zuid is er van juli tot augustus een toename in de dichtheden te zien. Deze toenames zijn echter vrij gering, en komen niet boven de dichtheden gemeten in mei. De instantane sterfte (instantaneous mortality rate  $z$ ) berekend over de gehele monsterperiode (W en Z) of van mei-augustus (raai O) leverde geen relatie op met initiële dichtheden *Marenzelleria*, totale dichtheid adulte *Marenzelleria* of totale biomassa aan macrozoöbenthos (Fig. 5).

### A. Dichtheidsverloop

### B. Groei

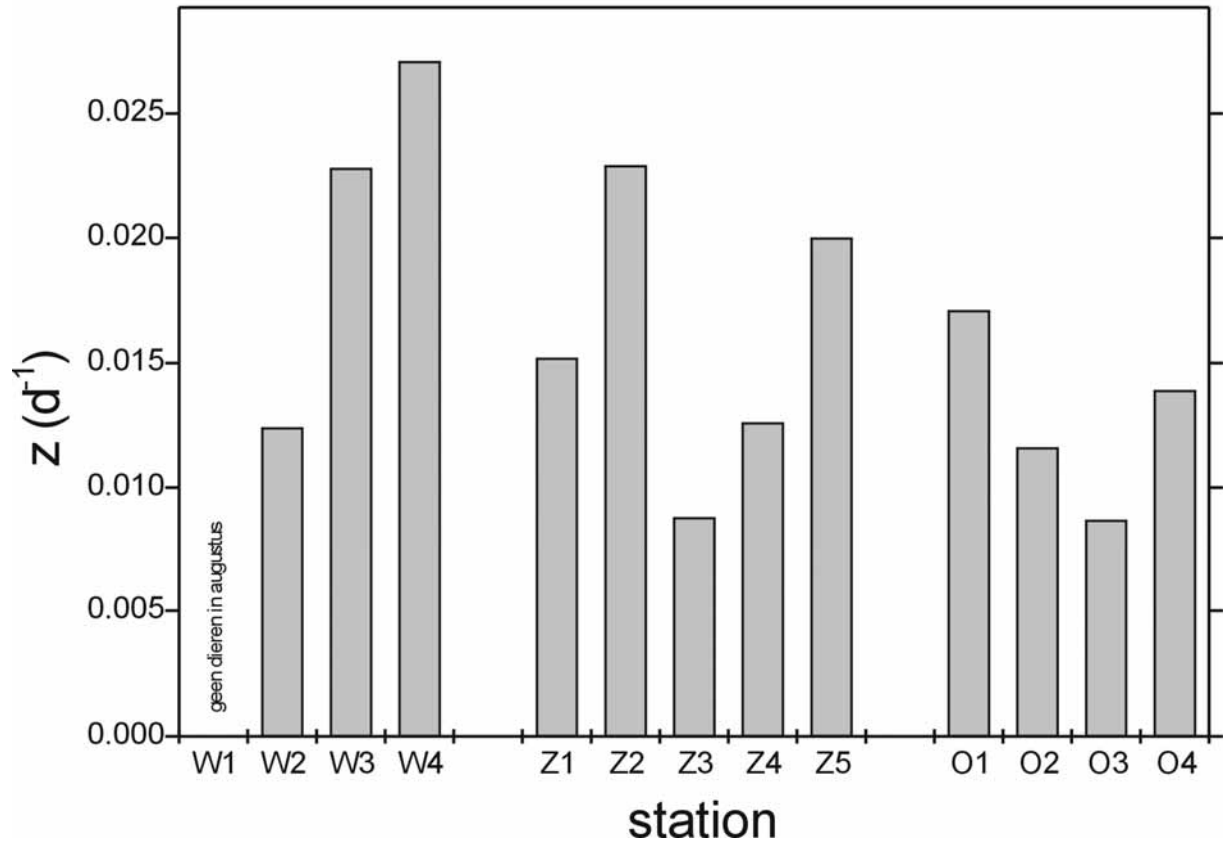


Figuur 3  
Dichtheisverloop en groei van van broed van *Marenzelleria wireni* op de 13 stations op het Balgzand.



Figuur 4  
Relatie tussen dichteden adulten en juvenielen *Marenzelleria wireni* in april 2001 op de 13 stations.





