BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

ZE 78-03

INVENTARISATIE EN BIOMASSABEPALING VAN DE MACROBENTHOS IN DE WESTELIJKE WADDENZEE.

J. Coosen, R. Mooij.

ZE 78-03

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK
IJMUIDEN

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling: BIOLOGISCH ONDERZOEK ZEEVISSERIJ

Rapport: ZE 78-03

INVENTARISATIE EN BIOMASSABEPALING VAN DE MACROBENTHOS IN DE WESTELIJKE WADDENZEE.

Auteur: J. Coosen, R. Mooij.

Project: 1-7090

Projectleider: J.F. de Veen

Datum van verschijnen: mei 1978

Inhoud:

Voorwoord

I. Inleiding

II. Materiaal en methode

III. Resultaten

IV. Discussie

V. Samenvatting

VI. Literatuur

DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.

2292672

INHOUD

		Blz.
I.	Inleiding	1
II.	Materiaal en methode (+ overzichtskaartje)	2
III.	Resultaten	3
	3.1. Vergelijking diepe en ondiepe monsters voor de aantallen per soort	3
	3.2. Ruimtelijke verdeling totale biomassa (voorzomer)	3
	3.2.1. Ruimtelijke indeling onderzoeksgebied m.b.t. totale biomassa	3
	3.2.2. Frequentie-verdeling totale biomassa per station	4
	3.3. Opbouw biomassa naar soort	5
	3.3.1. Voorzomer	5
	3.3.2. Nazomer	8
	3.4. Vergelijking biomassa voorzomer-nazomer	8
	3.5. Jaargemiddelden van de biomassa	12
	3.6. Bodem	12
	3.6.1. Bodemkaart	12
	3.6.2. Correlatie bodem met voorkomen der soorten	12
IV.	Discussie	15
V.	Samenvatting	16
VI.	Literatuur	17

Bijlagen:

I. Verspreidingskaartjes voor de totale biomassa

II. Bodemkaart

INVENTARISATIE EN BIOMASSA-BEPALING VAN DE MACROBENTHOS IN DE WESTELIJKE WADDENZEE.

VOORWOORD.

Dit onderzoek is verricht als bijvak Toegepaste Hydrobiologie aan de Universiteit van Amsterdam (Prof. Dr. P. Korringa). Het werd uitgevoerd tijdens de voor- en nazomer van 1977, in het kader van het "Waddenzeeproject" van het R.I.V.O.-IJmuiden, waarvan het zg. platenprogramma een onderdeel is.
Voor vele nuttige adviezen en hulp bij de praktische uitvoering danken wij B. Vingerhoed. Zonder hulp van de medewerkers van de R.I.V.O.-zeeafdeling en de technische dienst was dit onderzoek niet mogelijk geweest. Ook de bemanning van de m.s. Stern danken wij voor hun medewerking.
T.N.O.-IJmuiden zijn wij zeer erkentelijk voor hun gastvrijheid.

I. Inleiding

De laatste jaren is het grote belang van de Waddenzee als biotoop voor vele organismen steeds meer onderkend. Een schematische voorstelling van de opbouw van de voedselketens in de Waddenzee wordt gegeven in figuur 1.

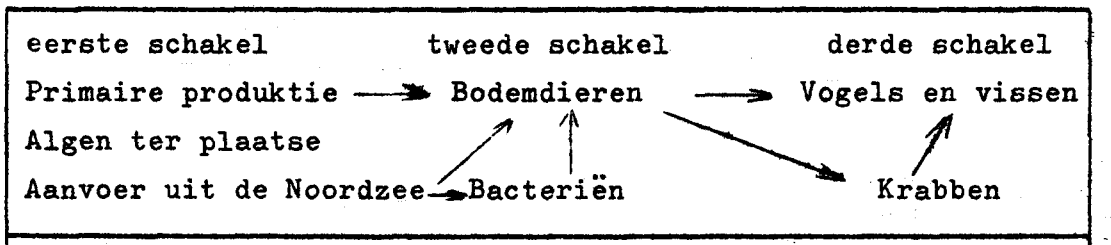


fig. 1 diagram van de voedselketens in de Waddenzee uit Beukema: 1977.b

Uitgangspunt voor het onderzoek van het RIVO zijn de vissen uit de derde schakel van dit systeem.
Uit publikaties van o.a. Zijlstra (1972, 1975), Kuipers (1973, 1975) en Beukema (1977a) is gebleken hoe belangrijk de Waddenzee is als kinderkamer voor miljarden jonge vissen (o.a. schol en tong). Als voedsel voor deze jonge vissen dienen voornamelijk de benthische organismen, de tweede schakel uit het schema.
Om dit te onderzoeken is door het RIVO het platenprogramma in 1975 gestart als onderdeel van het Waddenzee-project. Dit programma is opgezet om inzicht te krijgen in het verband tussen de getijdetrek van de jonge platvis en het voorkomen van geschikt voedsel. Van deze jonge platvis, die bij hoogwater op de platen gaat foerageren, werden langs een aantal vaste raaien over de platen monsters genomen. Langs dezelfde raaien werd bij laagwater de macro-benthos geïnventariseerd.
Van dit laatste onderdeel geeft dit rapport de resultaten (voor 1977). Soortgelijk onderzoek, naar de samenstelling, de

biomassa en de verdeling in ruimte en tijd van de benthische organismen is de laatste tijd uitgevoerd door het NIOZ-Texel (vooral voor het Balgzand) (Beukema, 1974, 1976).

II. Materiaal en methode

In de voorzomer (23/5-17/6) van 1977 zijn er in de westelijke Waddenzee op 98 stations langs 15 raaien op de droogvallende platen monsters genomen van de macrobenthos. Zie overzichtskaart voor de locaties. (blz. 3A).
In de nazomer (15/9-29/9) zijn van deze stations er 37 opnieuw bemonsterd om de verwachte toename (Beukema 1976) in biomassa van de macrobenthos te meten.
De monsters werden om de 200 meter langs een raai gestoken. De afstand werd met afpassen bepaald.
Op elk station werden diepe (± 40 cm) en ondiepe (± 12 cm) monsters genomen.
Aanvankelijk werden de diepe monsters gestoken met een steekbuis van 0.02 m^2. Bij raai I en II werden op elk station 4 monsters gestoken, bij raai III steeds 2. Bij de overige raaien werd een diep steekblik van 0.09 m^2 in de grond gestoken en leeggegraven tot de gewenste diepte.
De ondiepe monsters werden langs alle raaien genomen met een ondiep steekblik van 0.09 m^2, op elk station éénmaal.

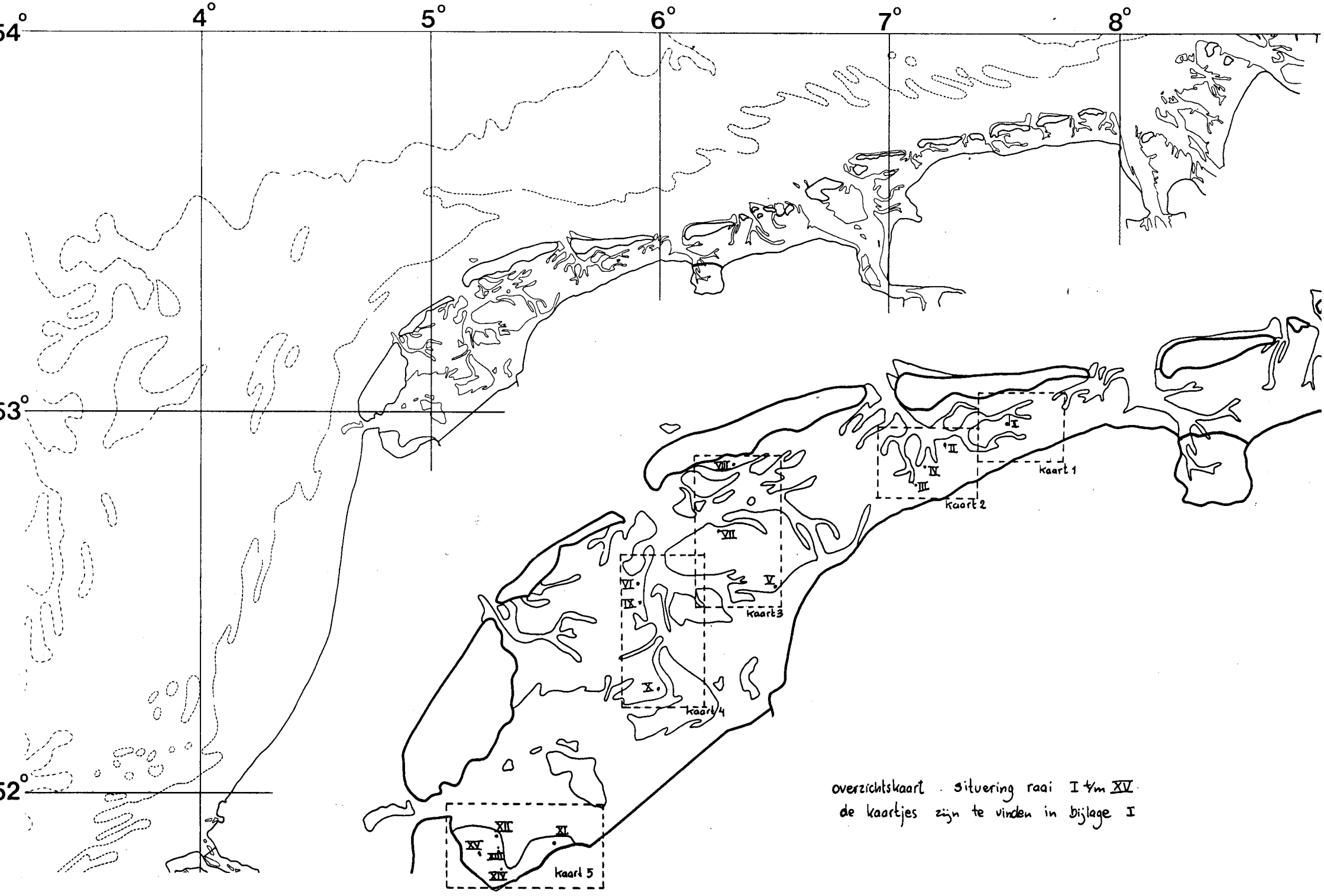
Het bodemmateriaal werd ter plekke uitgezeefd, op een zeef met maaswijdte 0,8 mm en in 3% formol geconserveerd. Op het laboratorium werd na schoonspoelen, uitzoeken, determinatie en tellen van de organismen van elke soort (of soorten groepen) van elk station het asvrij drooggewicht bepaald.
Hierbij werden de monsters minimaal 3 dagen gedroogd in een droogstoof (60°C). gewogen en vervolgens gedurende 2 uur verast in een verassingsoven (600°C). De as werd gewogen en van het oorspronkelijk drooggewicht afgetrokken. Het zo verkregen asvrij drooggewicht is als maat voor de biomassa gebruikt. (Hierna aangeduid als A.D.G.)

