RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Aquacultuur

Rapport: AQ 90-03

Het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee in 1990.

Auteur: M.R. van Stralen

Project: 60.011
Projectleider: drs. M.R. van Stralen
Datum van verschijnen: december 1990

Inhoud:

1. Voorwoord 1
2. Inleiding 2
2. Uitvoering 3
3. Resultaten 7
3.1. Grootte van het kokkelbestand in de Oosterschelde 7
3.2. Grootte van het kokkelbestand in de Waddenzee 8
3.3. Oogstbare kokkelbiomassa 9
3.4. Berekening visseij-inspanning in aantal visdagen 11
3.5. Biomassa mosselen en nonnetjes 13
4. Discussie 14
5. Conclusies 17
6. Verwijzingen 18
7. Figuren en tabellen 19

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

1. VOORWOORD

In het voorjaar van 1990 is door het RIVO een onderzoek uitgevoerd naar de grootte van het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee. De daaruit verkregen informatie over de aanwezige kokkelvoorraden gaf het beleid aanleiding de kokkelvisserij in het najaar van 1990 beperkingen op te leggen ter bescherming van de fourageermogelijkheden voor vogels. Besloten werd de (westelijke) helft van de Waddenzee en een gebied in de Kom van de Oosterschelde niet open te stellen voor het opvissen van kokkels. Via een spoedprocedure bij de Raad van State wist het bedrijfsleven deze beperkingen ongedaan te maken. Daaraan voorafgaand is er, naar aanleiding van de voorlopige presentatie van het onderhavige RIVO-rapport, kritiek uitgeoefend op de betrouwbaarheid van de bestandsopname en de juistheid van de gedane uitspraken. Ondermeer is er in opdracht van het bedrijfsleven een contra-expertise verricht. De gevoerde discussies alsmede deze expertise gaven geen aanleiding het onderhavige rapport inhoudelijk te veranderen.
Wel kan ik meegaan in de kritiek, die is geuit op het hanteren van het begrip "kokkelarm". Uit visserijoogpunt zijn er voldoende kokkels aanwezig om ook in 1990 een redelijk tot goede oogst te behalen, hetgeen overigens door de uitkomsten van de bestandsopname wordt bevestigd. Uit de in dit rapport gepresenteerde berekeningen blijkt echter ook dat, wanneer de kokkelvloot een dergelijke oogst binnenhaalt, er met name in de Waddenzee minder kokkels overblijven dan de hoeveelheid kokkels die volgens literatuurgegevens door vogels in dit gebied wordt geconsumeerd. Dat betekent dat in 1990 visserij- en vogelbelangen wat betreft de beschikbare kokkelbiomassa op gespannen voet met elkaar staan. De aanduiding van deze situatie met "kokkelarm jaar" is achteraf gezien minder gelukkig gekozen, aangezien de indruk blijkt te zijn gewekt dat het om een waardeoordeel gaat. Een waardeoordeel is op grond van alleen feitelijke gegevens echter niet te geven en bij dit onderzoek ook nooit de bedoeling geweest.
Van meer belang dan te discussiëren over de gekozen formuleringen, is het te beseffen, dat er in de toekomst jaren met relatief weinig kokkels zullen blijven optreden. Gegeven de prioriteit die in de Oosterschelde en Waddenzee aan het behoud van de aanwezige natuurwaarden wordt gegeven, zijn het deze jaren die een belangrijke rol zullen spelen voor de vangstmogelijkheden van kokkels op langere termijn. Voor een duurzame kokkelvisserij is daarom aan te bevelen de exploitatie van kokkelbestanden in de Nederlandse kustwateren zoveel mogelijk te richten op het voorkómen van jaren met een gering kokkelbestand. Omdat het visserijpatroon in jaren met een ruimer kokkelbestand daarbij de belangrijkste en waarschijnlijk de enige te sturen factor is, ligt de toekomst van de kokkelvisserij daarmee in belangrijke mate in de handen van het visserijbedrijf zelf.

2. INLEIDING

De visserij op kokkels (*Cerastoderma edule*) heeft de laatste decennia een sterke groei doorgemaakt. Met een aanvoerwaarde van 50 miljoen gulden per jaar staat de mechanische kokkelvisserij binnen het schelpdierbedrijf, voorgegaan door de mosselcultuur, momenteel op een tweede plaats. De vloot is modern en in staat grote hoeveelheden kokkels op te vissen. De aanvoer van kokkelvlees bedraagt sinds 1987 ca. 10.000 ton per jaar.
De visserij op kokkels wordt beheerd door de Directie Visserijen van het ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij. Ieder jaar worden voor de aanvang van het visseizoen vastgesteld: de duur van het seizoen, het aantal dagen per week waarop gevist mag worden, alsmede de plaatsen waar mag worden gevist. Dit gebeurt in overleg met de Directie NMF en het bedrijfsleven. Tot op heden werd de grootte van het kokkelbestand geschat door de Visserijkundig Ambtenaren van de Directie Visserijen.
De wrijving die in kokkelarme jaren kan onstaan tussen de behoefte aan kokkels voor de visserij en de fourageermogelijkheden voor met name vogels is al meerdere malen onder de aandacht gebracht. (De Vlas 1982, RIN 1987, Buth 1987, Coosen 1987, Lambeck 1988 en Dijkema 1988). Voor het te voeren beleid ten aanzien van de kokkelvisserij en de afwegingen die daarbij tussen natuur- en visserijbelangen worden gemaakt, is inzicht in de grootte van het aanwezige kokkelbestand essentïeel. In het voorjaar van 1990 is daarom besloten tot een extra inspanning, teneinde te komen tot een meer wetenschappelijk onderbouwde schatting van het kokkelbestand en is het RIVO verzocht om de bestandsopname in 1990 onder haar hoede te nemen. Voor het veldwerk zijn door de Directies Visserijen en NMF schepen en mankracht ter beschikking gesteld.

De besluitvorming over de openstelling van het seizoen voor de mechanische kokkelvisserij vindt vroeg in de zomer plaats. Het bestandsonderzoek is derhalve in mei 1990 uitgevoerd. Op basis van gegevens over groei en sterfte uit andere onderzoeken zijn de in mei verzamelde bestandsgegevens geëxtrapoleerd naar het najaar wanneer de visserij aanvangt. De analyses hebben zich naast het geven van een schatting van de omvang van het totale kokkelbestand vooral gericht op het gedeelte daarvan dat in exploïteerbare dichtheden voorkomt. Naast kokkels zijn mosselen (*Mytilus edulis*) en nonnetjes (*Macoma balthica*) in het onderzoek opgenomen, omdat zij mogelijk een alternatieve voedselbron vormen voor een aantal vogelsoorten.

2. UITVOERING

Al voor de aanvang van het onderzoek was duidelijk dat 1990 een kokkelarm jaar zou worden als gevolg van de geringe broedval in 1988 en 1989. Dit vooruitzicht was een belangrijke reden om in 1990 met het onderzoek te starten.
Om reden van uitvoerbaarheid heeft het onderzoek zich beperkt tot de intergetijde gebieden en het gebied tot ca. 1 meter onder de laagwaterlijn van de Waddenzee en de Oosterschelde. Mogelijk wordt het onderzoek later nog uitgebreid tot de in dieper water voorkomende kokkels. Deze zijn echter veel minder talrijk en de bemonstering ervan vergt andere technieken.

De ligging van de monsterpunten is bepaald volgens een grid-methode. Daarbij is een raster gekozen, dat samenvalt met de coördinaten op zeekaarten. Hiervoor is gekozen in verband met het gebruik van elektronische plaatsbepalingsaparatuur.
In Waddenzee zijn in totaal 1414 punten bemonsterd (fig. 1), in de Oosterschelde 379 (fig. 2). De monsterpunten liggen op raaien die lopen van noord naar zuid. De raaien liggen in de Waddenzee 2180 meter (= 2 minuten in termen van lengte en breedtegraden) uit elkaar. In de Oosterschelde hebben de raaien een onderlinge afstand van 571 meter (= 0.5 min). De onderlinge afstand tussen de punten op een raai bedraagt in beide gebieden 463 m (= 0.25 min).
Het monsteren gebeurde in de periode van 25 april tot 17 mei tijdens hoog water vanaf een vlet of rubberboot met buitenboord motor. Met een daartoe speciaal ontwikkeld monstertuig zijn per monsterpunt drie monsters genomen die samen een bodemoppervlak beslaan van $0.1 m^2$. De drie monsters zijn verder steeds als één monster behandeld. Per monster is het aantal mosselen, nonnetjes en één- en meerjarige kokkels geteld en zijn de versgewichten bepaald. Van de kokkels zijn de schelplengtes gemeten. Deze gegevens vormen het basismateriaal voor de verdere berekeningen.
Het gebruikte monstertuig is vergelijkbaar met het kokkelschepje dat in 1980 gebruikt is door de Vlas (1982). De aangebrachte veranderingen hebben betrekking op het bemonsterde oppervlak en op het afsluitmechanisme. Het veldwerk is uitgevoerd door de opvarenden van de rijksvaartuigen: "Zwaluw", "Kokhaan", "Cornelis Bos", "Slenk", "Stormvogel" (dir. viss.) en de NMF schepen "Phoca", "Krukel" en "Harder".

Bij de uitwerking van de gevens is de Waddenzee opgedeeld in een aantal deelgebieden (fig 2). Het gebied F (met daarin het ecoplot "Rottummeroog") en het ecoplot "Piet Scheveplaat" onderscheiden zich van de andere gebieden door het feit dat deze in 1989 gesloten zijn gebleven voor de kokkelvisserij. De Oosterschelde is opgedeeld in het gebied ten westen en ten oosten van de Zeelandbrug (fig 1). Uiteraard zijn zowel in de Oosterschelde als in de Waddenzee de kokkels aanwezig op visserijpercelen apart beschouwd. Deze kokkels zijn niet beschikbaar voor de mechanische kokkelvisserij, maar bijvoorbeeld wel voor vogels.
De monsterpunten die op percelen liggen, zijn op de kaartjes omgeven door een klein vierkantje.

Tabel 1 Groei en sterfte van kokkels tussen 1 mei en 1 september, zoals gemeten in diverse onderzoeken in de Oosterschelde en de Waddenzee. Gegevens bewerkt door F. Twisk, RWS,DGW-Middelburg (GWWS- 90.13093).
De dikgedrukte waarden zijn gebruikt in verdere berekeningen.

STERFTE EN GROEI VAN KOKKELS TUSSEN MEI EN SEPTEMBER					
GROEI	MEI LENGTE [mm]	SEP LENGTE [mm]	MEI GEWICHT [mg]	SEP GEWICHT [mg]	TOENAME GEWICHT %
éénjarig	13.15	23.11	1258	6670	**530**
tweejarig	21.02	25.59	5039	9017	179
driejarig	25.68	30.49	9111	15141	166
meerjarig					**173**
selectiegrens (= 15mm schelpdikte)		19.62	4109		
STERFTE	MIM-MAX %	RANGE %	GEMIDD. %		
alle kokkels	0- 78	15- 30	**28**		

Voor de extrapolatie van de kokkelgegevens van mei naar de start van het kokkelseizoen begin september is gebruik gemaakt van informatie over groei en sterfte, die aanwezig is bij het RIVO, de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat en het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. In de tabel 1 zijn deze gegevens samengevat. Dik gedrukt staan de waarden die in verdere berekeningen zijn gebruikt.
In de figuur 3 is het verband tussen het versgewicht en de schelplengte van kokkels weergegeven. Figuur 4 geeft het verband weer tussen schelplengte en schelpdikte. Deze relaties zijn gebruikt voor de omrekening van de lengtegroei naar de gewichtsgroei en voor de vertaling van de selectiegrens van de spoelzeven op de kokkelschepen, waarvoor een minimum spijlwijdte van15 mm is voorgeschreven, naar het gewicht en de schelplengte van kokkels waarop wordt geselecteerd.