Figuur 5  
 Instantaneous mortality rate  $z$  ( $d^{-1}$ ) van de juveniele *Marenzelleria wireni* op de 13 stations op het Balgzand over de periode april-augustus (raaien West en Zuid) of mei-augustus (raai Oost).

### 3.6. Groei

Bij de eerste bemonstering in april hadden de juvenielen een lichaamsbreedte ter hoogte van het 10e segment van ongeveer 0.3 mm (Fig. 3B). De lichaamslengte was ongeveer 2 mm. De groei gedurende de eerste maand was het sterkst, vooral op de stations op raai O. Behalve op de westelijke raai nam de breedtegroei na mei sterk af. De groei binnen elk van de deelgebieden volgde eenzelfde patroon, de patronen tussen de deelgebieden verschilden duidelijk (Fig 3B). Op de raai Oost was de groei gedurende de eerste maand het grootst, waarna de breedtegroei sterk afnam. Op raai West was de initiële groei minder sterk, waargang de breedtegroei gedurende de gehele onderzoeksperiode door. Gezien de verschillen in dichtheid van zowel adulten als juvenielen per deelgebied, lijkt er weinig of geen sprake te zijn van dichtheidsafhankelijke groei.

## 4. Discussie

De verspreiding en dichtheden van adulte *Marenzelleria wireni* op de drie voor dit onderzoek bemonsterde raaien volgde het patroon, zoals dit in de voorafgaande jaren op het Balgzand al in het benthos-bemonsteringsprogramma was gevonden. Voor de raaien Zuid en Oost was dit al bekend, deze raaien liggen op of bij raaien die onderdeel vormen van het langjarige bemonsteringsprogramma. Raai West daarentegen ligt niet nabij één van deze raaien, maar de gevonden dichtheden van adulte *Marenzelleria* hier passen binnen het eerder geschetste patroon: lage dichtheden *Marenzelleria* in het westelijk deel van het Balgzand. Van een gradiënt van lage dichtheden op hoge stations naar hogere op lage stations kan hier niet gesproken worden gezien de lage dichtheden adulten op alle stations (Tabel 2). Een relatie tussen de verspreiding van *Marenzelleria* adulten en saliniteit is op grond van de verzamelde data niet te trekken. De metingen van saliniteit berusten echter op slechts enkele waarnemingen, waarbij alleen in april grote verschillen tussen de deelgebieden gevonden werden (Tabel 1). Consistente trends in het zoutgehalte van het interstitiële water in april kon ook niet worden waargenomen (Tabel 1). Saliniteit per station is in een estuarien gebied erg variabel, dus een eenmalige meting kan nauwelijks een goed beeld geven van het gemiddelde zoutgehalte ter plaatse. Daarbij is ook niet bekend of *Marenzelleria* reageert op gemiddelde, dan wel minimale zoutgehaltes. Ook over eventuele kritische fases

delde, dan wel minimale zoutgehaltes. Ook over eventuele kritische fases ten aanzien van zoutgehalte binnen de levenscyclus van *Marenzelleria wireni* in de Waddenzee (paaien, broedval, eventuele verschillen in tolerantie tussen juvenielen en adulten) is nauwelijks iets bekend.

Het aantalsverloop op bijna alle stations vertoonde afnemende dichtheden in de loop van de tijd. De oorzaak van de waargenomen toename van dichtheden op raai Oost van april naar mei moet waarschijnlijk worden gezocht in te late conservering van de monsters in april. Er is een lichte stijging te zien in de dichtheden van begin juli naar begin augustus op vier van de vijf station op raai Zuid (Fig. 3A). Of dit een werkelijke toename is of een monsterartefact in juli is niet duidelijk. Er zijn daarentegen geen stations waar een sterke afname in dezelfde periode is waargenomen, die als eventuele bron van dieren zou kunnen hebben gefungeerd. Aanwijzingen voor een uitgebreide migratie van juvenielen van zgn. hoog gelegen broedwadden naar lager gelegen gebieden met lage dichtheden juvenielen, zoals waargenomen in de Dollard (Essink & Kleef, 1993), konden op het Balgzand niet worden gevonden, zij het dat de minder goede conservering van de aprilmonsters op raai Oost in dit opzicht enige onzekerheid openlaat.