Bij de determinatie werden 12 groepen onderscheiden, nl:

1. Cerastoderma edule
2. Macoma balthica
3. Mya arenaria
4. Arenicola marina
5. Nephtys hombergii
6. Nereis diversicolor
7. Scoloplos armiger
8. Heteromastus filiformis & Eteone longa
9. Kleine crustaceae (zonder Crangon) : Corophium volutator, Bathyporeia pilosa, Hyperia galba, Gammaridae spec.
10. Crangon crangon
11. Mytilus edulis
12. Diversen: Hydrobia ulvae, Harmothoë spec, Pectinaria koreni, Carcinus maenas, Anaitides spec.

Bij de monsters uit de nazomer werden er soms groepen tezamen genomen om het aandeel van de weegfout te beperken.

Op elk station is er een sediment monster gestoken. Hiervan werd op het laboratorium de korrelgrootte en het kleigehalte



overzichtskaart situering raai I t/m XV
de kaartjes zijn te vinden in bijlage I

bepaald. Dit geschiedde door te schatten en onderling te vergelijken. Een aantal monsters werd gecontroleerd met behulp van een zandlineaal.

III. Resultaten

De bespreking van de resultaten gaat aan de hand van een aantal tabellen en bijlagen waarin deze zijn weergegeven.

3.1. Vergelijking diepe en ondiepe monsters naar aantallen per soort.

Uit de vergelijking van de aantallen individuen die per soort gevonden zijn in de diepe en ondiepe monsters blijkt - met behulp van een teken-toets - dat alleen bij Arenicola marina er een significant verschil in voorkomen is: de wadpier wordt bijna uitsluitend in het diepe monster aangetroffen. Tegen de verwachting in blijkt dit bij Mya arenaria niet het geval te zijn. (Beukema, 1976)
Voor de biomassa per soort per station is het gemiddelde genomen van het diepe en ondiepe monster, bij Arenicola marina de waarde van het diepe monster.

3.2. Ruimtelijke verdeling totale biomassa (voorzomer).

3.2.1. Ruimtelijke indeling onderzochte gebied met betrekking tot de totale biomassa.

De verdeling van de totale biomassa per raai wordt weergegeven in tabel I.

Raai	aantal stations	totale biomassa g. A.D.G.	gem. biomassa g. A.D.G./m^2
I	6	37,37	6,23
II	6	109,37	18,23
III	6	39,44	6,57
IV	6	110,39	18,40
V	5	137,35	27,47
VI	6	11,70	1,95
VII	6	30,44	5,07
VIII	7	88,88	12,70
IX	10	66,02	6,60
X	6	40,88	6,81
XI	5	63,31	12,66
XII	7	431,60	61,66
XIII	9	495,40	55,04
XIV	7	178,70	25,53
XV	6	323,11	53,85

Tabel I Biomassa-waarden.
Totalen per raai en gemiddelden per station voor 15 raaien in de Westelijke Waddenzee. (1977)
(In grammen Asvrij Droog Gewicht)

Uit tabel I blijkt, dat de totale biomassa en het gemiddelde per station voor de raaien XII t/m XV (Balgzand) beduidend hoger liggen dan voor de raaien uit de rest van de Westelijke Waddenzee. Op grond hiervan is in een aantal tabellen een onderscheid aangebracht in de resultaten voor Balgzand (raai XII t/m XV) en de rest (niet-Balgzand; raai I t/m XI). Hierna ook wel genoemd "de twee onderscheiden gebieden".
De totale biomassa per station is grafisch weergegeven in een 5-tal kaartjes, opgenomen in bijlage I.

3.2.2. Frequentie-verdeling totale biomassa per station.

De frequentie-verdeling van de 98 biomassa-waarden wordt weergegeven in figuur 2A. Het rekenkundig gemiddelde is 22,08 $g.m^{-2}$, de mediaan is slechts 10,22 $g.m^{-2}$. Op grond van de scheve frequentie-verdeling is een log-transformatie uitgevoerd, die een normale verdeling oplevert. (Figuur 2B)

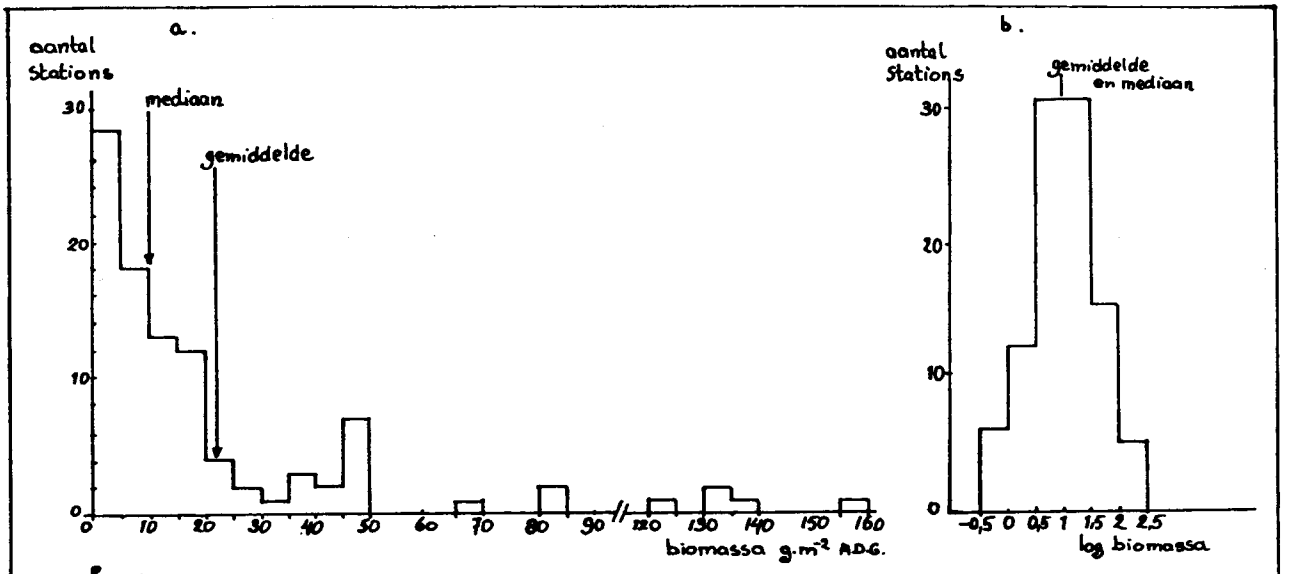


fig. 2 frequentie-distributie diagrammen van 98 biomassa-waarden in $g.m^{-2}$ A.D.G.
a. uitgezet in gelijke gewichtsklassen ; b. uitgezet in log.-klassen

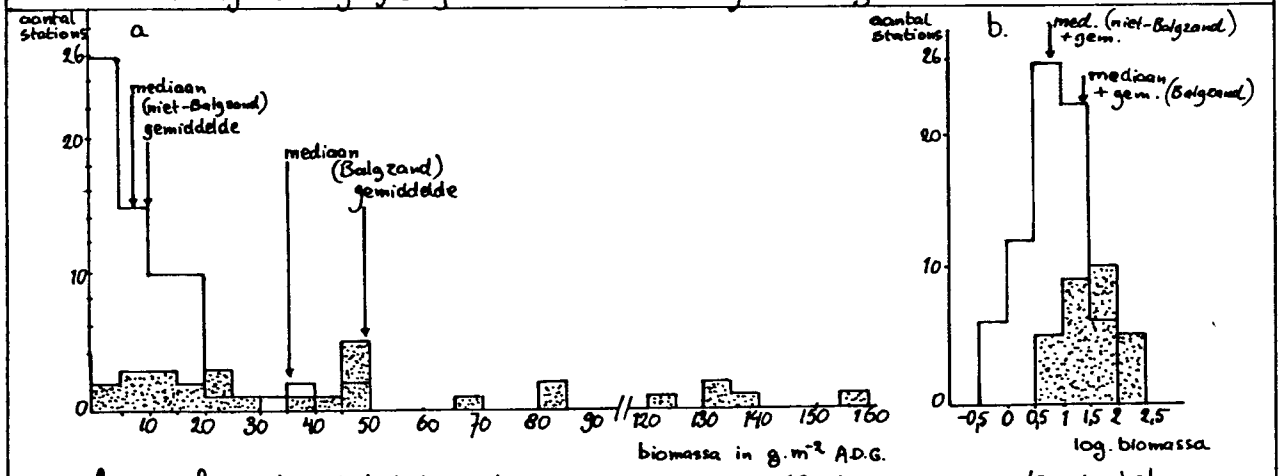


fig. 3 frequentie distributie diagrammen voor 69 biomassa waarden in het niet-Balgzand gebied (□) en voor 29 stations in Balgzand gebied (▦)
a. uitgezet in gelijke gewichtsklassen ; b. uitgezet in log-klassen.

Het geometrische gemiddelde is 9,93 $g.m^{-2}$ met 95% betrouwbaarheidsinterval van 8,63-11,23. De standaardfout van het rekenkundig gemiddelde is 3,20. Ondanks de scheve verdeling is het betrouwbaarheidsinterval van het rekenkundig gemiddelde toch te handhaven gezien het grote aantal monsters (98). Het betrouwbaarheidsinterval is 15,77-28,39. Figuur 3A en 3B geven de gewone en de log-getransformeerde diagrammen voor de twee onderscheiden gebieden (Balgzand en niet-Balgzand).

Gebieden	raaien	n	rek. gem.	95% betr.interv.	stand.fout v.h. rek.gem.	geom. gem.	95% betr. interval
Niet-Balgzand	I t/m XI	69	10,65	(8,09-13,21)	1,31	6,23	(4,92- 7,54)
Balgzand	XII t/m XV	29	49,27	(32,41-66,13)	8,45	27,84	(26,32-29,36)

3.3. Opbouw biomassa naar soort.

3.3.1. Voorzomer (23 mei - 17 juni).

Tabel II geeft een overzicht van de opbouw van de biomassa naar soort, gevonden in 98 stations. Hieruit blijkt, dat Cerastoderma edule een dominerende plaats inneemt: meer dan de helft van de biomassa wordt door kokkels ingenomen.

De macro-benthos bestaat uit een gering aantal soorten, waarvan enkele een zeer groot aandeel in de biomassa leveren: slechts 8 soorten leveren 97,55% van de totale biomassa.
Een grafische weergave van de verdeling naar soort van de totale biomassa wordt gegeven door figuur 4.