Een onderdeel van de uitgevoerde analyses is gericht op de relatie tussen de visserij-inspanning en de hoeveelheid kokkels die wordt weggevist. Daarvoor moet bekend zijn welk bodemoppervlak per visdag kan worden afgevist. Om daar achter te komen, is een zestal bedrijven geënqueteerd.
De vissnelheid is gemiddeld 5.1 km/uur, de antwoorden daarover kwamen goed overeen. De vraag naar het gemiddeld aantal visuren per dag bleek lastiger te beantwoorden. Met name voor het Wad is de visduur zeer variabel, omdat somige gebieden alleen bij hoge vloedstanden gedurende enkele uren bevisbaar zijn, terwijl andere gebieden vrijwel de gehele dag kunnen worden bevist. De schattingen van het gemiddeld aantal visuren liggen tussen 3 en 5 uur per dag. Het aantal visuren in de Oosterschelde vertoont minder variatie: gemiddeld 4.2 uur per dag.
Op grond van deze gegevens is het oppervlak dat per dag wordt afgevist gesteld op:
5 km/uur x 4 uur x 2 m visbreedte=40000 m^2 (=4 ha).
Dit is het oppervlak aan vissporen dat per visdag wordt geproduceerd, inclusief de overlappende sporen. Hoe daaruit het werkelijk schoongeviste bodemopppervlak berekend kan worden, wordt besproken in paragraaf 3.3.
Bij de enquete is tevens gevraagd tot welke hoeveelheid gevangen kokkels per dag het nog zinvol is om door te vissen. Ook dit bleek lastig in te schatten omdat, naast de hoeveelheid, de maat van de opgeviste kokkels en de marktsituatie bepalend zijn voor de uiteindelijk behaalde besomming. De genoemde hoeveelheden liepen uiteen van 500 tot 4000 kilo kokkelvlees, met als gemiddelde 1375 kg kokkelvlees per dag.
Bij berekeningen over de oogstbare biomassa aan kokkelvlees is uitgaan van een vleesgehalte van de kokkels van 15% gekookt vlees t.o.v. het versgewicht. Deze keuze is gebaseerd op het volgende: Het vleesgehalte van kokkels is in september meestal maximaal en ligt dan rond 20%. In het maanden daarna dalen de vleesgewichten en

kunnen, afhankelijk van de omstandigheden, laat in de winter teruglopen tot 10 a 12% van het versgewicht. In berekeningen met betrekking tot het voedselaanbod voor vogels ligt een gemiddeld vleespercentage van 15% voor de hand. Door de visserij echter worden de meeste kokkels opgevist in september en oktober, wanneer de vleesgehaltes nog relatief hoog zijn. Tijdens het vissen en verwerken (koken) van de vangst gaat echter een deel van de oogst verloren door bijvoorbeeld schelpbreuk. De opbrengst aan kokkelvlees blijft daardoor achter bij de hoeveelheid aan de bodem ontrokken kokkels en het vleesgewicht daarvan. Over welk gedeelte van de kokkels verloren gaat, dat wil zeggen wel wordt gedood, maar niet in de aanvoer tot uiting komt, zijn geen feitelijke gegevens beschikbaar. Een vispercentage van 15% lijkt echter ook met betrekking tot berekeningen over de te verwachten oogst aan kokkelvlees vooralsnog een reële waarde.

In de meeste literatuur worden biomassa's en gewichten uitgedrukt in grammen asvrijdrooggewicht. Ter vergelijking: een kokkel van 10 gram versgewicht met een vleespercentage van 15% heeft, exclusief het organische materiaal in de schelp, een gewicht van 0.4 gr asvrij drooggewicht (bron: div metingen RIVO).

3. RESULTATEN

3.1. GROOTTE VAN HET KOKKELBESTAND IN DE OOSTERSCHELDE

In de Oosterschelde werden op 233 van de 379 monsterpunten kokkels aangetroffen. Slechts 10.2 % van het bestand bestond uit éénjarige kokkels. Gemiddeld bleken er 63 kokkels/m^2 aanwezig met een 95% betrouwbaarheidsinterval van ± 20%. Dit betekent dat de gemiddelde kokkeldichtheid met 95% zekerheid ligt tussen 50 en 76 kokkels/m^2. De gemiddelde biomassa versgewicht is 393 gram kokkels/m^2 ±19%. Voor de schatting van de totale hoeveelheid kokkels in de Oosterschelde in mei (=44000 ton versgewicht) geldt dezelfde marge van 19%
In de figuren 5 en 6 is de verspreiding van de kokkels in aantallen/m^2 en in gram/m^2 in kaart gezet. De kaartjes spreken voor zich. In figuur 7 is het versgewicht van meerjarige kokkels uitgezet. Opvallend zijn de geringe gewichten van kokkels tegen de kust in het gebied ten zuidoosten van Yerseke (Verdronken Land van Zuid Beveland) en tegen de Thoolse wal. Het gaat hier vooral om driejarige kokkels, die bij een gemiddelde groei volgens tabel 1 een gewicht zouden moeten hebben van ca. 9 gram. De gewichten liggen echter beduidend lager, hetgeen wijst op slechte groeiomstandigheden in deze gebieden. Deze gebieden liggen veelal hoog in de getijdezone. De dichtheden zijn in het algemeen relatief hoog. De lage visserijdruk in voorgaande jaren als gevolg van de geringe grootte van de kokkels is daar mede de oorzaak van.
De vraag is in hoeverre deze kokkels voor de visserij in het najaar van 1990 wel interessant zijn. Een deel van het bestand zal zeker groot genoeg worden om te kunnen worden opgevist (volgens tabel 1 zijn kokkels boven de 4.1 gram immers al visbaar), de marktwaarde van deze kokkels is echter relatief laag. Daarentegen is de beschikbaarheid van grotere kokkels in andere gebieden minder dan in voorgaande jaren. Een deel van de kokkels zal echter onder de minimum maat blijven en zal bij bevissing via de zeven weer terug spoelen in zee, vooral daar waar ook jongere jaarklassen aanwezig zijn. Mede daarom, maar ook omdat het moeilijk is in te schatten hoeveel deze kokkels nog zullen groeien (groeigegevens van dit type locaties zijn vrijwel niet aanwezig), zijn de biomassaberekeningen met en zonder deze gebieden uitgevoerd als zijnde twee uitersten. Uitsluiting van deze gebieden betekent een verlaging van de bevisbare biomassa in de Oosterschelde met 15 %. De kokkels op lokaties die in figuur 7 zijn aangemerkt met een open cirkeltje, zullen in het najaar qua grootte wel visbaar zijn.

In tabel 2 is de kokkelbiomassa in de Oosterschelde in metrische tonnen versgewicht weergegeven. In kolom vijf is de biomassa opgedeeld over het gebied ten westen en ten oosten van de Zeelandbrug en naar wat aanwezig is op verhuurde percelen en op vrije gronden. Opmerkelijk is dat de percelen 36 % (= 16000 ton versgewicht) van het in de Oosterschelde aanwezige bestand aan kokkels herbergen.
In kolom acht is de te verwachten kokkelbiomassa in september berekend, uitgaande van de groei en sterfte van één- en meerjarige kokkels zoals weergegeven in tabel 1.

3.2. GROOTTE VAN HET KOKKELBESTAND IN DE WADDENZEE

In de Waddenzee zijn op 296 van de 1414 monsterpunten kokkels aangetroffen en bestond 22.7% van het bestand uit éénjarige kokkels. Gemiddeld waren er in mei 10.1 kokkels/m^2 aanwezig met een 95% betrouwbaarheidsinterval van $\pm$ 27%. De gemiddelde biomassa bedraagt 71.2 gram kokkels/m^2 ($\pm$ 22%), oftewel de op 102000 ton geschatte totale biomassa aan kokkels ligt met 95% zekerheid tussen 79000 en 124000 ton versgewicht.
Een drietal monsterpunten nabij Rottummerplaat, welke om practische redenen in mei niet zijn bezocht, zijn in juli bemonsterd. Op deze punten werden geen kokkels in bevisbare dichtheden aangetroffen (20 kokkels/m^2 of minder). De schatting van het totale kokkelbestand in de Waddenzee (bevisbaar en niet bevisbaar tesamen) wordt met inbegrip van deze monsterpunten 500 ton versgewicht (= 0.5%) hoger. Gezien de geringe bijdrage van de in juli bezochte gebieden aan het kokkelbestand en vanwege het tijdrovende karakter van de verschillende berekeningen, is verwerking van deze gegevens in de al in mei uitgevoerde verdere berekeningen achterwege gebleven.
In tegenstelling tot in de Oosterschelde spelen verhuurde visserijpercelen in de Waddenzee geen rol van betekenis. Van alle monsterpunten liggen er slechts acht op mosselpercelen. Op deze locaties werden geen kokkels aangetroffen.
In de figuren 8 t/m 11 is de verspreiding van de kokkels in aantallen/m^2 en in gram/m^2 over het oostelijke en westelijke deel van de Waddenzee in kaart gebracht. In figuur 12 en 13 is het versgewicht van meerjarige kokkels weergegeven. Opvallend zijn hier de geringe gewichten van meerjarige kokkels tegen de kust van het Friese vasteland (vanaf de Zwarte Haan tot aan de Zoutkamperlaag). Ook hier wijzen de lage gewichten op minder goede groeiomstandigheden en zijn, net als in de Oosterschelde, de dichtheden vaak relatief hoog mede als gevolg van een geringe belangstelling van de visserij voor deze gebieden in de voorgaande jaren.

Berekeningen met en zonder deze gebieden levert voor de gehele Waddenzee een verschil in biomassa op van 17%. Voor alleen het gebied E (gebied onder Ameland) is dat zelfs 35 %.

In tabel 3 is de kokkelbiomassa in de deelgebieden van de Waddenzee in tonnen versgewicht in mei en september weergegeven. In de beide "ecoplots" ligt ongeveer 6% van het totale kokkelbestand. Met daaraan toegevoegd gebied F, dat vorig jaar voor de mechanische kokkelvisserij eveneens gesloten is gebleven, is dat 22 %. Het gaat in deze gebieden echter wel om relatief grote kokkels, waardoor deze gebieden voor de visserij aantrekkelijker zijn dan genoemde percentages doen vermoeden (zie ook paragraaf 4).