Sterfte en overleving bij juveniele *Marenzelleria* vertoonde geen duidelijke trend, zowel niet tussen, als binnen ook binnen de deelgebieden (Fig. 5). Het lijkt er daarom op, dat de dichtheden bij de eerste vestiging in het sediment bepalend zijn voor de uiteindelijke dichtheden van *Marenzelleria wireni* op het Balgzand.

De breedtegroei van juveniele *Marenzelleria* was gedurende de eerste maand groter op raai Oost dan op de raaien Zuid of West. Mogelijk is dit een reflectie van de in eerste instantie gunstige vestigings-en voedselcondities voor juvenielen in het oostelijk deel van het Balgzand. Later nam op raai Oost de breedtegroei sterk af, terwijl op de raaien West en Zuid de groei na mei voortging. Op raai West was de groei na mei sterker dan op raai Zuid, wat uiteindelijk resulteerde in grotere breedtes van de juvenielen in augustus.

De conclusie van dit eerste onderzoek naar broedval van *Marenzelleria wireni* op het Balgzand is dat:

- de dichtheden van adulten een relatie vertonen met de hoogteligging van het wad, maar dat er geen directe relatie werd gevonden met de gemeten saliniteiten. Gezien de toenemende dichtheden van adulten van west naar oost op het Balgzand wordt een invloed van saliniteit op dichtheden wel voor waarschijnlijk gehouden;

- vestiging van juvenielen plaatsvindt op die plaatsen, waar eveneens adulten voorkomen, en wel in hogere dichtheden naarmate de adulten in hogere dichtheden voorkomen. Er is geen sprake van negatieve adult-juвениel interacties gedurende de vestiging en de eerste periode daarna;
- er geen grootschalige migratie van juvenielen door de waterfase plaatsvindt in de zomer op het Balgzand.

## 5 Literatuur

- BICK, A., & M.L. ZETTLER, 1997. On the identity and distribution of two species of *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) in Europe and North America. —Aquat. Ecol. 31: 137-148.
- BOCHERT, R., 1997. *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae): a review of its reproduction. —Aquat. Ecol. 31: 163-175.
- DEKKER, R., 1991. *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae): uitbreiding van het areaal in Nederland. —Het Zeepaard 51: 101-104.
- DEKKER, R. & W. DE BRUIN, 2001. Het macrozoöbenthos op twaalf raaien in de Waddenzee en de Eems-Dollard in 2000. —NIOZ-Rapport 2001-1: 59 p.
- ESSINK, K. & R. DEKKER, in prep. General patterns in invasion ecology tested in the Dutch Wadden Sea: the case of a brackish-marine polychaetous worm. — Biol. Invasions.
- ESSINK, K. & H. KLEEF, 1993. Distribution and life cycle of the North American spionid polychaete *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) in the Ems estuary. — Neth. J. Aquat. Ecol. 27: 237-246.
- MANUELS, R., 1978. Water-, stof- en warmtehuishouding van het Balgzand. — NIOZ Interne Versl. 1978-2: 112 p.

## TABELLEN

Tabel 1. Posities, hoogteligging, sedimentparameters en saliniteit op de stations op de drie raaien

Station	positie		Hoogte (m) t.o.v. NAP	Sediment		Sal april (‰) interstitieel	Sal april (‰) bovenstaand	Sal mei(‰)
	X	Y		Silbgeh (%)	med korrel (µm)			
W1	115436	550266	0.40	7.87	157.3	18.4	24.1	24.5
W2	115601	550263	0.20	10.30	139.9	21.8		
W3	115783	550234	-0.20	19.50	113.0	23.0		
W4	116000	550228	-0.50	6.02	151.5	15.8		
Z1	118267	546167	0.40	19.85	93.2	14.1	17.5	23.5
Z2	118398	546565	0.20	18.05	115.1	9.8		
Z3	118526	546944	0.00	22.90	88.4	12.6		
Z4	118639	547261	-0.20	16.45	126.3	14.8		
Z5	118729	547582	-0.70	5.76	148.9	17.3		
O1	122725	550796	-0.30	3.43	181.0	17.1	14.2	24.1
O2	122682	550706	-0.45	3.56	183.6	15.4		
O3	122639	550598	-0.60	5.40	171.2	15.7		
O4	122597	550523	-0.75	6.69	168.7	14.2		

Tabel 2. Dichtheden en biomassa van het macrozoöbenthos op de stations op de drie raaien in april 2001.