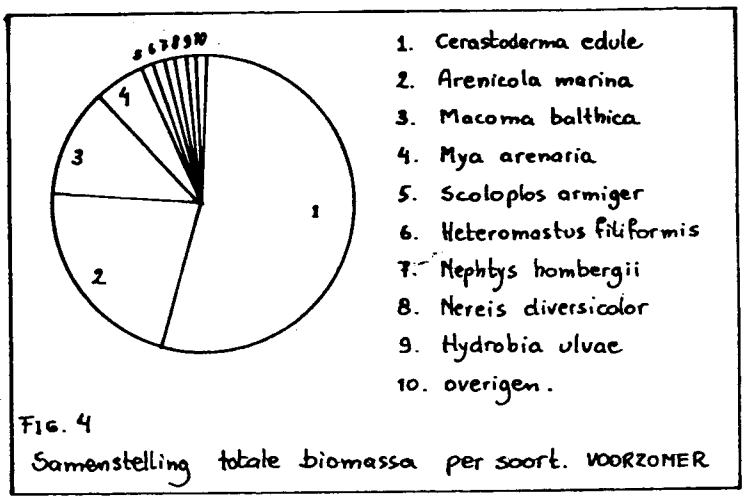


FIG. 4
Samenstelling totale biomassa per soort. VOORZOMER

Tabel III laat zien hoe in de twee onderscheiden gebieden het aandeel van de verschillende soorten aan de biomassa is.

TABEL II.

	biomassa totaal in 98 stations in grammen	% v.h. geheel	gemiddelde biomassa g. m^2	95% betrouwbaarheids-grenzen	gemiddelde aantal/ m^2	voorkomen in %
Cerastoderma edule (L.)	1159,60	53,6	11,83	(5,92-17,74)	69,0	50,5
Arenicola marina (L.)	472,48	21,8	4,82	(3,71- 5,93)	20,9	63,6
Macoma balthica (L.)	262,93	12,1	2,68	(1,74- 3,63)	73,2	82,5
Mya arenaria L.	110,16	5,1	1,12	(0,39- 1,86)	5,1	23,1
Scoloplos armiger (O.F.M.)	29,32	1,4	0,30	(0,24- 0,37)	131,1	82,5
Heteromastus filiformis (Clap.)	28,80	1,3	0,29	(0,15- 0,44)	415,4	38,2
Nephtys hombergii Sav.	26,47	1,2	0,27	(0,20- 0,34)	20,2	77,7
Nereis diversicolor (O.F.M.)	23,16	1,1	0,24	(0,13- 0,34)	17,6	37,2
Hydrobia ulvae (fenn.)	22,28	1,0	0,23	(0,06- 0,39)	306,5	19,4
Crangon crangon (L.)	7,36	0,3	0,08	(0,05- 0,10)	12,7	65,6
Overige Crustaceae	7,58	0,3	0,08	(0,04- 0,11)	92,9	58,5
Lanice conchilega (Pall.)	4,86	0,2	0,05	(0,01- 0,09)	4,8	10,1
Alle overige soorten		0,4	0,08			
o.a. Anaitides spec. div.	2,26				10,4	34,3
Haimothoë spec. div.	0,63				0,4	5
Carcinus maenas (L.)	1,37				0,2	3
Mytilus edulis (L.)	2,35				0,1	4
totaal	2162,22		22,08	(15,77-28,39)		

Soortssamenstelling macrobenthos van 98 stations in de Westelijke Waddenzee, bemonsterd in de voorzomer van 1977.
De soorten zijn gerangschikt naar hun aandeel in de biomassa. Deze is uitgedrukt in grammen asvrij drooggewicht per m^2 (totaal per soort en gemiddelde met 95% betrouwbaarheidsgrenzen). Verder is gegeven de nummerieke dichtheid (gemiddeld aantal per m^2) en het voorkomen in de stations uitgedrukt in % van de 98 stations.

TABEL III.

Soort	raai I t/m XI totaal	raai I t/m XI gem. biomassa/m^2	raai XII t/m XV totaal	raai XII t/m XV gem. biomassa/m^2
Cerastoderma edule	49.56	.72 (.38-1.06)	1110.11	38.28 (21.77-54.79)
Macoma balthica	145.00	2.08 (1.05-3.12)	116.00	4.00 (2.12- 5.88)
Mya arenaria	36.05	.52 (.00-1.05)	74.12	2.56 (2.56- 4.62)
Arenicola marina	397.02	5.75 (4.34-7.17)	75.47	2.60 (1.28- 3.93)
Nephtys hombergii	16.95	.24 (.16- .33)	9.46	.35 (.10- .46)
Nereis diversicolor	15.98	.23 (.10- .36)	7.19	.52 (.06- .44)
Scoloplos armiger	26.39	.43 (.35- .52)	3.47	.12 (.07- .17)
Lanice conchilega	3.66	.05 (.00- .10)	1.19	.04 (.00- .09)
Heteromastus filif.	17.06	.25 (.08- .41)	11.84	.41 (.11- .71)
Crangon crangon	5.64	.08 (.05- .11)	1.73	.06 (.03- .09)
Overige Crustaceae	5.01	.07 (.04- .10)	2.57	.09 (.00- .19)
Hydrobia ulvae	9.05	.13 (.00- .31)	13.22	.46 (.08- .83)
Diversen	5.88	.09 (.03- .16)	2.41	.11 (.02- .19)
Totaal	729.58	10.65 (8.09-13.21)	1428.78	49.27 (32.41-66.13)
aantal stations	n = 69		n = 29	

Samenstelling biomassa per soort voor het Balgzand (raai XII t/m XV) en de rest van de Westelijke Waddenzee (raai I t/m XI).

Totalen in g. A.D.G. Gemiddelde biomassa in $g.m^{-2}$ A.D.G. met 95% betrouwbaarheidsintervallen.

Hieruit blijkt, dat vooral Cerastoderma edule een veel hoger gemiddelde in het Balgzand bereikt. Ook de gemiddelden voor Macoma en Mya liggen hoger in het Balgzand. Arenicola en Scoloplos hebben significant lagere gemiddelden voor het Balgzand.

3.3.2. Nazomer (15 - 29 september).

In de nazomer werden van alle raaien (behalve raai XV) 2 à 3 stations opnieuw bemonsterd. Raai I werd in zijn geheel opnieuw bemonsterd.
Tabel IV geeft een overzicht van de opbouw van de biomassa naar soort, gevonden in de 37 opnieuw bemonsterde stations.

Cerastoderma edule neemt nog steeds het grootste deel van de biomassa voor zijn rekening (64,3%). Het aandeel van de overige soorten is relatief gering (minder dan 10% per soort). Mytilus edulis werd nu vooral langs raai I (Holwerd) in grote aantallen aangetroffen (jonge exemplaren).
Een grafische weergave van de verdeling naar soort van de totale biomassa wordt gegeven in figuur 5.

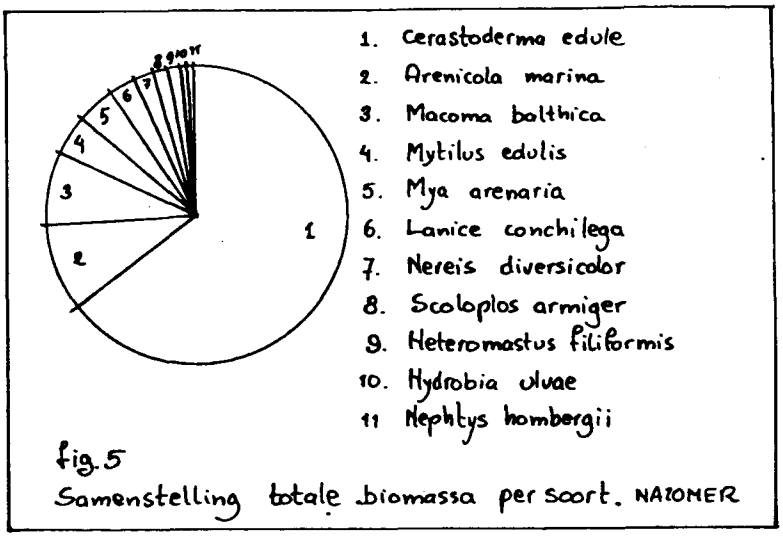


fig.5
Samenstelling totale biomassa per soort. NAZOMER

3.4. Vergelijking biomassa voorzomer-nazomer.

Teneinde een inzicht te verkrijgen in de verandering van de biomassa gedurende het seizoen, werden de biomassawaarden van de 37 stations die zowel in de voor- als de nazomer waren bemonsterd, met elkaar vergeleken. Allereerst is bekeken of er een significant verschil is in biomassa-verandering voor de twee onderscheiden gebieden (tabel V).

TABEL IV.

Soort-groep	biomassa totaal in grammen A.D.G.	% v.h. geheel	gemiddelde biomassa g. m^{-2}	95% betrouw-baarheids-interval	gemiddeld aantal n m^{-2}	voorkomen in %
Cerastoderma edule	1273,40	64,3	34,42	(13,56-55,27)	333,3	61,9
Arenicola marina	180,06	9,1	4,78	(2,41- 7,32)	24,1	71,4
Macoma balthica	161,02	8,1	4,35	(1,82- 6,88)	105,2	80,9
Mya arenaria	82,72	4,2	2,24	(0,36- 4,11)	7,9	28,5
Scoloplos armiger	28,02	1,4	0,76	(0,15- 1,36)	116,9	76,2
Heter omastus filiformis	34,88	1,8	0,94	(0,19- 1,69)	593,6	35,7
Nephtys hombergii	20,09	1,0	0,54	(0,36- 0,73)	32,5	78,6
Nereis diversicolor	23,72	1,2	0,64	(0,26- 1,02)	29,9	45,2
Hydrobia ulvae	16,83	0,8	0,45	(0,04- 0,86)	581,6	14,3
Mytilus edulis	92,51	4,7	2,50	(0,00- 6,03)	203,5	9,5
Lanice conchilega	63,09	3,2	1,71	(0,11- 3,30)	131,7	52,4
Crangon crangon	1,96	0,1	0,05	(0,00- 1,07)	5,0	38,1
Overige Crustaceae	1,21	0,1	0,03	(0,00- 0,07)	338,0	33,3
Diversen: o.a. Anaitides spec.)					(17,8	38,1
Harmothoë spec.)	2,28	0,1	0,06	(0,01- 0,11)	(5,9	11,9
Carcinus maenas)					(0,7	7,1
Totaal:	1981,78	100,1	53,56			

Soortsamenstelling macrobenthos van 37 stations (gelegen langs raai I t/m XIV) in de Westelijke Waddenzee, bemonsterd in de nazomer van 1977. Biomassa-waarden uitgedrukt in grammen asvrij drooggewicht (totaal per soort en gemiddeld per m^2).
Verder is gegeven de nummerieke dichtheid (gem. aantal per m^2) en het voorkomen in de stations, uitgedrukt in % van de 37 stations.

gebied		Biomassa voorzomer	Biomassa nazomer
raai I t/m XI (n = 30)	totaal	356,08	1379,03
	gemiddelde	11,87	45,97
	95% betrouwbaarheidsinterval	7,69-16,04	21,72-70,22
raai XII t/m XIV (n = 7)	totaal	320,08	602,43
	gemiddelde	45,73	86,06
	95% betr. interval	6,99-84,46	9,58-162,54
raai I t/m XIV (n = 37)	totaal	676,15	1981.78
	gemiddelde	18,27	53,55
	95% betr. interval	9,47-27,08	29,17-77,94

Tabel V.