3.3. OOGSTBARE KOKKELBIOMASSA

In een situatie waarin de duur van het kokkelseizoen niet wordt gereguleerd, zal de visserij in het algemeen voortduren tot het moment dat de dichtheden op de kokkelbanken zover zijn gedaald, dat het economisch niet of nauwelijks meer lonend is verder door te vissen. Deze dichtheden kunnen lager zijn dan wenselijk is vanuit andere belangen in het gebied, bijvoorbeeld met betrekking tot de fourageermogelijkheden voor vogels. Dit heeft tot gevolg dat visserijbeperkende maatregelen worden genomen, zoals spijlwijdteregelingen voor de gebruikte vistuigen en spoelzeven en beperking van het aantal visdagen. Doel van deze maatregelen is onder meer dat na de visserij een zekere minimum dichtheid aan kokkels op de kokkelbanken achterblijft.
In deze paragraaf wordt ingegaan op het verband tussen deze einddichtheid en de te verwachten oogst aan kokkelvlees. Of het bij deze dichtheid niet rendabel is door te vissen danwel dat doorvissen niet verder wordt toegestaan, wordt daarbij in het midden gelaten. Relevante eindwaarden zijn uiteraard wel in de berekeningen opgenomen. In onderzoek naar de voedselopname van scholeksters wordt, gebaseerd op onderzoek van Sutherland (1982), een dichtheid van 50 kokkels/m^2 gehanteerd als dichtheid waarbij deze vogels nog profijtelijk kunnen fourageren (Coosen, 1987). Wat de visserij betreft is de visserij in 1989 gestaakt bij een dichtheid van ca 30 (maatse) kokkels/m^2 (bron: RIVO, in voorber.). De eerder genoemde rentabiliteitsgrens van een vangst van 1375 kg kokkelvlees per visdag komt overeen met dichtheid van ca 20 maatse kokkels/m^2. Bij de berekeningen is een brede band aan einddichtheden doorlopen, breder dan realistisch is uit oogpunt van de doelstelling van het onderzoek. De grote bandbreedte maakt samenhang tussen visserijdruk, oogst, en de omvang van het bestand na de visserij echter beter

inzichtelijk. Behalve op basis van dichtheden in aantallen/m^2 als grens voor de visserij, zijn ook berekeningen uitgevoerd uitgaande van biomassa's/m^2, omdat daarin ook de grootte van de kokkels is verdisconteerd.

De berekening verloopt als volgt:

- Er wordt een einddichtheid gekozen, bijvoorbeeld 40 kokkels/m^2.
- Nagegaan wordt op welke locaties een hogere dichtheid is gevonden. In werkelijkheid zullen alleen deze locaties worden bezocht en bevist. Met deze locaties is verder gerekend.
- Stel dat op een locatie gemiddeld 200 kokkels/m^2 liggen, dan betekent dat dat 200-40=160 kokkels/m^2 kunnen worden weggevist. Er kan dan dus 160/200=80 % van de op de betreffende locatie aanwezige bestand worden geoogst.
- Door deze berekening uit te voeren voor alle locaties waar kokkels zijn aangetroffen en de uitkomsten daarvan vervolgens op te tellen, wordt de totaal te verwachten oogst aan kokkels verkregen. Het totale oppervlak (kolom drie in de tabellen) is het aantal locaties dat aan de gestelde minimum bezetting voldoet, vermenigvuldigd met het oppervlak van een vak in het raster.

Deze handelwijze is een aantal malen doorlopen bij steeds nieuw gekozen einddichtheden.
De resultaten van deze berekeningen staan voor de Oosterschelde weergeven in tabel 4, voor de Waddenzee in tabel 5. Voor de Oosterschelde zijn bij de berekeningen de kokkels aanwezig op percelen uiteraard buiten beschouwing gelaten.
In kolom zeven van de tabellen is de oogst uitgedrukt in tonnen kokkelvlees. Daarbij is uitgaan van een vleesgehalte van de kokkels van 15% gekookt vlees t.o.v. het versgewicht.
In kolom acht is de verwachte oogst opgenomen, ervan uitgaande dat de in de vorige paragraaf genoemde gebieden met kokkels met een gewicht minder dan 4 gram in mei in september niet bevist worden. In figuur 14 is de te verwachten oogst aan kokkels als functie van de einddichtheid grafisch weergegeven.
De tabellen en figuren zijn zowel te gebruiken voor het bepalen van de hoeveelheid kokkels die door de visserij kan worden geoogst, als voor de hoeveelheid voedsel die voor vogels beschikbaar is, gegeven de dichtheid tot welke wordt doorgevist, danwel waarbij het voor vogels nog lonend is om te blijven fourageren.

3.4. BEREKENING VISSERIJ-INSPANNING IN AANTAL VISDAGEN

Een logisch vervolg op de berekeningen in de vorige paragraaf is het vaststellen van de visserij-inspanning die leidt tot de genoemde einddichtheden. Naar schatting kan door een kokkelvaartuig per dag een oppervlak van gemiddeld 4 hectare worden afgevist (zie paragraaf 2). Dit oppervlak is het oppervlak dat aan vissporen wordt geproduceerd. Tijdens het vissen, vooral na langere tijd, zullen de vissporen elkaar steeds vaker gaan overlappen. Het bodemoppervlak dat aan het eind van een dag vissen werkelijk is schoongevist en daarmee ook de vangst, is dus minder dan 4 hectare en wat daarop aan kokkelbiomassa aanwezig is.
Stel, voortbordurend op het voorbeeld in de vorige pargraaf, dat 80% van een veld met kokkels kan worden wegevangen en dit veld een oppervlakte heeft van 40 hectare, dan zal er 80% van dat oppervlak= 32 hectare moeten worden schoongevist. Het af te vissen oppervlak is aanzienlijk hoger. Er van uitgaande dat de de schipper van een kokkelvaartuig eerder gemaakte visporen niet kan ontwijken en dat de vistuigen een vangstefficïentie hebben van 100 %, is het wiskundige verband tussen het afgeviste en schoongeviste oppervlak:

$$\frac{N_t}{N_o} = e^{-(V/N_o)}$$

waarin:

No= oppervlak van het gehele gebied
Nt= oppervlak daarvan dat <u>niet</u> wordt schoongevist
V= oppervlak dat moet worden afgevist

Wat voor het = teken staat, is dat deel van het gebied dat niet wordt schoongevist. Dit is gelijk aan de fractie kokkels die in het gebied blijft liggen. De V in de exponent is het af te vissen oppervlak. De formule kan worden herschreven tot:

$$V = -N_o \ \ln(N_t/N_o)$$

In ons voorbeeld is het af te vissen oppervlak V dan gelijk aan
-40xln(8/40)= 64 hectare.

Voor de locaties waar de kokkeldichtheid boven de veronderstelde einddichtheid ligt, zijn op deze wijze het af te vissen oppervlakten berekend en, net als in de vorige paragraaf, vervolgens opgeteld. Door dit totaal af te vissen oppervlak te delen door het aantal hectaren dat per vaartuig per dag wordt bevist, wordt het totaal aantal te besteden visdagen verkregen. Deze waarde, gedeeld door 36, levert het aantal visdagen per schip op. Zou de vangstefficiëntie niet 100% maar 90% blijken te zijn, bijvoorbeeld doordat maar een deel van de kokkels wordt uitgezeefd, dan moet voor het afgeviste oppervlak per dag 0,9 x 4 = 3,6 ha worden gebruikt.
Deze berekeningen zijn op dezelfde wijze als in de vorige paragraaf voor verschillende einddichtheden (in zowel aantallen als in biomassa per m^2) herhaald. In tabel 6 en 7 staat resultaat daarvan voor de Oosterschelde en de Waddenzee afzonderlijk weergegeven. In kolom acht van deze tabellen is de te verwachten vangstgrootte op de laatste visdag berekend.
De tabellen geven aan hoe de visserij verloopt als de vloot zich volledig in één van deze gebieden zou concentreren. In de praktijk zullen de 36 schepen zich echter verdelen over de Oosterschelde en de Waddenzee. De berekeningen zijn daarom ook uitgevoerd voor de Oosterschelde en de Waddenzee samen (tabel 8). Daarvan uitgaande zijn in figuur 15 de verwachte oogst aan kokkelvlees en de einddichtheid als functie van het aantal visdagen grafisch weergegeven.
De afzonderlijke tabellen van de Oosterschelde en de Waddenzee geven een indruk hoe de visserij zich over beide gebieden zal verdelen. Uitgaande van een einddichtheid van 40 kokkels/m^2 zullen in de Oosterschelde 492 en in de Waddenzee 1304 visdagen worden besteed. Deze inspanning wordt bereikt wanneer 73% van de vloot (=26 schepen) in de Waddenzee actief is en 10 schepen in de Oosterschelde vissen.
Tot slot wordt in figuur 16 de te verwachten oogst als functie van het aantal visdagen vergeleken voor berekeningen die uitgaan van aantallen en biomassa's als einddichtheden. In het laatste geval is de berekende oogst hoger. Dit is het gevolg van het feit dat er relatief veel bestanden zijn met vrij lage dichtheden, maar met vrij grote kokkels. Deze worden in berekeningen uitgaande van biomassa's "langer bevist" dan wanneer met aantallen als uitgangspunt wordt gerekend.

3.5. BIOMASSA MOSSELEN EN NONNETJES

Behalve kokkels zijn ook de nonnetjes en mosselen aanwezig in de genomen monsters geteld en gewogen. In figuur 16 t/m 18 is de verspreiding van nonnetjes in de Oosterschelde en de Waddenzee weergegeven. In de Waddenzee is de dichtheid gemiddeld 42.1 nonnetjes/m^2 met een 95% betrouwbaarheidsinterval van ± 9%. In de Oosterschelde is de dichtheid aanmerkelijk lager: 4.5 nonnetjes/m^2 (± 26%). De totale biomassa aan nonnetjes in beide gebieden in mei bedraagt respectivelijk 84000 en 520 ton versgewicht. Deze waarden zijn een onderschatting van het werkelijk aanwezige bestand. De monsters zijn veelal uitgezeefd met een plastic vismand. De meer ronde kokkels en mosselen kunnen daaruit niet onstsnappen. Van de vrij platte nonnetjes kan echter een aanzienlijk deel verloren zijn gegaan. Verder kan het bestand aan nonnetjes zijn onderschat, gegeven het feit dat zij zich soms vrij diep ingraven, dieper dan met het monstertuig gemonsterd kan worden. Opmerkelijk is dat in de Waddenzee , ondanks een mogelijke onderschatting, de populatie nonnetjes de kokkelbiomassa evenaart.

Een schatting van het aanwezige bestand aan wilde mosselen is nauwelijks te maken. Gemiddeld zijn er op de vrije gronden in de Waddenzee 3.2 mosselen en in de Oosterschelde 1.0 mosselen per m^2 aanwezig, overeenkomend met 42000 en 640 ton versgewicht totaal in beide gebieden. De brede betrouwbaarheidsintervallen (resp. ± 70% en 74%) wijzen er echter op dat het hier gaat om zeer ruwe schattingen. Op droogvallende percelen in de Oosterschelde is uitgaande van de bemonsyteringen ca. 9700 ton mosselen aanwezig.

De biomassas nonnetjes en mosselen zijn niet doorgerekend naar de biomassa in september. Voor nonnetjes mag aangenomen worden dat de biomassa in de periode tot september nog flink kan toenemen.