Dichtheid (N/m <sup>2</sup> )	W 1	W 2	W 3	W 4	Z 1	Z 2	Z 3	Z 4	Z 5	O 1	O 2	O 3	O 4
<i>Hydrobia ulvae</i>	458	458	14	0	1167	6556	0	0	0	0	0	0	0
<i>Littorina littorea</i>	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Retusa obtusa</i>	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mysella bidentata</i>	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastoderma edule</i>	347	278	14	0	0	28	56	0	0	28	0	0	0
<i>Macoma balthica</i>	21	83	111	42	167	28	139	83	139	0	0	0	0
<i>Abra tenuis</i>	361	333	0	0	250	194	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mya arenaria</i>	28	14	14	14	0	0	333	28	0	28	0	0	0
<i>Eteone longa</i>	56	56	14	42	111	28	0	56	111	28	0	28	28
<i>Phylodoce mucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	56	0	0
<i>Nereis diversicolor</i>	83	194	472	139	56	56	306	139	28	28	0	0	0
<i>Nereis succinea</i>	0	0	97	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0
<i>Nereis longissima</i>	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys hombergii</i>	7	7	0	7	0	0	0	0	0	28	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	333	83	14	167	0	0	0	0	0	250	222	111	167
<i>Polydora cornuta</i>	0	208	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marenzelleria wireni</i>	14	0	14	28	0	278	583	2389	722	83	833	2972	4111
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	42	14	583	83	0	278	222	56	0	0	0	28
<i>Capitella capitata</i>	0	42	14	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	42	111	750	458	28	28	944	1417	750	28	139	194	139
<i>Arenicola marina</i>	21	28	0	69	0	0	0	0	14	0	0	42	42
<i>Lanice conchilega</i>	14	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corophium volutator</i>	0	0	0	0	139	2667	2806	333	0	0	0	0	0
<i>Corophium arenarium</i>	0	14	0	0	0	0	0	0	111	0	0	28	0

Biomassa (g/m <sup>2</sup> AFDW)	W1	W2	W3	W4	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	O1	O2	O3	O4
<i>Hydrobia ulvae</i>	0.36	0.34	0.01	0.00	1.18	6.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Littorina littorea</i>	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Retusa obtusa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Mysella bidentata</i>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cerastoderma edule</i>	31.94	27.77	5.67	0.00	0.00	1.39	0.68	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00
<i>Macoma balthica</i>	0.63	2.85	2.09	0.53	1.91	0.10	0.88	2.09	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Abra tenuis</i>	0.36	0.49	0.00	0.00	0.30	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Scrobicularia plana</i>	0.00	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Mya arenaria</i>	0.02	0.86	8.22	0.00	0.00	0.00	41.84	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
<i>Eteone longa</i>	0.06	0.06	0.01	0.04	0.13	0.03	0.00	0.09	0.18	0.11	0.00	0.11	0.11
<i>Phylodoce mucosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.44	0.00	0.00
<i>Nereis diversicolor</i>	3.96	8.63	20.63	4.19	1.94	1.94	9.47	4.46	1.09	3.20	0.00	0.00	0.00
<i>Nereis succinea</i>	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nereis longissima</i>	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nephtys hombergii</i>	0.46	0.02	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
<i>Scoloplos armiger</i>	0.71	0.07	0.04	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	1.04	0.52	0.78
<i>Polydora cornuta</i>	0.00	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Marenzelleria wireni</i>	0.14	0.00	0.14	0.28	0.00	3.51	5.41	34.66	10.23	1.25	8.84	28.75	36.67
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0.00	0.02	0.01	0.29	0.04	0.00	0.13	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
<i>Capitella capitata</i>	0.00	0.05	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Heteromastus filiformis</i>	0.20	0.53	3.60	2.20	0.11	0.11	3.35	4.39	2.33	0.11	0.53	0.74	0.53
<i>Arenicola marina</i>	4.72	8.33	0.00	20.83	0.00	0.00	0.00	0.00	3.87	0.00	0.00	13.33	5.69
<i>Lanice conchilega</i>	0.31	0.00	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corophium volutator</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	3.20	3.37	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Corophium arenarium</i>	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00
Totaal	43.88	50.16	47.52	29.16	5.79	16.94	65.13	47.15	19.17	8.64	10.85	43.49	43.81