Gemiddelde biomassa (in grammen A.D.G. m^{-2}) van voor- en nazomer voor Balgzand, niet-Balgzandgebied en totale gebied.

Uit tabel V blijkt, dat de betrouwbaarheidsintervallen der gemiddelden van voor- en nazomer voor het Balgzand (raai XII t/m XIV) dermate groot zijn, dat een vergelijking van de biomassa-waarden voor dit gebied niet mogelijk is.
Significant is de toename van de biomassa voor het gehele gebied (193%). Op grond hiervan is de toename van de biomassa voor het gehele gebied per soort bekeken. (Tabel VI)

Voor de 10 onderzochte soorten blijkt de toename van de biomassa een verschillende oorzaak te hebben:
- Mytilus edulis en Lanice conchilega komen in de nazomer voor het eerst frequent voor;
- Nephtys hombergii neemt sterk in aantal toe;
- Cerastoderma edule vertoont vooral in het Balgzand (raaien XII t/m XIV) een groei per individue. De grote vermeerdering in aantal is te verklaren uit de settlement van de nieuwe kokkelpopulatie (vooral raaien I, II en IV);
- Macoma balthica, Heteromastus filiformis en Nereis diversicolor vertonen naast een toename in aantal ook een zekere groei per individue;
- bij Scoloplos armiger is de toename van de biomassa uitsluitend het gevolg van de groei per individue;
- Mya arenaria neemt enigszins toe in aantal, maar vertoont een sterke groei per individue.

TABEL VI.

A.	voorzomer	nazomer	%	B. jaargemiddelde	95% betr. interv.
Cerastoderma edule	275,68	1273,40	+ 361,9	20,93	9,39-32,47
Arenicola marina	179,79	180,06	+ 0,2	4,87	3,30- 6,44
Macoma balthica	119,47	161,02	+ 34,8	3,79	2,25- 5,33
Mya arenaria	38,10	82,72	+ 117,1	1,63	0,60- 2,67
Mytilus edulis	1,28	92,51	+ 7127,3	1,27	0,00- 3,05
Scoloplos armiger	9,84	28,02	+ 184,8	0,51	0,20- 0,82
Heteromastus filiformis	14,68	34,88	+ 137,6	0,67	0,27- 1,07
Nephtys hombergii	11,91	20,09	+ 68,7	0,43	0,31- 0,55
Nereis diversicolor	15,28	23,72	+ 55,2	0,53	0,24- 0,81
Lanice conchilega	1,48	63,09	+ 4162,8	0,87	0,05- 1,69
Overigen	16,41	22,26	+ 35,6	0,52	0,26- 0,78
			som:	36,02	

Tabel VIA.
Vergelijking totale biomassa-waarden voorzomer-nazomer per soort.
De totalen zijn berekend van 37 stations, verspreid in de Westelijke Waddenzee. (locaties zie bijlage I).
De biomassa-waarden zijn uitgedrukt in grammen asvrij droogge-wicht. De biomassa-verandering is uitgedrukt in % van de waarde van de voorzomer.

VIB.
Het biomassa-jaar gemiddelde per soort, in grammen ADG/m^2.
(37 stations)

Uit onderzoek over meerdere jaren (Beukema, 1974) is gebleken dat in het algemeen de toename gedurende het seizoen vrijwel geheel toegeschreven kan worden aan de snelle groei van de organismen die er al waren aan het begin van het groeiseizoen.

3.5. Jaargemiddelden van de biomassa.

Op grond van de gevonden biomassa-waarden van 37 stations, bepaald in voor- en nazomer, is er per soort een jaargemiddelde berekend. Voor alle soorten tezamen bedraagt het jaargemiddelde 36,02 g.m^{-2}. Zie tabel VIB.

3.6. Bodem.

3.6.1. Bodemkaart.

Op elk station is in de voorzomer een sedimentsmonster gestoken, waarvan de korrelgrootte en het kleigehalte bepaald zijn. Van de resultaten is een bodemkaart samengesteld. Zie bijlage II.

In verreweg de meeste stations (39) bestaat de grond uit klei-arm matig fijn zand. Zo zijn de raaien II, VI, VII, VIII, X en XII vrijwel geheel uit deze grondsoort opgebouwd.
In 22 stations bestaat de grond uit klei-arm middelfijn zand. Vooral de eerste, het dichtst bij de geul gelegen stations van de raaien I, III, IV, V en XV, alsmede de gehele raai IX zijn van dit type.
Kleihoudend middelfijn zand vinden we in de iets verder van de geul gelegen stations van de raaien I, III, IV, V en XIII en in de eerste 3 stations van raai XI (totaal 12 stations).
De hoger op de plaat gelegen stations van de raaien XI, XIII, XIV en XV hebben als grondsoort overwegend kleihoudend zeer fijn zand (totaal 15 stations).
Lichte zavel, zware zavel en klei worden tenslotte op een klein aantal plaatsen (raaien I, II, III, XIII, XIV en XV) aangetroffen (totaal 11 stations).

3.6.2. Correlaties bodemsamenstelling - voorkomen der soorten.

Op basis van de biomassa bepalingen van de voorzomer (98 stations), is getracht een correlatie op te stellen voor de 8 meest-voorkomende soorten met de verschillende sedimentstypen.
Aan de hand van tabel VII zullen deze soorten behandeld worden.

Cerastoderma edule.
Er is geen eenduidig verband tussen de grondsoort en de biomassa van de kokkels. In de Balgzandraaien waar de kokkelpopulatie zeer groot is (gem. biomassa 38,28 g/m^2) bevatten zowel de

TABEL VII.

		Cerastoderma			Arenicola	Macoma	Mya ar.	Scolopl.	Heterom.	Nephtys	Nereis
Gem./m^2		11.83			4.82	2.68	1.12	0.30	0.29	0.27	0.24
Grondsoort	n	alle stations	niet-Balg.	wel Balg.							
Klei-arm matig fijnzand	39	11,39	1,19	50,79	4,155	0,565	0,676	0,436	0,014	0,169	0,109
Klei-arm middelfijn zand	22	0,18	0,03	3,27	5,618	1,695	0,434	0,343	0,044	0,311	0,059
Kleihoudend middelfijn zand	12	1,76	0,53	16,94	7,923	6,411	0,880	0,166	0,548	0,339	0,655
Kleihoudend zeer fijn zand	15	49,37	-	49,37	3,166	5,576	3,58	0,102	0,883	0,289	0,464
Lichte zavel	8	4,85	2,21	8,16	5,115	4,544	1,25	0,107	0,618	0,545	0,363
Zware zavel	2	7,93	-	7,93	1,813	2,836		0,194			
	98										

Gemiddelde biomassa-waarde (uitgedrukt in grammen m^{-2} A.D.G.) van de 8 meest-voorkomende soorten, uitgezet tegen de grondsoort.
Bemonstering voorzomer 1977. n = aantal stations.

klei-arme matig fijne zanden als de kleihoudende zeer fijne zanden gemiddeld meer kokkel-biomassa per m^2 (resp. 50,79 en 49,37). Bij de bemonstering in de nazomer blijken vooral de kleihoudende middelfijne zandgrond en de lichte zavel grond plotsklaps een sterke uitbreiding in de kokkelpopulatie (raai I, stations 3 en 4; zie ook bijlage III).

Arenicola marina.
De wadpier vertoont een vrij gelijkmatige verdeling over de verschillende grondsoorten; een mogelijke voorkeur voor kleihoudend middelfijn zand. In de nazomer nemen de biomassa-waarden daar juist weer af.

Macoma balthica.
De gevonden biomassa-waarden wijzen in de richting van een voorkeur van het nonnetje voor kleihoudend middelfijne tot zeer fijne zanden. Ook de lichte zavelgrond bevat relatief veel nonnetjes. Uit tabel VII blijkt, dat de gemiddelde biomassawaarden zo rond de 5,5 g/m^2 liggen op deze gronden. De gegevens van het najaar versterken deze veronderstelling.

Mya arenaria.
Een lichte voorkeur voor de kleihoudende zeer fijne zanden (raai XIII en XIV, stations 4 t/m 7). Overigens zijn er weinig stations waar de slijkgaper werd aangetroffen, zodat een juiste beoordeling niet goed mogelijk is.

Scoloplos armiger.
Deze worm treffen we voornamelijk aan in de grovere zanden, zoals klei-arm matig fijn zand en klei-arm middelfijn zand. De kleihoudende zanden zijn duidelijk minder in trek. De nazomer-waarden bevestigen deze correlatie.

Heteromastus filiformis.
In de grovere zanden vinden we deze worm vrijwel niet. Het zijn de kleihoudende zeer fijne zanden en middelfijne zanden alsook de lichte zavel, waarbij hoge biomassa-waarden behoren.
De nazomer-waarden geven steun aan deze correlatie (raai XI, station 1, 3 en 5; zie ook bijlage III).

Nephtys hombergii.
Deze grotere worm is gelijk verdeeld over de grondsoorten, met mogelijk een kleine voorkeur voor lichte zavel.

Nereis diversicolor.
Deze zeeduizendpoot vertoont een voorkeur voor de kleihoudende middelfijne tot zeer fijne zanden hoger op de platen. Ook op lichte zavel wordt relatief meer Nereis div. aangetroffen.
De nazomer-waarden bevestigen deze veronderstelling (raai XI, station 1 en 3 en raai XIV, station 4).

IV. Discussie.

De doelstelling van dit onderzoek was een indruk te krijgen van de hoeveelheid benthische organismen in de bodem van de droogvallende platen, waarop bij hoogwater de jonge platvis (vooral Pleuronectes platessa) komt foerageren.