4. DISCUSSIE

Al vóór de aanvang van het onderzoek was duidelijk dat 1990 een kokkelarm jaar zou worden als gevolg van de geringe broedval in 1988 en 1989. De resultaten van het onderzoek bevestigen dit. De totale kokkelbiomassa in de gehele Waddenzee zal in september ongeveer 22500 ton vlees bedragen. In de Oosterschelde is dat 8800 ton, waarvan 3200 ton (=36%) op verhuurde visserijpercelen ligt.
Het optreden van kokkelarme jaren is, zeker in de Waddenzee, geen onbekend verschijnsel en is ondermeer al beschreven door de Vlas (1982) en in het rapport RIN87/18 (1987). Vergeleken met de daarin geschatte kokkelbestanden voor de periode 1971- 1986, kan seizoen 1990 geschaard worden in de rij van kokkelarme jaren. In de seizoenen '75, '79, '85 en '86 lag de biomassa evenwel nog ongeveer een factor twee lager dan in 1990. Ook in 1987 waren in de Waddenzee weinig meerjarige kokkels aanwezig, met als gevolg dat jaar dat de vloot vrijwel geheel uitweek naar de Oosterschelde. De kokkels van de overvloedige broedval in het voorjaar 1987 konden pas in het najaar van 1988 worden bevist. Ten opzichte van het uitzonderlijke goede kokkeljaar 1980 valt het bestand in 1990 echter in het niet. In 1980 (helaas het enige jaar waarin een vergelijkbaar volledige bestandsopname van kokkels in de Waddenzee is uitgevoerd), was in de Waddenzee naar schatting 260000 ton vlees aanwezig (de Vlas, 1982).
Zoals in de voorgaande paragrafen is voorgerekend, zijn er op zich nog voldoende bevisbare kokkels in de Oosterschelde en Waddenzee aanwezig om een vangst te behalen van 10.000 ton kokkelvlees. Dat is ongeveer de hoeveelheid die ook de afgelopen jaren is opgevist.
Gezien de ontwikkelingen in eerdere kokkelarme jaren, bestaat echter het risico dat conflicten ontstaan met andere belangen in het gebied en dan met name met betrekking tot de fourageermogelijkheden voor vogels. Uit het RIN rapport (1987) blijkt dat in een gemiddeld kokkeljaar door scholeksters en eidereenden tussen de 9000 en 12000 ton kokkelvlees uit de Wadbodem wordt gehaald. Het daarvoor benodigde bestand aan kokkels moet echter groter zijn dan deze hoeveelheid, omdat voor het energetisch profijtelijk fourageren door vogels een minimale dichtheid van kokkels vereist is. Daarnaast kunnen andere schelpdieren als vervangende voedselbron fungeren (RIN, 1987). In dit verband wordt vooral gedoeld op nonnetjes. Deze zijn in de Waddenzee in 1990 in een ongeveer gelijke hoeveelheid aanwezig zijn als kokkels: in mei 83700 ton versgewicht en mogelijk is dat nog aanzienlijk meer. Verder kunnen mosselen een alternatief zijn, maar dat bestand is, gezien alleen al de resultaten van de mosselzaadvisserij, momenteel klein. Uitgaande van de bestandsopname in mei zou het bestand aan wilde mosselen in het litoraal van

de Waddenzee ruw geschat echter toch nog 42000 ton bedragen. In hoeverre het overschakelen op andere voedselbronnen en de verschuiving in de voedselconcurrentie tussen vogelsoorten die kan ontstaan (RIN, 1987) ongewenst is of opweegt tegen de belangen van de visserij, kan hier niet worden beoordeeld.

Met een totaal bestand van van 8800 ton kokkelvlees is ook in de Oosterschelde sprake van een kokkelarm jaar. De variatie in het kokkelbestand is door de jaren heen veel geringer dan in de Waddenzee en ligt tussen de 20000 ton vlees in goede jaren (1984 en 1987) tot ca 10000 ton in magere jaren (1985 en 1986) (gegevens DIHO, RWS/DGW, bewerkt door de Vlas). In 1987 is in de Oosterschelde intensief gevist als gevolg van het vrijwel ontbreken van bevisbare kokkels in de Waddenzee, hetgeen dat jaar resulteerde in de record aanvoer uit dit gebied van 8000 ton vlees.
Per jaar is de voedselbehoefte van scholeksters in de Oosterschelde ongeveer 400 ton asvrijdrooggewicht aan kokkels (Coosen, 1987). Dat komt overeen met 10000 ton verse kokkels x15% = ca1500 ton kokkelvlees. Deze hoeveelheid is alleen al aanwezig op verhuurde mosselpercelen (nl. 3200 ton) en in voldoende hoge dichtheden. Het is op percelen niet toegestaan deze kokkels mechanisch weg te vissen. Wel zal een onbekend deel van deze kokkels door handkokkelaars worden geoogst. Een ander aspect betreft de vraag of de kokkels op de percelen, wanneer deze de belangrijkste voedselbron voor scholeksters zouden worden, ook worden benut. Scholeksters blijken vrij star te zijn in de keuze van hun fourageergebied en verhuizen maar met moeite naar andere plaatsen met betere voedselomstandigheden (Lambeck, pers. med.) De percelen met kokkels liggen echter redelijk verspreid, zij het met een concentratie in het middengebied van de Oosterschelde (Galgenplaat). Alternatieve voedselbronnen in de vorm van nonnetjes of wilde mosselen zijn in de Oosterschelde in veel mindere mate aanwezig dan in de Waddenzee. De meeste mosselen (9700 ton) liggen op droogvallende percelen. Deze mosselen zullen in het najaar echter voor een belangrijk deel worden opgevist om te worden verzaaid naar mosselpercelen beneden de laagwaterlijn.

De hoeveelheid kokkels die kan worden opgevist zal mede afhangen van randvoorwaarden die vanuit de natuurbelangen in de Oosterschelde en Waddenzee worden opgelegd. Gezien het doel van deze rapportage wordt hier niet ingegaan op de meer principiële keuzes die daarbij gemaakt moeten worden. Binnen de uiteindelijk te kiezen randvoorwaarden is het voor de visserij zaak de geboden ruimte optimaal te benutten. Zo zijn natuurbelangen voor een belangrijk deel geformuleerd in termen van het behoud van aanwezige voorraden kokkels als voedselbron voor vogels, terwijl

in de visserij vooral economische motieven spelen. Dit betekent dat als een beperkte hoeveelheid kokkels mag worden opgevist, het verstandig is zich vooral te richten op de "duurdere" kokkels. Dat zijn in het algemeen de grotere kokkels. Uitgaande van individuele gewichten van kokkels in mei en de gemiddelde groei zoals vermeld in tabel 1, is daarom nagegaan waar in september deze grotere kokkels gevonden kunnen worden. De grootte van de kokkels is daarbij uitgedrukt in stukstallen (= aantal kokkels in één kilo gekookt kokkelvlees), een hiervoor in de visserij gangbare maatstaf. Deze stukstallen zijn weergegeven in de figuren 20 t/m 22.
Niet verwonderlijk is dat de grotere kokkels vooral worden aangetroffen in de gebieden die vorig jaar gesloten zijn geweest en toen dus niet zijn weggevist. Vooral het gebied langs de Groninger kust in gebied F zal bij de visserij zeer in trek zijn. Verder worden nog grote kokkels aangetroffen op een aantal zeer hoog gelegen en daardoor moeilijk bevisbare gebieden, zoals op de Steenplaat tussen Texel en Vlieland en nabij Griend.
In de Oosterschelde is er geen duidelijke spreiding in kokkelgroottes, behalve het eerder genoemde verschijnsel dat vooral tegen de Thoolse en Zuid Bevelandse kust de kokkels klein zijn. De kokkels op mosselpercelen zijn, zoals te verwachten, daarentegen relatief groot.

Tot slot nog het volgende: De in dit rapport uitgevoerde berekeningen zijn gebaseerd op een uitgebreide bestandsopname, die, voor zover nu is te overzien, het kokkelbestand in mei goed dekt. Verdere berekeningen en extrapolaties zijn gebaseerd op gegevens over gemiddelde groei, sterfte, en bijvoorbeeld op de aanname dat de verschillende kokkelbestanden (even) goed bereikbaar zijn voor kokkelvaartuigen. De variatie in groei en de consequenties daarvan voor het inschatten van de bevisbare biomassa in september zijn al aangeroerd in verband met het voorkomen van bestanden kleine kokkeltjes langs bijvoorbeeld de Friese kust. Daarnaast bestaat de indruk dat het onderzoek naar de groei van kokkels veelal is uitgevoerd in de traditionele kokkelgebieden. Dit zijn gebieden waar de groei relatief hoog is en de natuurlijke sterfte mogelijk juist laag kan zijn. Ook de beperkte bereikbaarheid van hooggelegen gebieden, waar veelal korter gevist kan worden dan de aangenomen 4 uur, is niet in de berekeningen verwerkt. In deze gebieden zijn in 1990 de dichtheden vrij hoog en ligt er een aanzienlijk deel van de bevisbare kokkelbiomassa. Verder ontbreekt bij de berekening van de potentiële oogst aan kokkels inzicht in het verlies van maatse dan wel ondermaatse kokkels als gevolg van schelpbreuk. Bij de interpretatie van de tabellen en de grafieken dient hiermee rekening gehouden te worden. Indien dit bestandsonderzoek komende jaren wordt voortgezet, zal ook aan deze aspecten aandacht besteed moeten worden.

5. CONCLUSIES

- De biomassa aan kokkels is in 1990 in zowel in de Oosterschelde als in de Waddenzee laag.
- De hoeveelheid bevisbare kokkels in september is evenwel voldoende voor een aanvoer die vergelijkbaar is met de aanvoer in voorgaande jaren. Dat houdt in dat ca 35 % van het totale kokkelbestand moet worden opgevist.
- Een dergelijke visserij-inspanning kan een negatieve invloed hebben op de fourageermogelijkheden voor vogels.
- Grote kokkels worden vooral in de gebieden aangetroffen die voorgaande jaren gesloten zijn gebleven voor de kokkelvisserij. Bestanden kleine kokkels liggen hoog in de getijdezone tegen de Friese kust en langs de dijken in het oostelijke deel van de Oosterschelde.
- Nonnetjes in de Waddenzee zijn aanwezig in een vergelijkbare biomassa als die van kokkels. De dichtheden liggen aanzienlijk hoger. In de Oosterschelde is de biomassa van nonnetjes gering.
- De schatting van de biomassa aan wilde mosselen is relatief onnauwkeurig, maar kan als laag worden getypeerd.
- De biomassa van kokkels aanwezig op mosselpercelen in de Oosterschelde is groter dan de voedselbehoefte van scholeksters in dit gebied.

6. VERWIJZINGEN:

Buth, G. J. C., 1987. De relatie kokkel-scholekster in de Oosterschelde tegen de achtergrond van de kokkelvisserij-activiteiten. Notitie Ministerie van Landbouw, Consulentschap NMF in Zeeland (Goes).

Coosen, J. & Marteijn, E., 1987. Effecten kokkelvisserij in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat, DGW, Notitie GWWS-87.635

Lambeck, R. H. D., A Hannewijk en E.M.B. Brummelhuis, 1988. Een bestandsopname in november 1987 van de kokkel (Cerastoderma edule) op twee platen in de Oosterschelde: mogelijke effecten van visserij. DIHO-rapport 1988-6 . Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek in Yerseke.

Dijkema, R., 1988. De Nederlandse kokkelvisserij in 1987, achtergronden en suggesties voor toekomstig beheer. RIVO-rapport AQ 88-01.

RIN 1987. Effecten van de kokkelvisserij in de Waddenzee. RIN-rapport 87/18:1-20.

Sutherland, W. J., 1982. Spatial variation in the predation of cockles by oystercatchers at Traeth Melynog, Anglesy. II. The pattern of mortality. J. Anim. Ecol. 51:491-500.

Twisk, F., 1990. Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW. Notitie GWWS-90.13093.

Vlas, J. de, 1982. De effecten van de kokkelvisserij op de bodemfauna van de Oosterschelde en de Waddenzee. RIN-rapport 82/19: 99 p.

7. LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN

		pag.
Fig. 1	Ligging van de monsterpunten en deelgebieden in de Oosterschelde.	20
Fig. 2	Monsterpunten en gebiedsindeling in de Waddenzee.	21
Fig. 3	Relatie tussen de schelplengte en het individueel versgewicht van kokkels.	22
Fig. 4	Verband tussen de schelplengte en de schelpdikte van kokkels.	22
Fig. 5	Verspreiding van één- en meerjarige kokkels in de Oosterschelde.	23
Fig. 6	Biomassa van kokkels in de Oosterschelde.	24
Fig. 7	Individueel versgewicht van meerjarige kokkels in de Oosterschelde.	25
Fig. 8	Verspreiding van één- en meerjarige kokkels in de Westelijke Waddenzee.	26
Fig. 9	Verspreiding van één- en meerjarige kokkels in de Oostelijke Waddenzee.	27
Fig. 10	Biomassa van kokkels in gram/m^2 in de Westelijke Waddenzee.	28
Fig. 11	Biomassa van kokkels in gram/m^2 in de Oostelijke Waddenzee.	29
Fig. 12	Individueel versgewicht van meerjarige kokkels in de Westelijke Waddenzee.	30
Fig. 13	Individueel versgewicht van meerjarige kokkels in de Oostelijke Waddenzee.	31
Fig. 14	Vangst aan kokkelvlees als functie van de dichtheid kokkels waarbij de visserij wordt gestaakt.	32
Fig. 15	Relatie tussen het aantal visdagen per kokkelvaartuig, de totale vangst aan kokkelvlees en de te verwachten einddichtheid van de beviste banken.	33
Fig. 16	De oogst aan kokkelvlees als functie van het aantal visdagen.	34
Fig. 17	Verspreiding van nonnetjes in aantallen/m^2 in de Oosterschelde.	35
Fig. 18	Verspreiding van nonnetjes in aantallen/m^2 in de Westelijke Waddenzee.	36
Fig. 19	Verspreiding van nonnetjes in aantallen/m^2 in de Oostelijke Waddenzee.	37
Fig. 20	Berekend stukstal van kokkels in de Oosterschelde (najaar).	38
Fig. 21	Berekend stukstal van kokkels in de Westelijke Waddenzee (najaar).	39
Fig. 22	Berekend stukstal van kokkels in de Oostelijke Waddenzee (najaar).	40
Tabel 1	Gegevens over groei en sterfte van kokkels. (pag.5)	5
Tabel 2	De kokkelbiomassa in de Oosterschelde in mei en september 1990.	41
Tabel 3	De kokkelbiomassa Waddenzee in mei en september 1990.	42
Tabel 4	Te verwachten oogst van kokkels in de Oosterschelde als functie van de dichtheid in kokkelbanken waarbij de visserij wordt gestaakt.	43
Tabel 5	Oogstbare biomassa van kokkels in de Waddenzee.	44
Tabel 6	Te verwachten visserij-inspanning in de Oosterschelde.	45
Tabel 7	Te verwachten visserij-inspanning in de Waddenzee.	46
Tabel 8	Te verwachten visserij-inspanning in de Waddenzee en de Oosterschelde samen als functie van de dichtheid waarbij de visserij wordt gestaakt.	47

Fig. 1 Ligging van de monsterpunten en deelgebieden in de Oosterschelde.
Bij de verwerking van de gegevens is onderscheid gemaakt tussen het gebied ten oosten en ten westen van de Zeelandbrug. Locaties op verhuurde mosselpercelen zijn apart aangegeven.

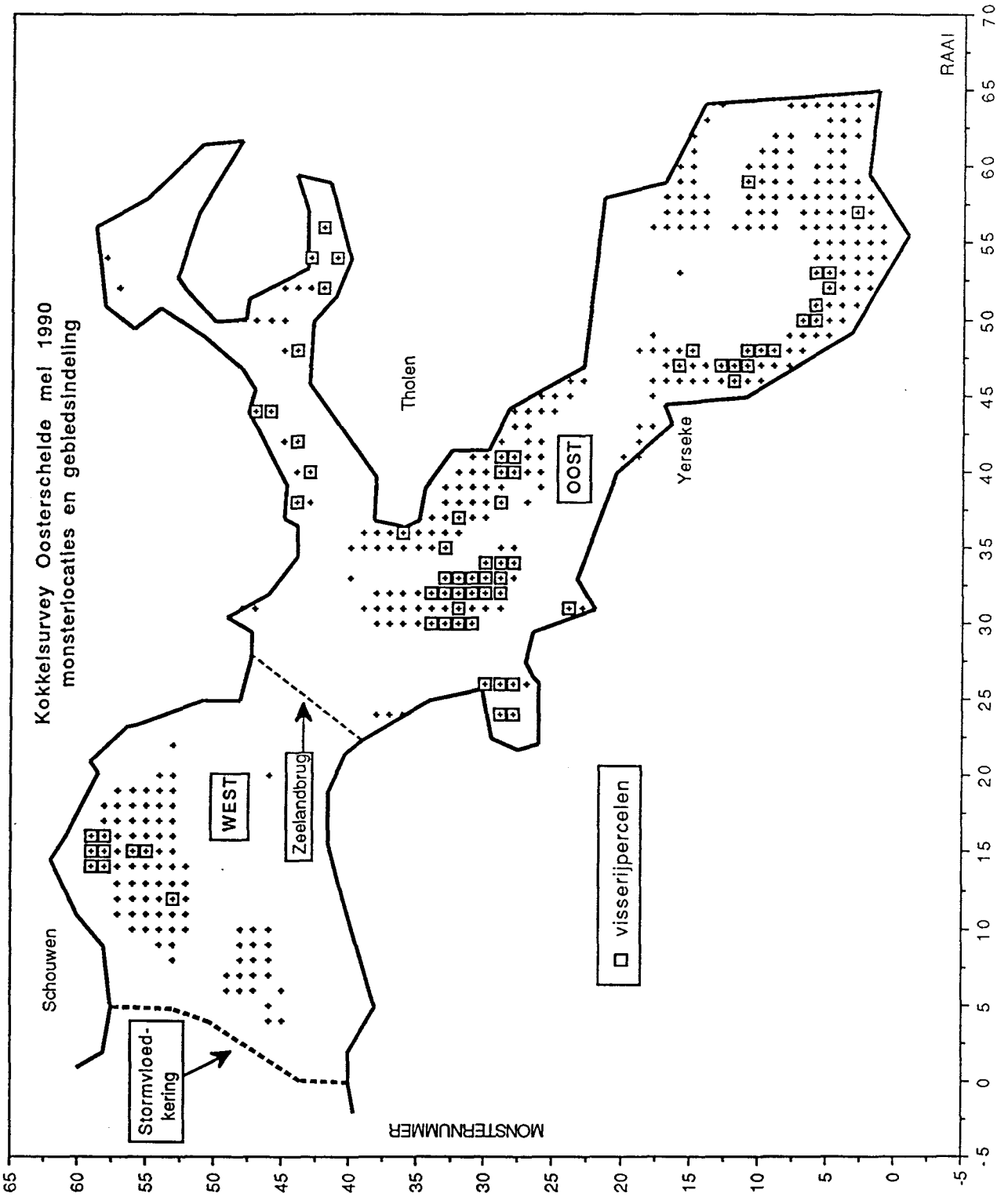


Fig. 2 Monsterpunten en gebiedsindeling in de Waddenzee.
De beide ecoplots alsmede het resterende gedeelte van het gebied F zijn in 1989 niet voor de kokkelvisserij opengesteld.

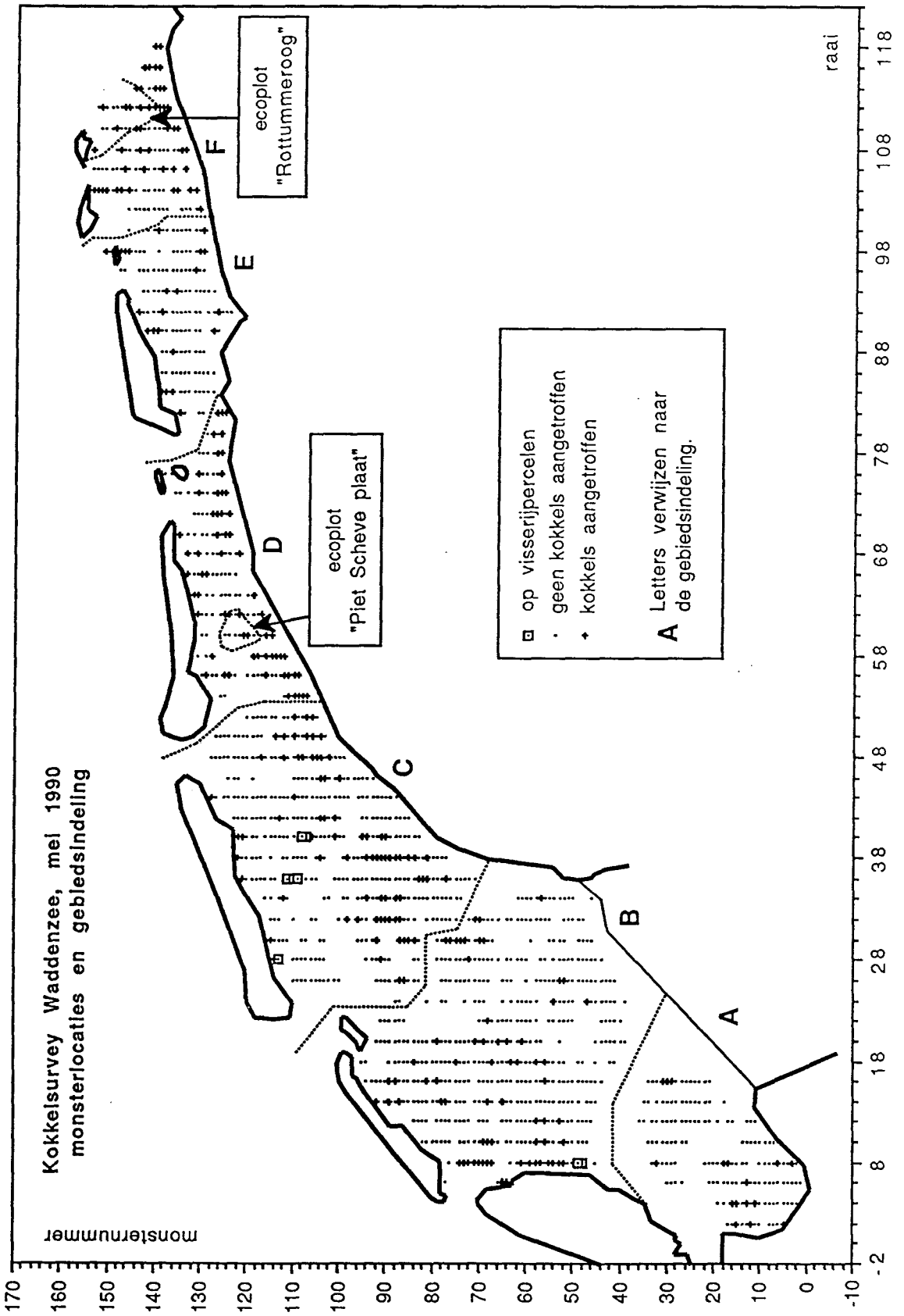


Fig. 3 Relatie tussen de schelplengte L in mm en het individueel versgewicht IFW in gram van kokkels.
Gegevens RIVO: verzaaiexperiment 1988, Westerschelde- Oosterschelde.