Op grond van de gegevens uit de voorzomer (98 stations) vinden wij in de Westelijke Waddenzee een gem. biomassa van 22,08 $g.m^{-2}$.
Gecombineerd met de gegevens van de nazomer (37 stations) vinden wij een jaargemiddelde van 36,02 $g.m^{2}$.
Beukema (1976) geeft voor de gehele Waddenzee een jaargemiddelde van 27 $g.m^{2}$ (99 transecten).
Deze waarden liggen in dezelfde orde van grootte als die gevonden in andere waddengebieden in Europa.

Wat de verdeling van de biomassa over de soorten betreft, wijken onze jaargemiddelden voor een aantal soorten duidelijk af van die van Beukema (1976).
De gemiddelde biomassa van Cerastoderma edule (20,93 $g.m^{2}$) ligt bij ons aanzienlijk hoger. Dit bevestigt, dat de jaarklasse 1976 bijzonder sterk was. (Persoonlijke mededeling Beukema).
De veel lagere biomassa van Mytilus edulis is te verklaren uit het feit, dat deze soort zeer plaatselijk voorkomt (de z.g. mosselbanken).
Ook wordt er een veel lagere biomassa voor Mya arenaria gevonden, een soort, die door ons slechts incidenteel is aangetroffen. (23% van de stations)
De biomassa van de overige soorten wijken niet sterk af van eerder gevonden waarden.

Het geconstateerde verschil in gem. biomassa van het Balgzand en de rest van de Westelijke Waddenzee (zie 3.2.1.) is in dit onderzoek veel groter gebleken dan in voorgaande onderzoeken (Beukema, 1974, 1976). Hiervoor is in de eerste plaats het al eerder genoemde aandeel van Cerastoderma edule verantwoordelijk. Laten we deze soort buiten beschouwing, dan is het verschil in gemiddelde biomassa tussen het Balgzand en de rest van de Westelijke Waddenzee minder spectaculair.
De lagere gemiddelde biomassa-waarde voor Arenicola marina (2,6 $g.m^{2}$) in het Balgzand-gebied (tegen 5,75 $g.m^{2}$ voor de rest van het onderzochte gebied) is mogelijk te verklaren uit het feit dat 2 van de 4 onderzochte raaien in het Balgzand een laag slikgehalte hebben. Beukema (1974) vindt op het Balgzand een gemiddelde van 4,9 $g.m^{2}$ en voor de hele Waddenzee een gemiddelde van 5,0 $g.m^{2}$.

De vraagstelling van het onderzoek, namelijk hoeveel voedsel is er beschikbaar op de platen voor de foeragerende jonge platvis, wordt slechts ten dele beantwoord door het inventariseren van de biomassa van de macro-benthos. Een aanvullend noodzakelijk gegeven is de kennis omtrent de samenstelling van het werkelijke voedselpakket van de jonge platvis.
Uit onderzoek van Kuiper (1975, 1977) naar o.a. de voedselopname van de schol (Pleuronecta platessa) (klassen 0, I en II) bleek, dat $\pm$ 5 $g.m^{2}$ per jaar wordt geconsumeerd door deze drie

groepen samen. Het voedselpakket bestaat voornamelijk uit staartstukken van Arenicola marina (± 1,9 g.m^{-2} jaar -1) en grote polychaetae als Nereis diversicolor en Nepthys hombergii (± 1,2 g.m^{2} jaar -1).
Daarnaast worden Mollusken (vooral siphonen van Macoma balthica), Crustaceae en kleine polychaetae geconsumeerd. (Samen ± 2,0 g.m^{-2} jaar -1).
Een voor de hand liggende aanvulling van het platenprogramma is dan ook een onderzoek naar de maaginhoud van de jonge platvis, die gevangen wordt tijdens hoogwater op de platen, waar met laagwater een bemonstering van de macro-benthos is uitgevoerd.

Bij de bemonstering van de macrobenthos lijkt het zinvol om per station meer monsters te nemen, bijvoorbeeld 4x een diep steekblik. De invloed van de fouten die bij verdere verwerking van de monsters (o.a. weegfouten) gemaakt worden, zal hierdoor kleiner worden.

V. Samenvatting.

Gedurende de voorzomer van 1977 (mei, juni) werden langs 15 raaien in de Westelijke Waddenzee 98 stations bemonsterd op macrobenthos. Op grond van deze bemonstering werd voor de voorzomer een gemiddelde biomassa berekend van 22,08 g.m^{-2}. A.D.G. (betr. interval 15,77-28,39). Betrekken we de cijfers uit de nazomer erbij, dan komen we op een jaargemiddelde van 36,02 g.m^{-2}. A.D.G.
Het grootste aandeel aan de biomassa levert de kokkel (Cerastoderma edule) met meer dan 50% van de totale biomassa.
Er is een duidelijke toename gedurende de zomer in het gewicht van de meeste soorten geconstateerd.
Bepaalde soorten (o.a. Scoloplos armiger) vertonen een voorkeur voor klei-arm substraat, anderen juist voor meer kleihoudende zanden (o.a. Macoma balthica en Nereis diversicolor).
Enige aanbevelingen voor verder onderzoek worden gedaan.

VI. Literatuur.

Beukema, J.J. (1974) Seasonal changes in the biomass of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. Neth. Journ. of Sea Res. 8 (1): 94-107.

Beukema, J.J. (1976) Biomass and species richness of the macro-benthic animals living on tidal flats of the Dutch Wadden Sea. Neth. Journ. of Sea Res. 10 (2) : 236-261.

Beukema, J.J. (1977)a De rol van de bodemdieren in de voedselketen van de zee. Vakblad v. Biologen 17 (57) - 284 t/m 287.

Beukema, J.J. (1977b) De voedselrijkdom van de Waddenzee. Waddenbulletin 12 (2) : 304-311.

Glopper, R.J. de (1967) Over de bodemgesteldheid van het Waddengebied. Van Zee Ld 43 : 1-67.

Kuipers, B.R. (1973) On the tidal migration of young plaice (Pleuronectes platessa) in the Wadden Sea. Neth. Journ. of Sea Res. 6 (3) : 376-388.

Kuipers, B.R. (1975) Experiments and field observations on the daily food intake of juvenile plaice (Pleuronectes platessa) in H. Barnes (ed.). Proc. 9th Europ. Mar. Biol. Symp. Aberdeen Univ. Press. 1-12.

Kuipers, B.R. (1977) On the ecology of juvenile plaice on a tidal flat in the Wadden Sea. Neth. Journ. of Sea Res. 11 (1) : 56-91.

Zijlstra, J.J. (1972) On the importance of the Wadden Sea as a nursery area in relation to the conservation of the Southern North Sea fishery recources. Symp. Zool. Soc. London 29 : 233-258.

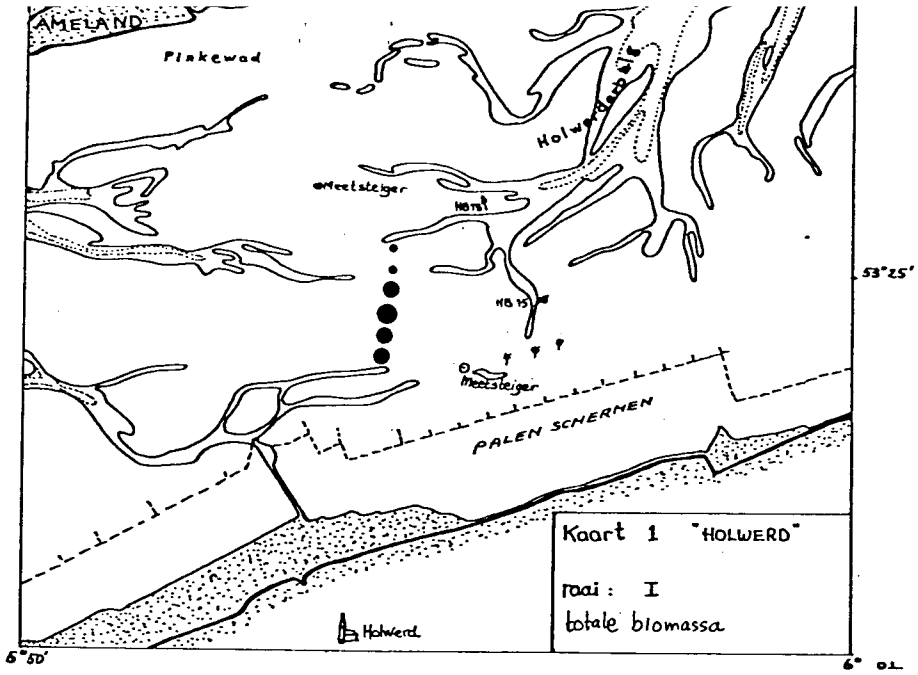
Zijlstra, J.J. 1975 De betekenis van de Waddenzee als opgroeigebied voor schol (Pleuronectes platessa) en tong (Solea solea). Ned. Werkgr. Waddengebied 1: 85-93.

BIJLAGE 1 VERSPREIDINGSKAARTJES TOTALE BIOMASSA PER STATION

Van 98 stations in de westelijke Waddenzee bemonsterd in de voorzomer 1977

Legenda uitgedrukt in $g.m^{-2}$ as-vrij drooggewicht.