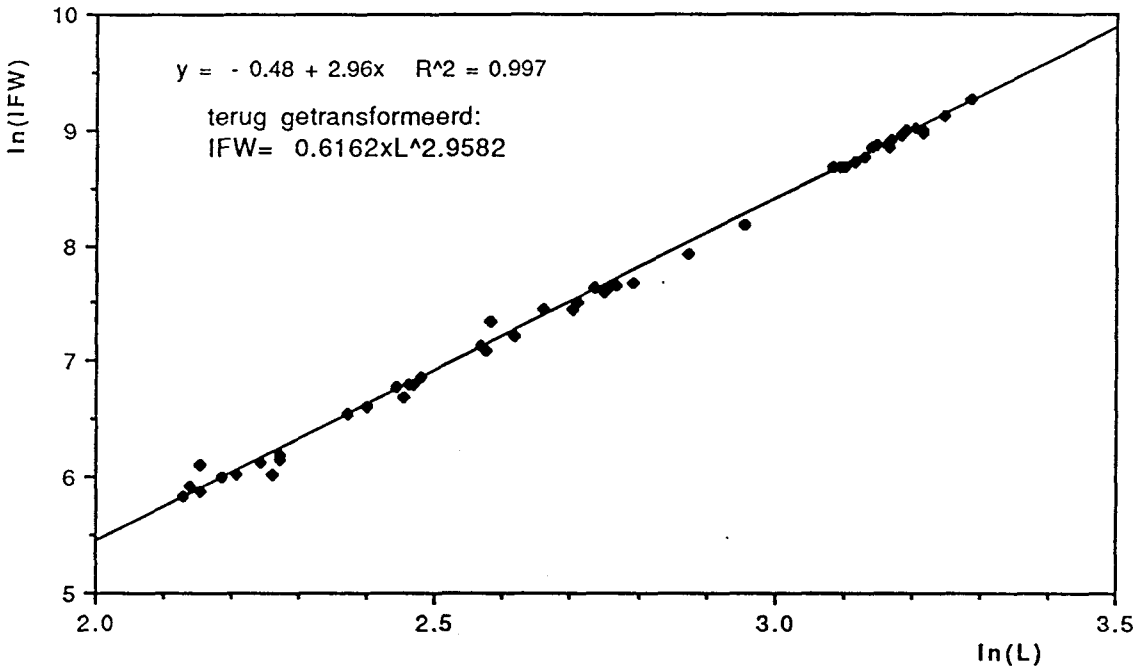


Fig. 4 Verband tussen de schelplengte (gemeten van slot tot rand) en de schelpdikte van kokkels. Met de schelpdikte wordt de kleinst meetbare diameter van een kokkel bedoeld, welke bepalend is of deze al dan niet in de spoelmolens wordt uitgezeefd. De voorgeschreven minimum spijlwijdte van kokkelkorren en spoelmolens is momenteel 15 mm.

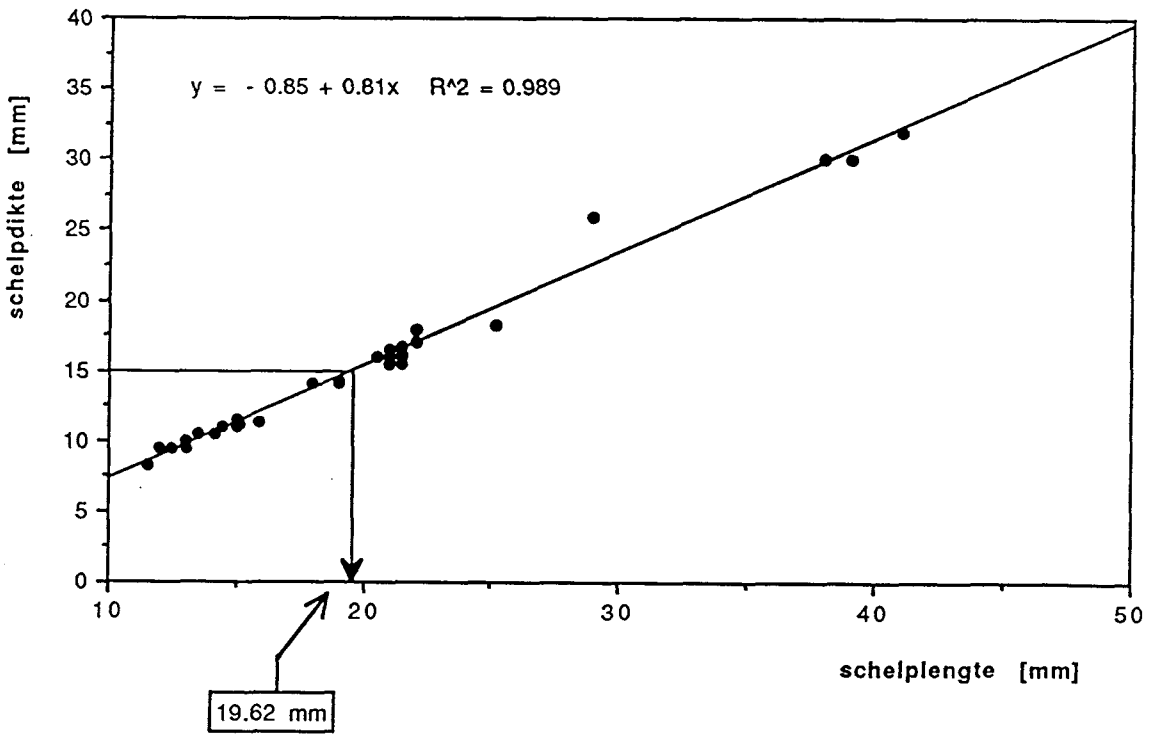


Fig. 5 Verspreiding van één- en meerjarige kokkels tesamen in aantallen/m^2 in de Oosterschelde (mei 1990).

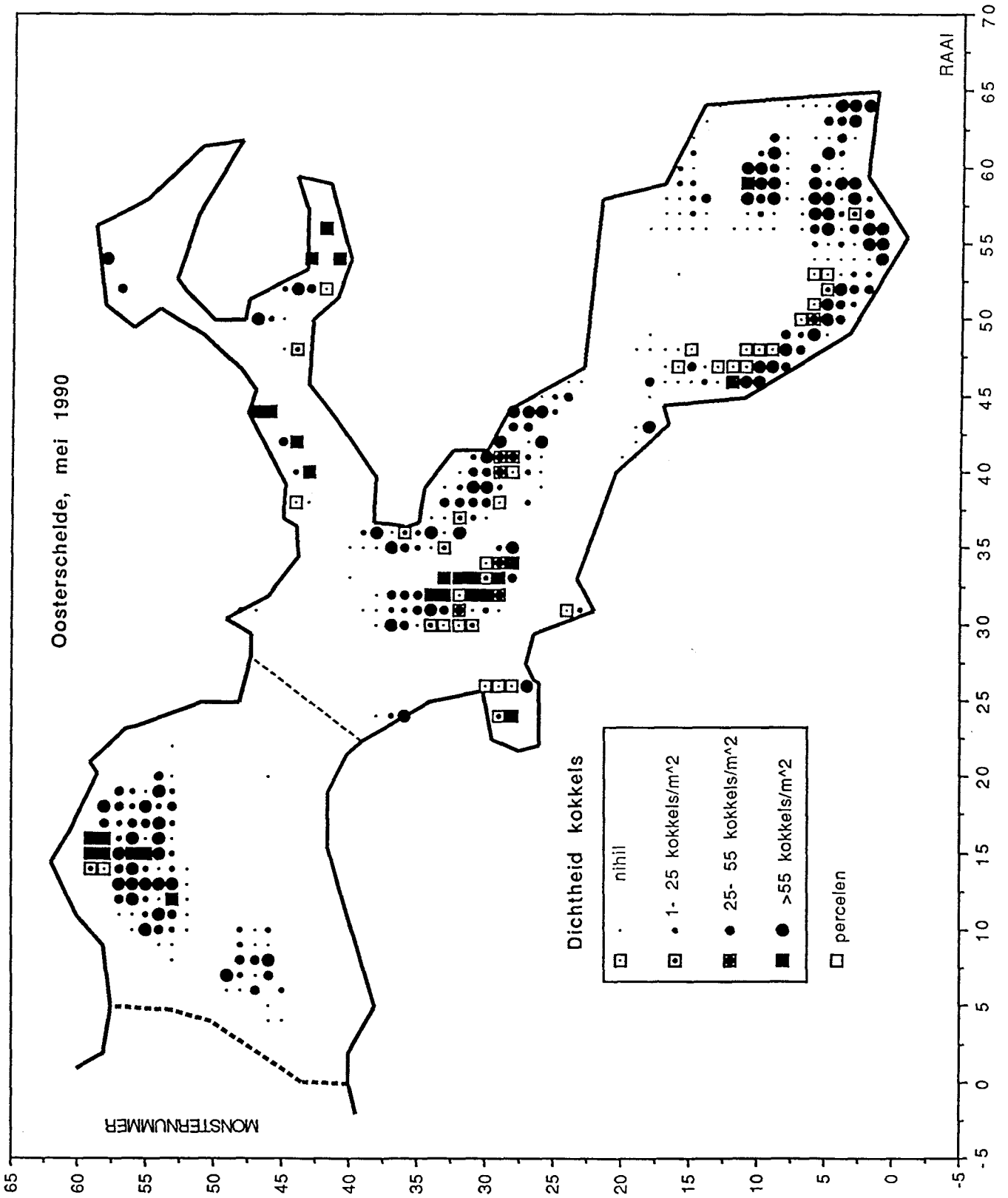


Fig. 6 Biomassa van kokkels in gram versgewicht/m^2 in de Oosterschelde (mei 1990).