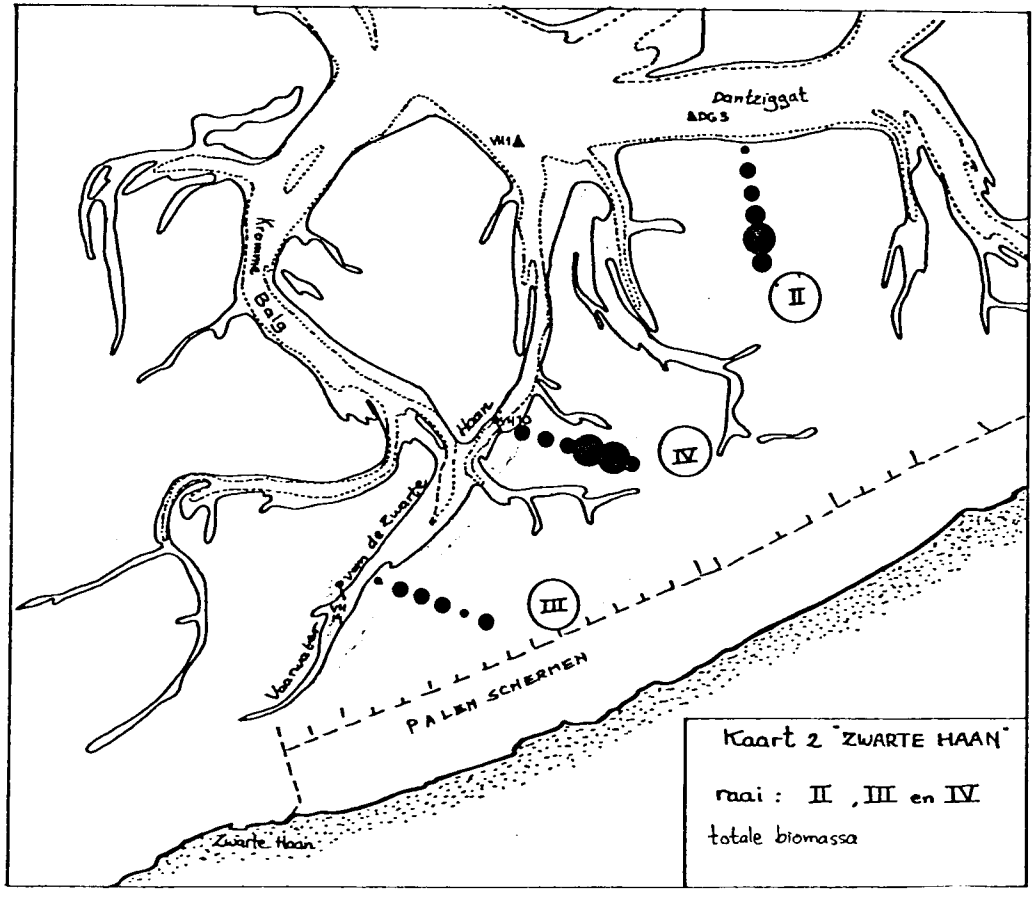
code	biomassa
-	0
•	0,1 t/m 2,5
●	2,51 t/m 12,5
●	12,51 t/m 25
●	25,1 t/m 75
●●	>75



Kaart 1 "HOLWERD"

raai : I

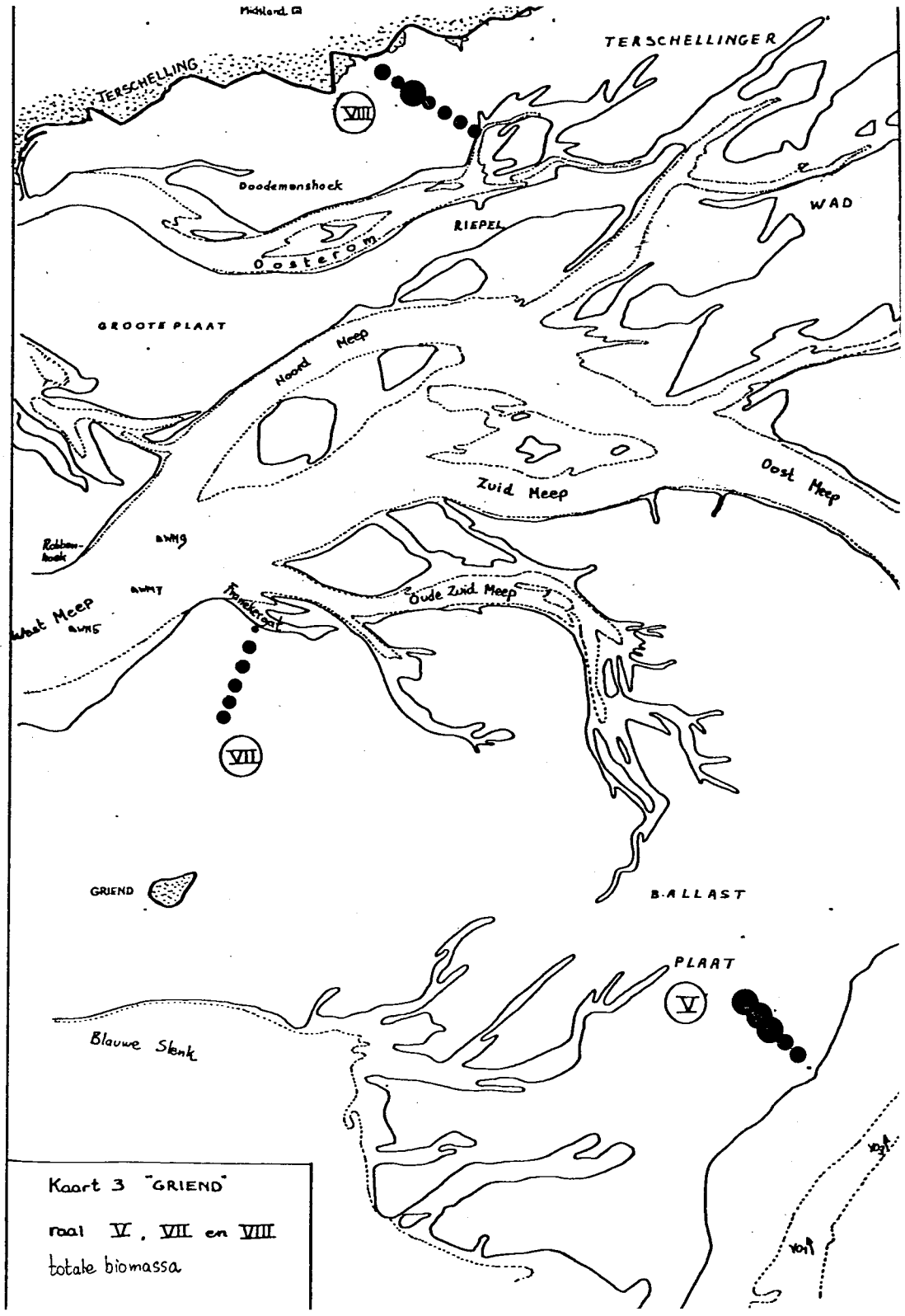
totale biomassa



Kaart 2 "ZWARTE HAAN"

raai : II , III en IV

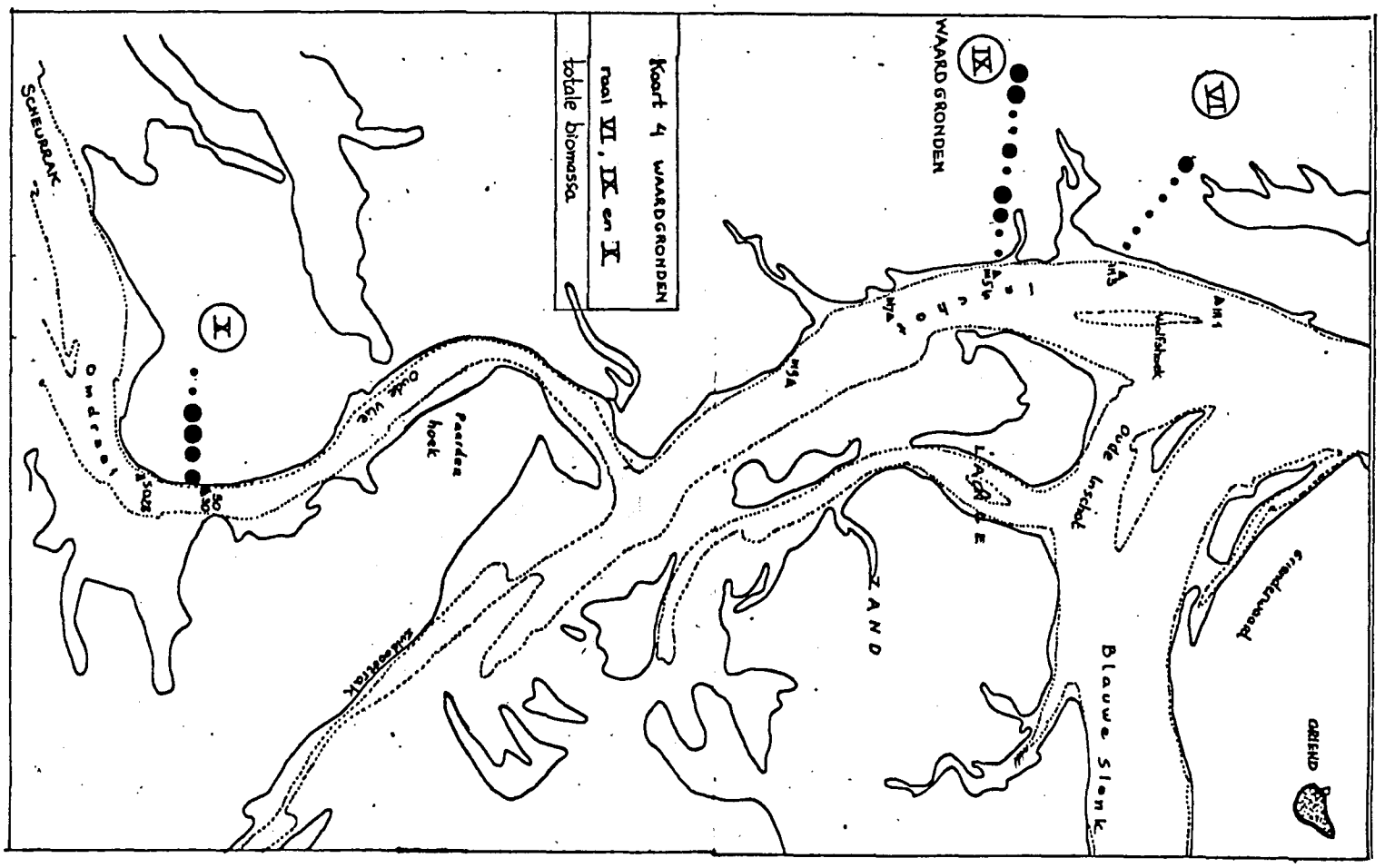
totale biomassa

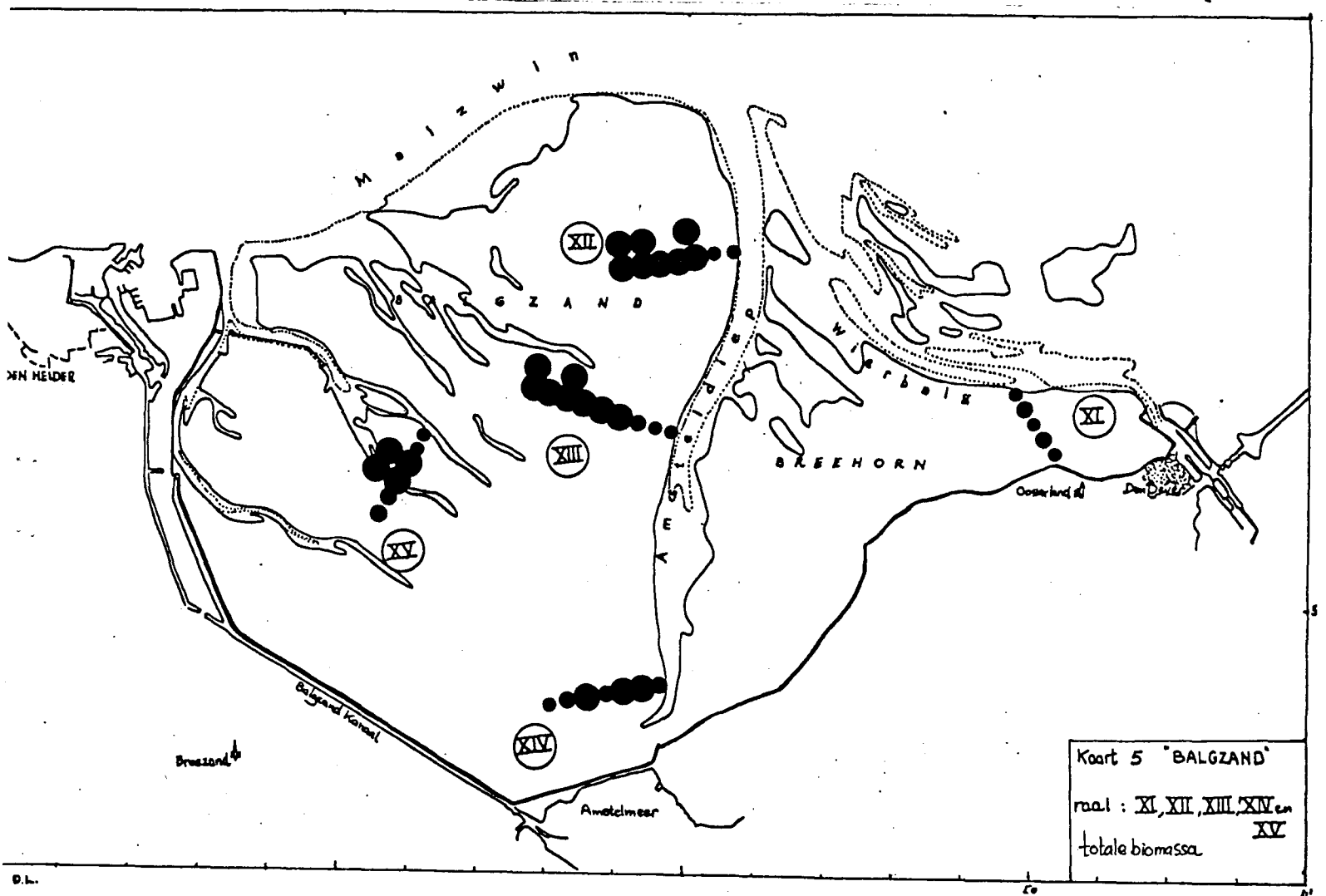


Kaart 3 "GRIEND"

raai V , VII en VIII

totale biomassa


Kaart 4 WAARDGRONDEN
raai VI, IX en X
totale biomassa
WAARD GRONDEN
IX
VI
X
SCHEURRAK
Paarden hoek
Oude vlie
Oude Ijsdal
ZAND
Blauwe Slenk
GRIEND

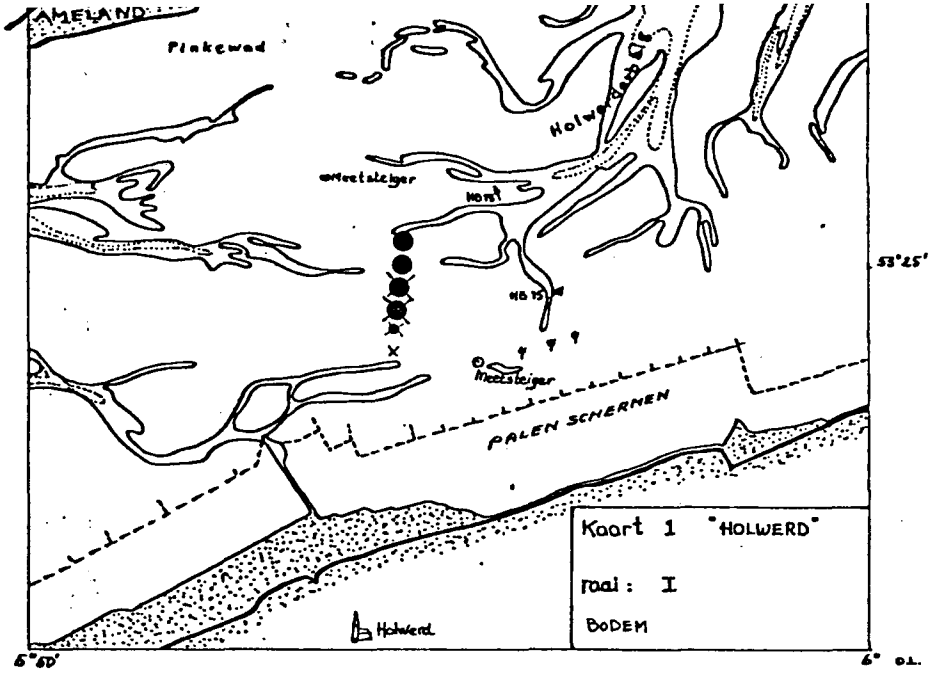

XII
BALGZAND
XIII
XV
XIV
XI
BREEHORN
Balgzand Kanaal
Amstelmeer
Kaart 5 "BALGZAND"
raai : XI, XII, XIII, XIV en XV
totale biomassa

BIJLAGE II BODEMKAARTEN

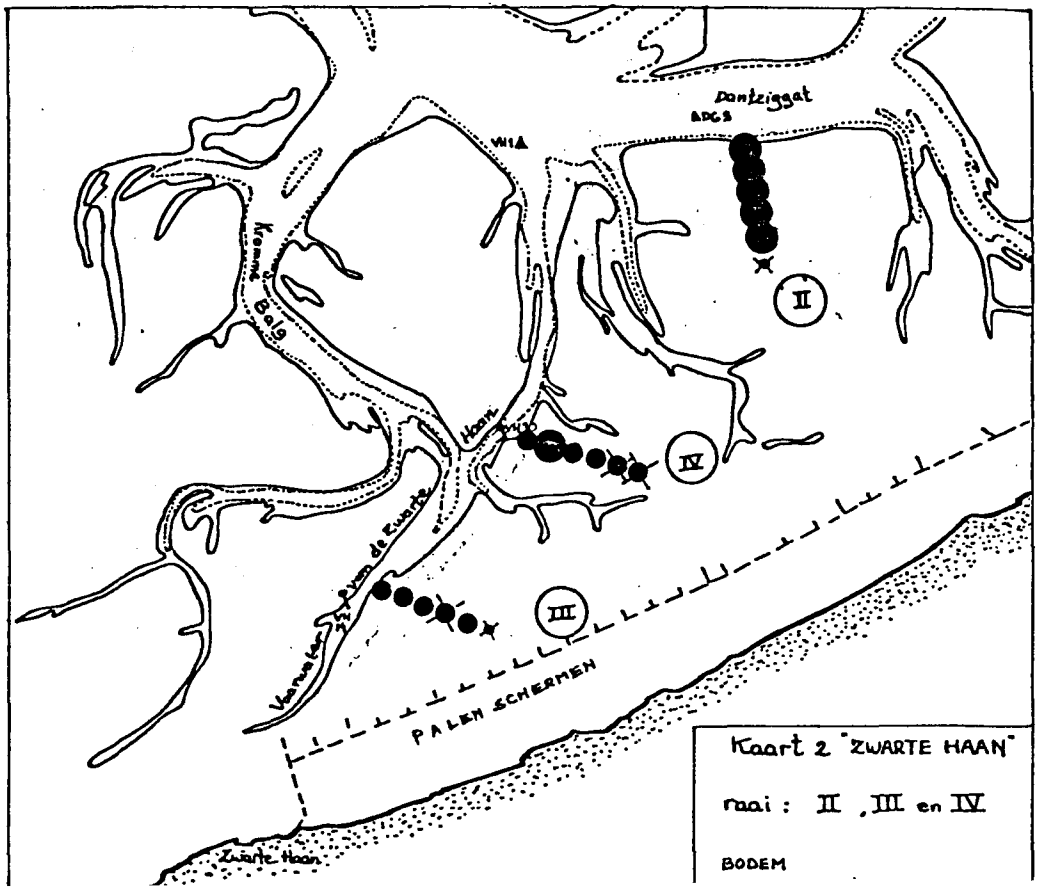
Bodemmonsters genomen in mei en juni 1977

Legenda bodemkaarten (indeling naar R.J. de GLOPPER, 1967)