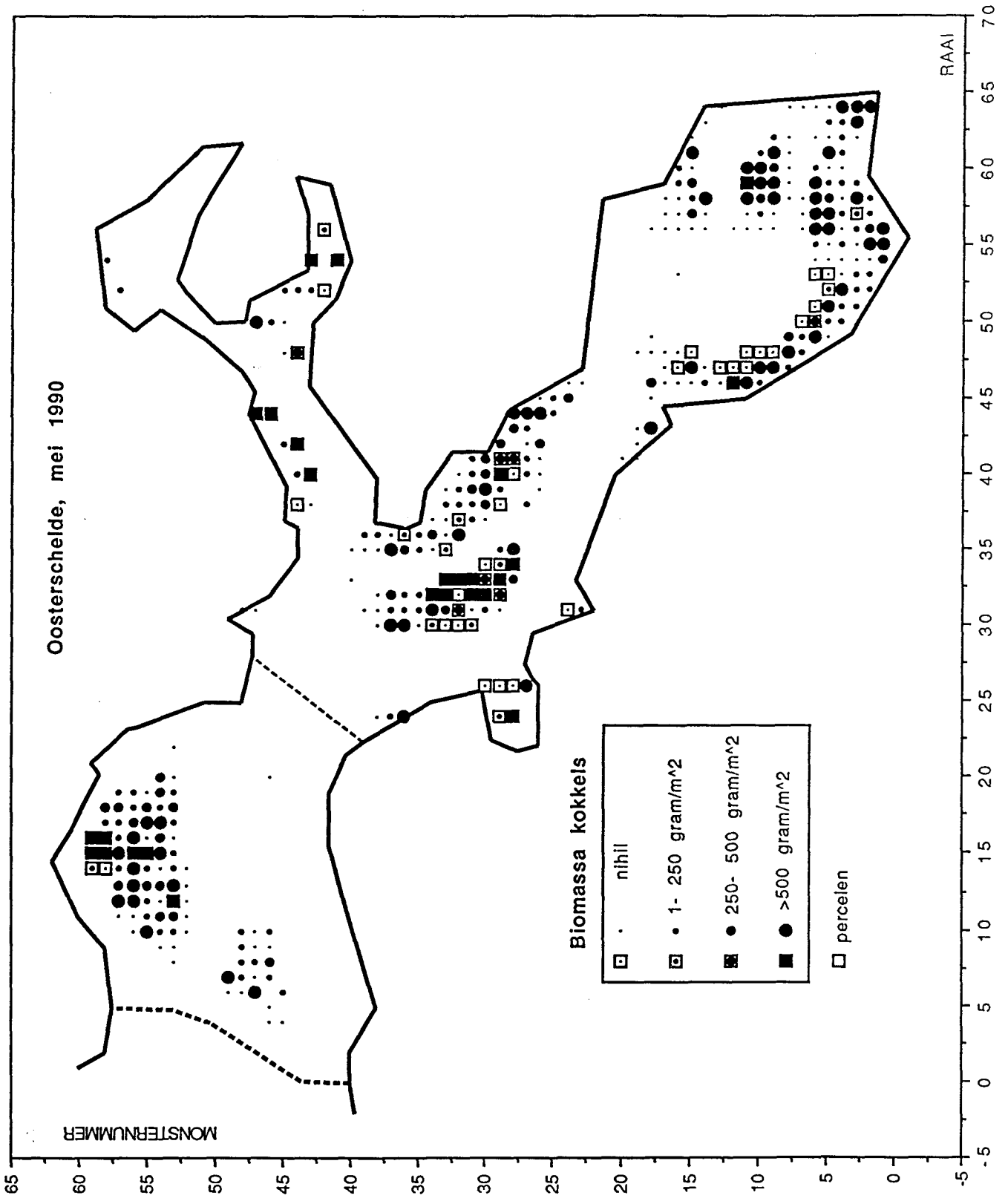


Fig. 7 Individueel versgewicht van meerjarige kokkels in de Oosterschelde (mei 1990).

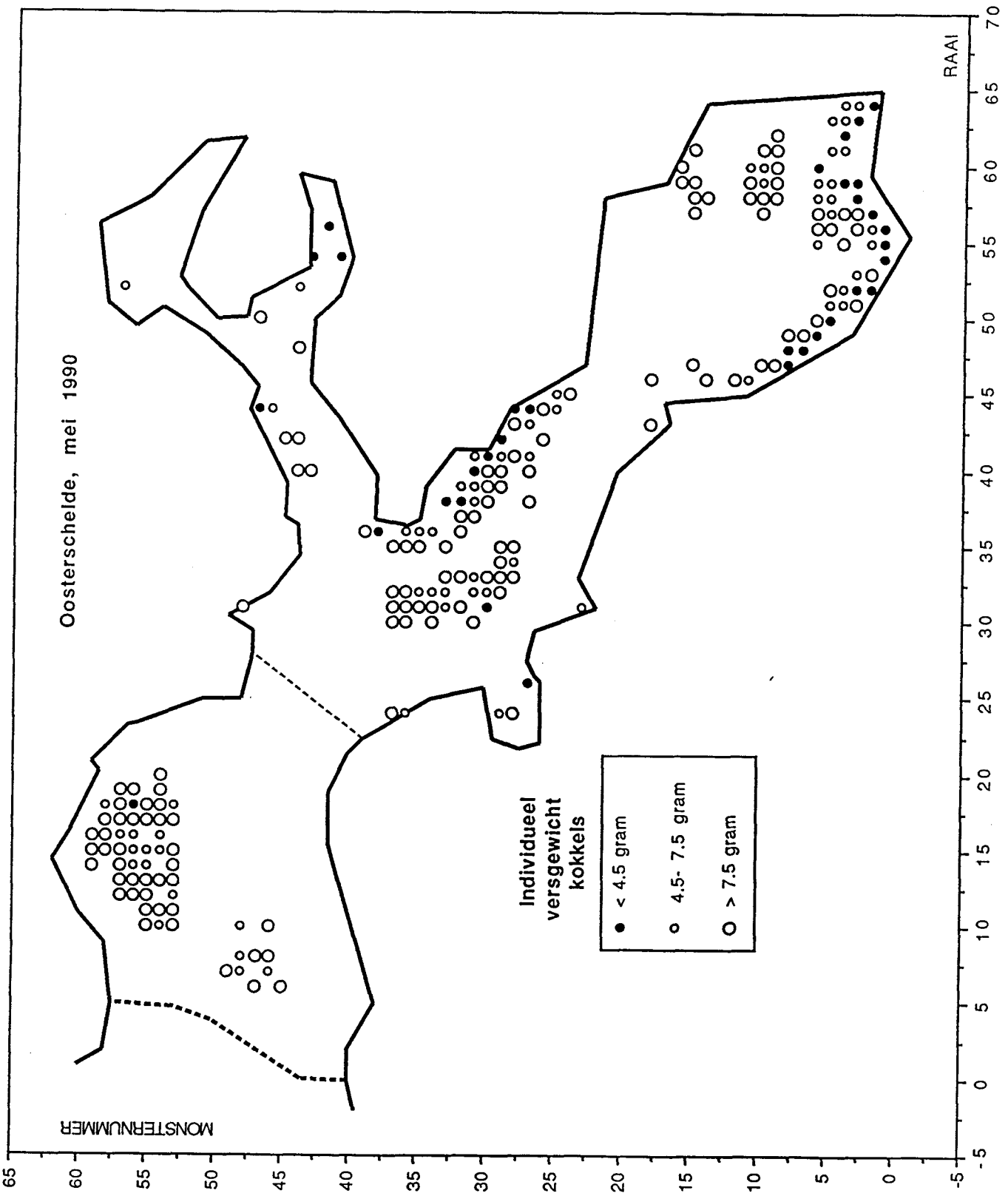


Fig. 8 Verspreiding van één- en meerjarige kokkels tesamen in aantallen/m^2 in de Westelijke Waddenzee (mei 1990).

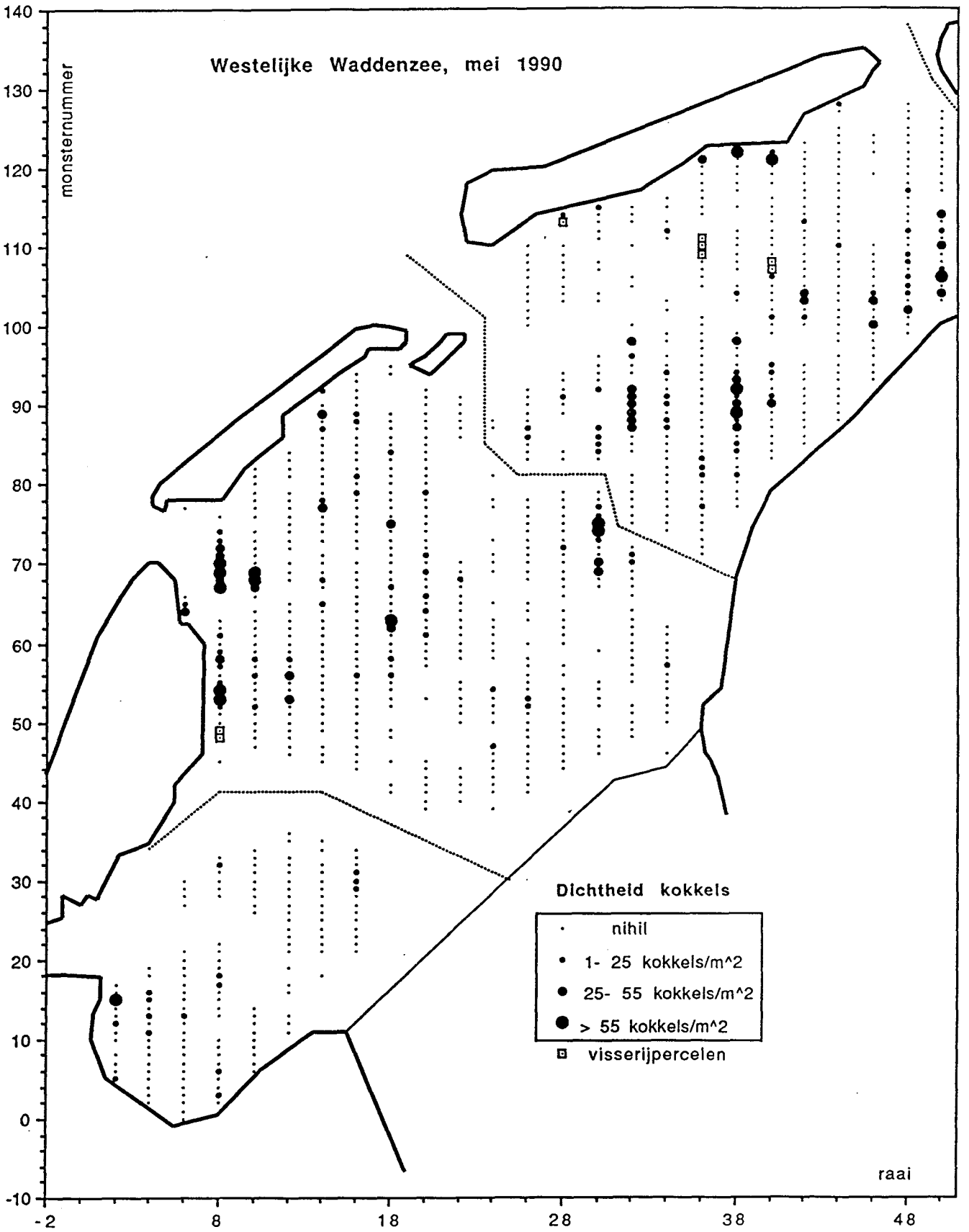


Fig. 9 Verspreiding van één- en meerjarige kokkels tesamen in aantallen/m^2 in de Oostelijke Waddenzee (mei 1990).