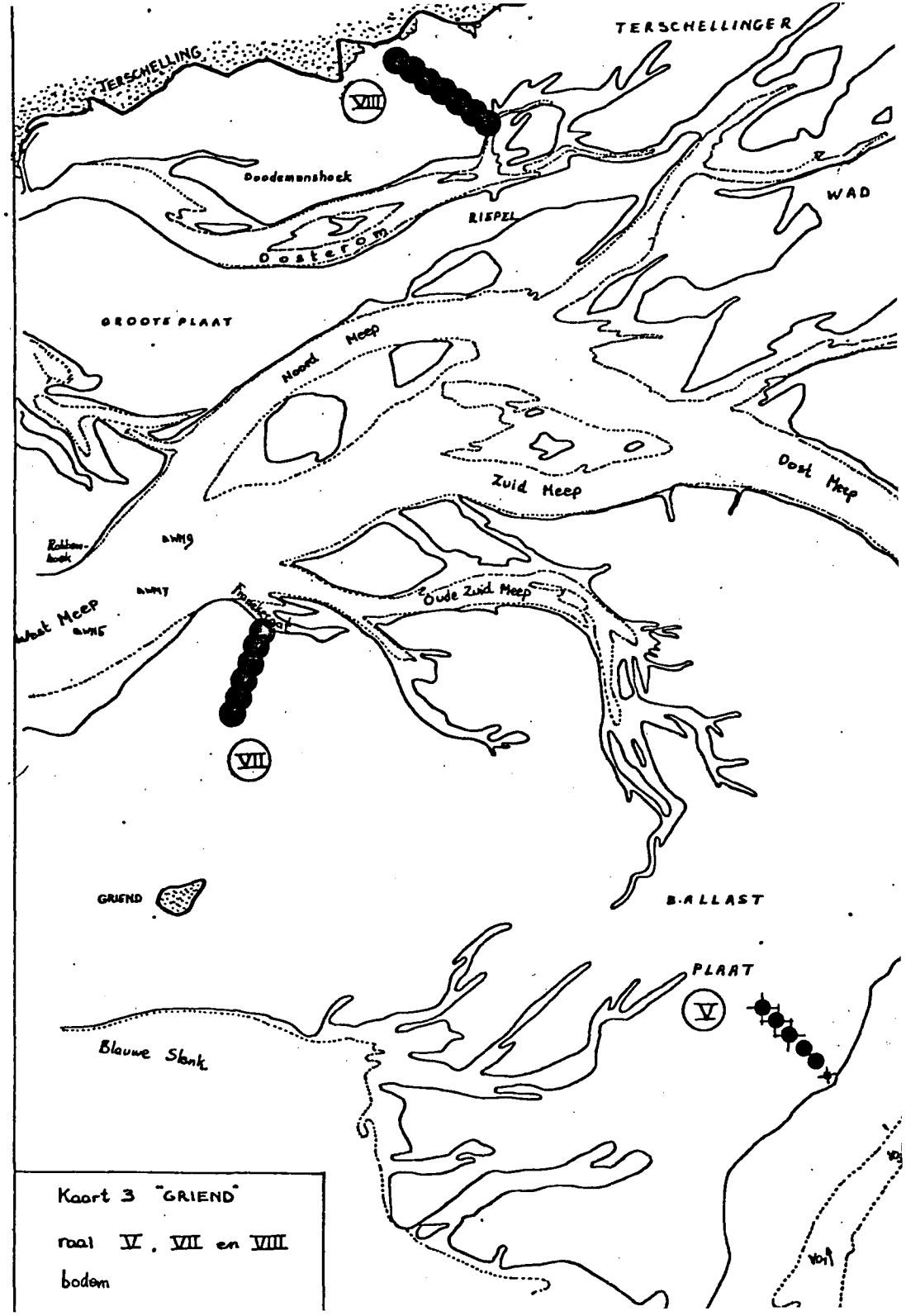
code	bodemsoort	korrelgrootte	% lutum (< 2 µ)
●	klei-arm matig fijn zand	205 - 140 µ	0 - 1,5 %
●	klei-arm middel fijn zand	140 - 100 µ	0 - 1,5 %
✱	klei-houdend middel fijn zand	140 - 100 µ	3 - 5 %
✱	klei-houdend zeer fijn zand	100 - 70 µ	3 - 5 %
✱	lichte zavel	-	5 - 12 %
✱	zware zavel	-	12 - 25 %
×	klei	-	25 - 50 %



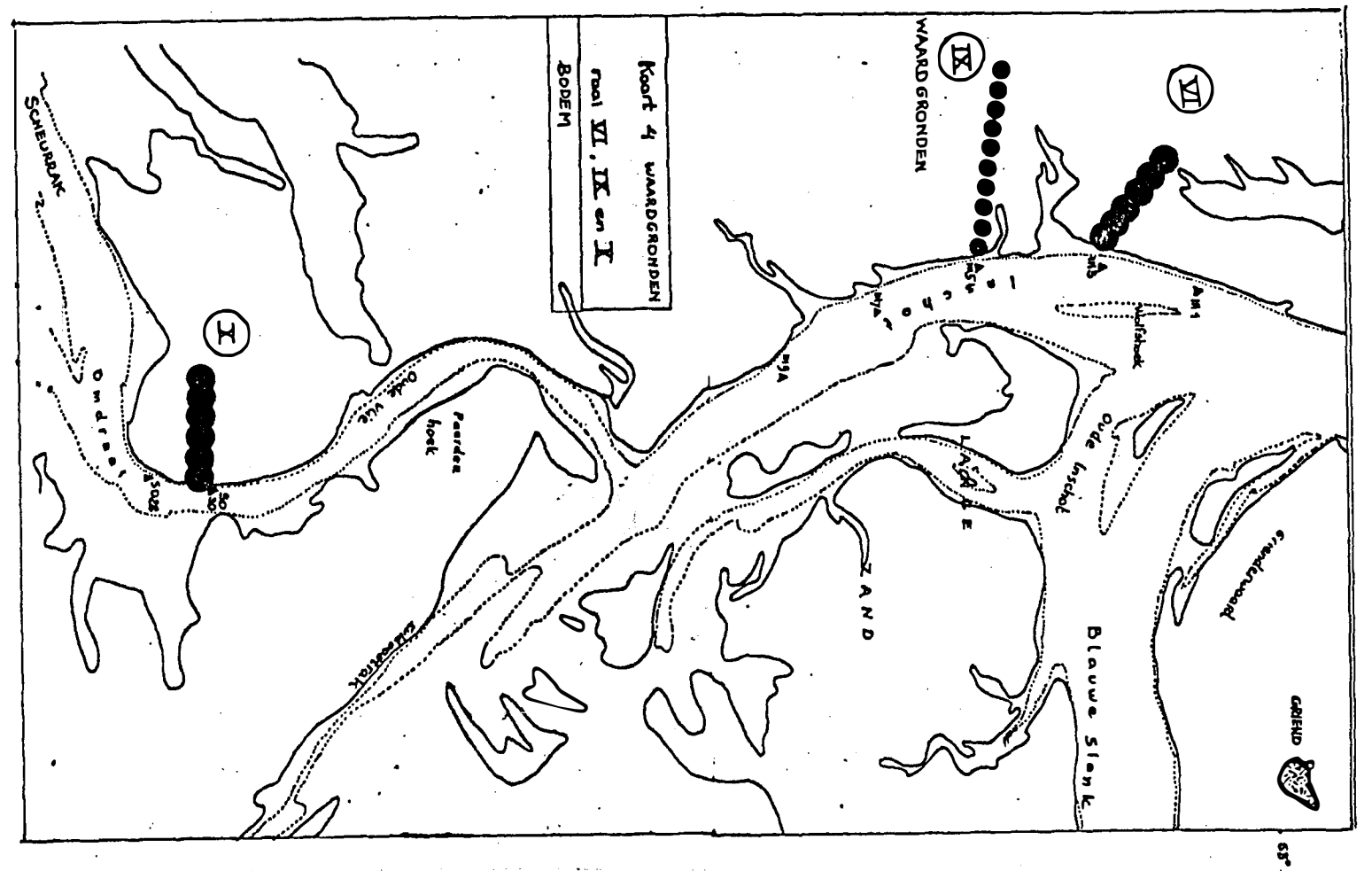
Kaart 1 "HOLWERD"
raai: I
BODEM

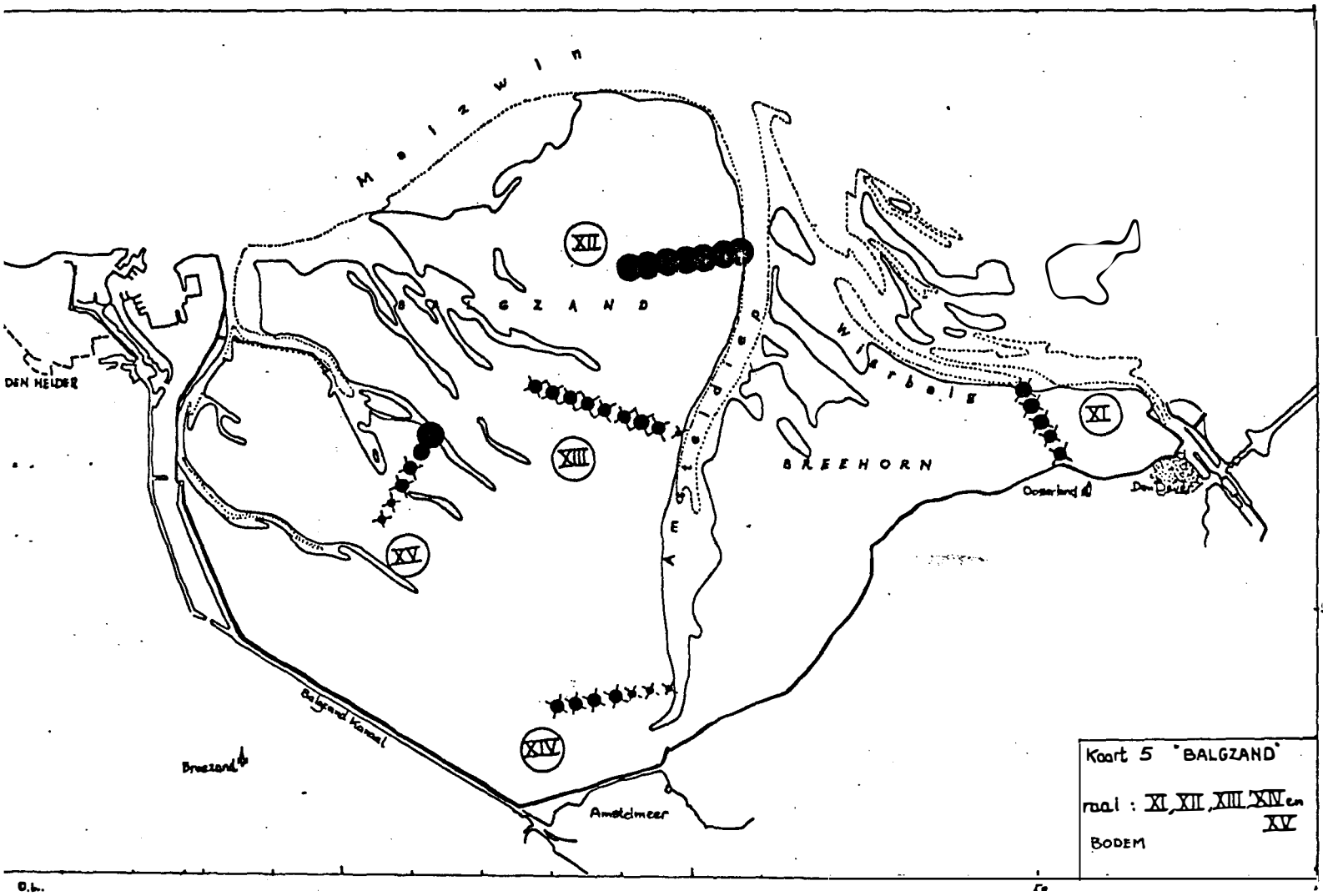


Kaart 2 "ZWARTE HAAN"
raai: II, III en IV
BODEM



Kaart 3 "GRIEND"
raai V, VII en VIII
bodem


Kaart 4 WAARDGRONDEN
raai VI, IX en X
BODEM
WAARD GRONDEN
SCHEURRAK
Oude Vlie
Paarden hoek
ZAND
Oude Gat
Blauwe Slenk
GRIEND
53°


M O L E N W I E
DEN HELDER
ZAND
Wierbalg
BREEHORN
Oosterland
Den Oever
Balgzand Kanaal
Breezand
Amstelmeer
Kaart 5 "BALGZAND"
raai : XI, XII, XIII, XIV en XV
BODEM