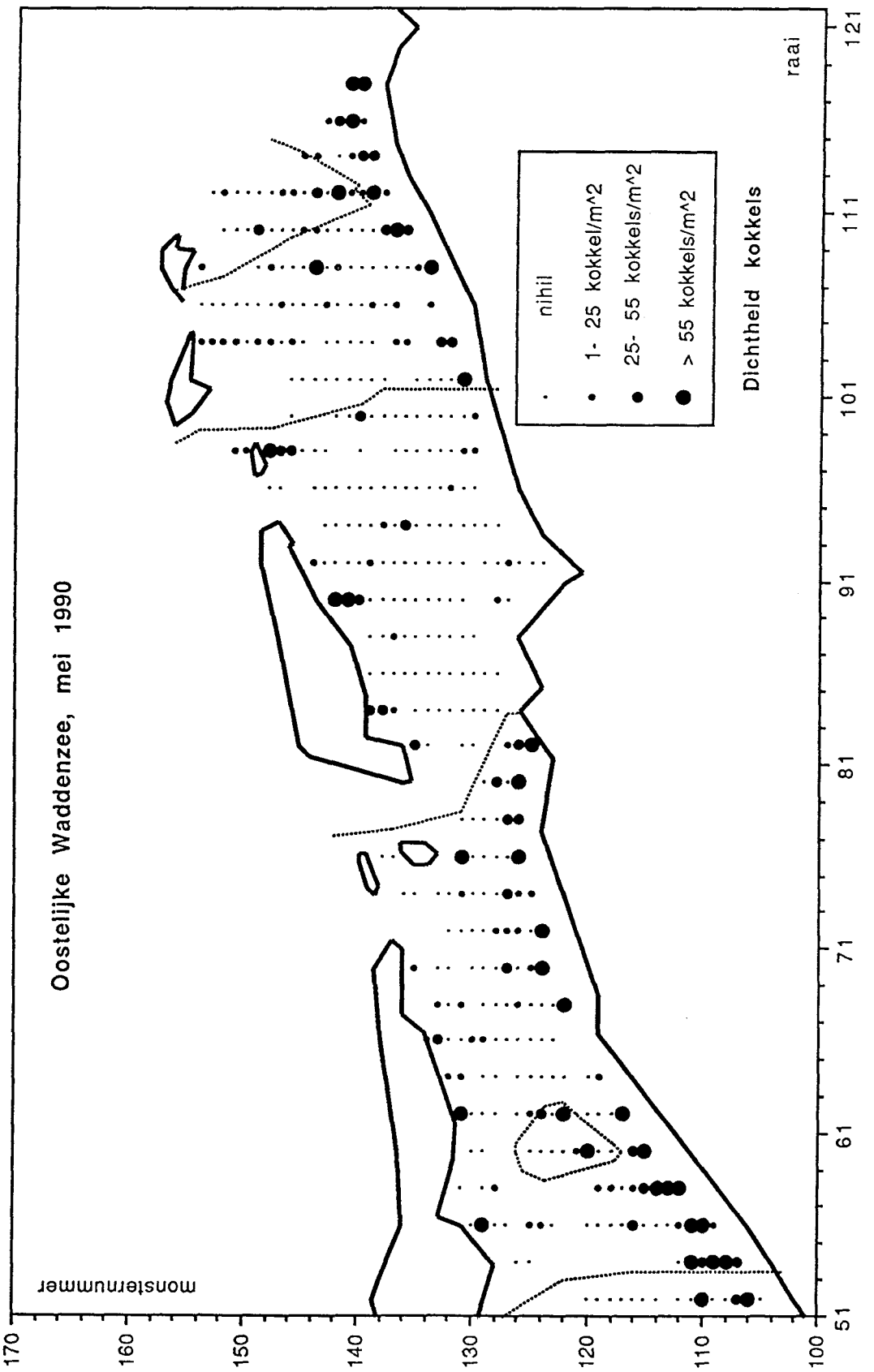


Fig. 10 Biomassa van kokkels in gram/m^2 in de Westelijke Waddenzee (mei 1990).

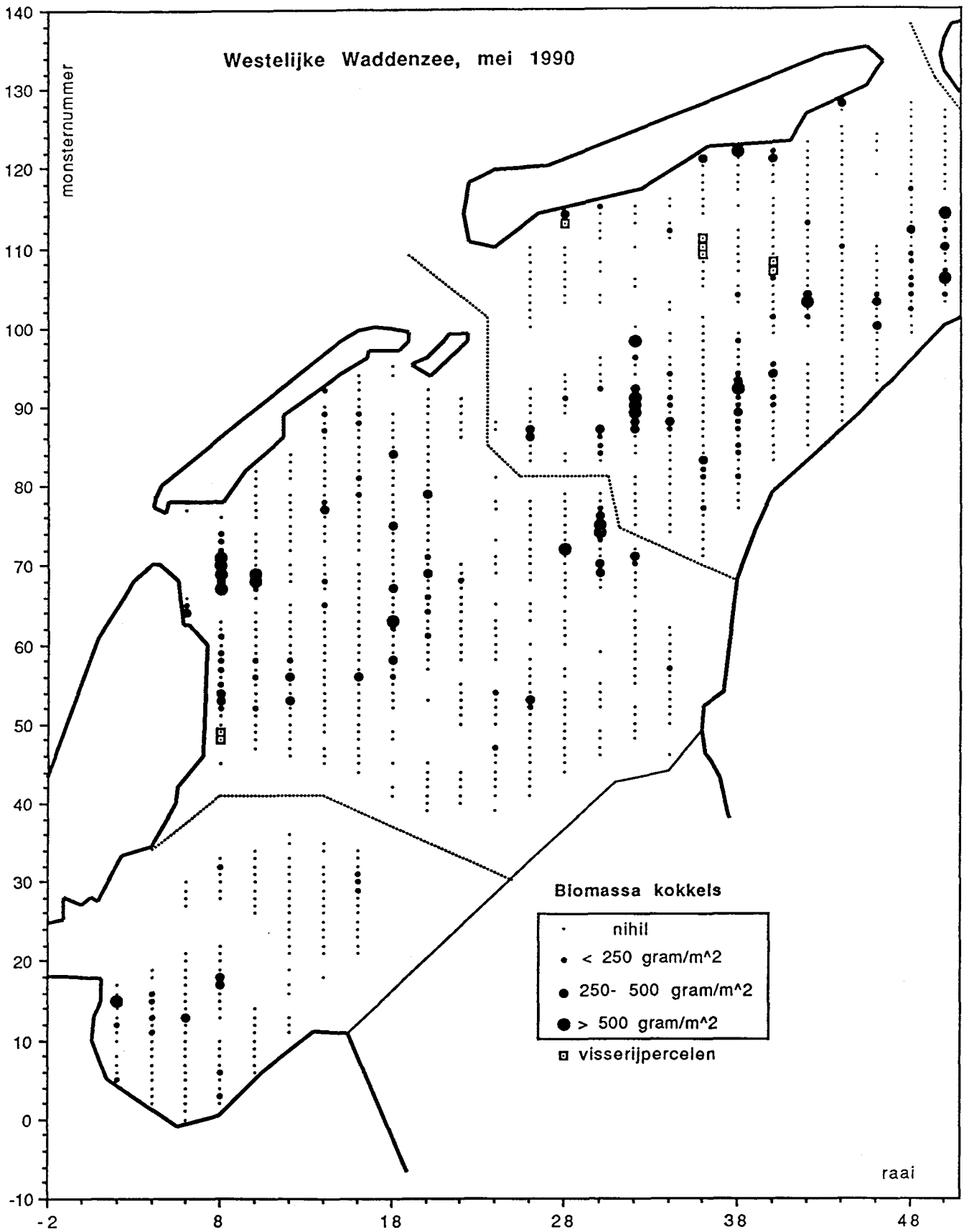


Fig. 11 Biomassa van kokkels in gram/m^2 in de Oostelijke Waddenzee (mei 1990).

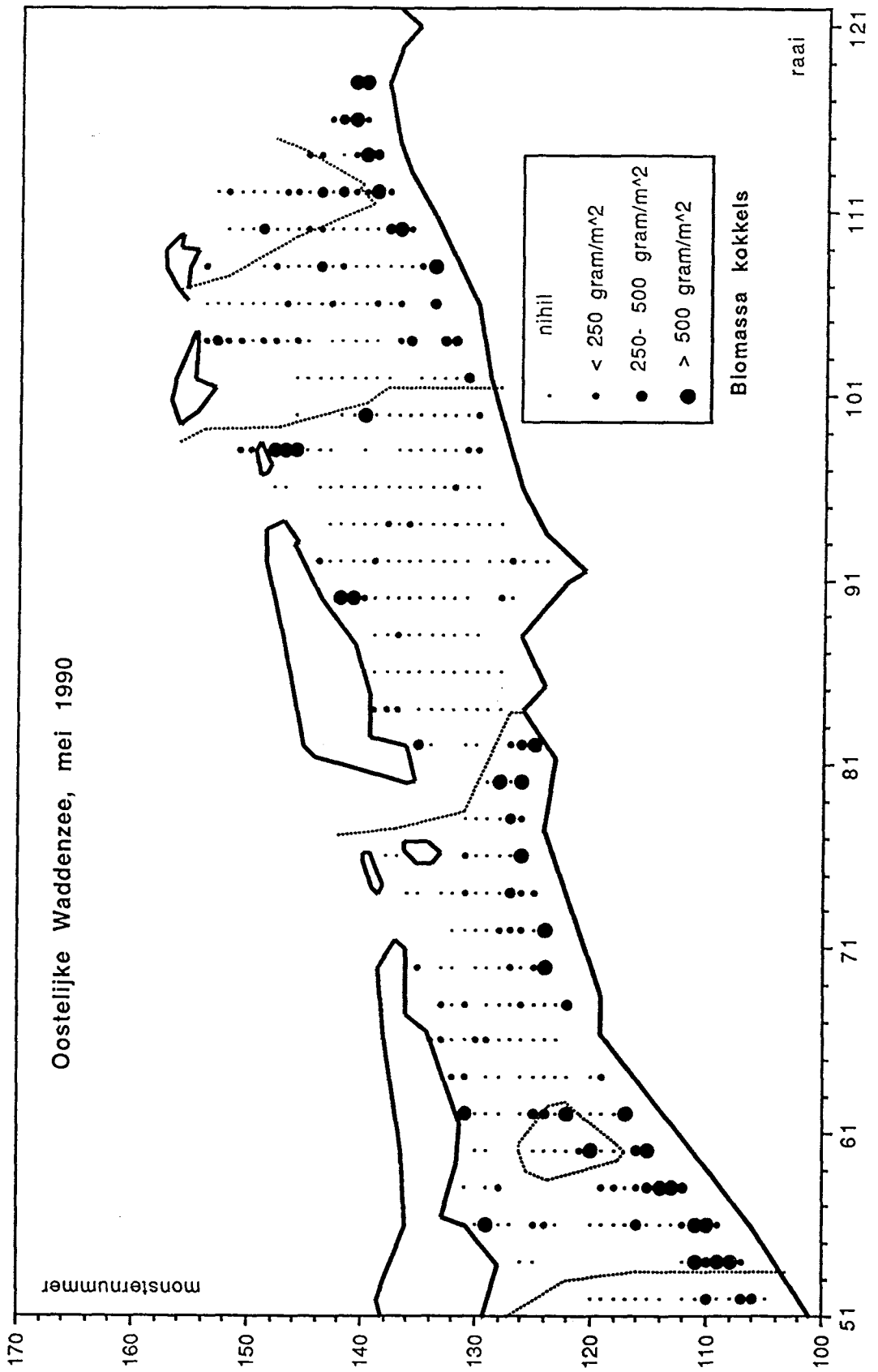


Fig. 12 Individueel versgewicht van meerjarige kokkels in de Westelijke Waddenzee (mei 1990).

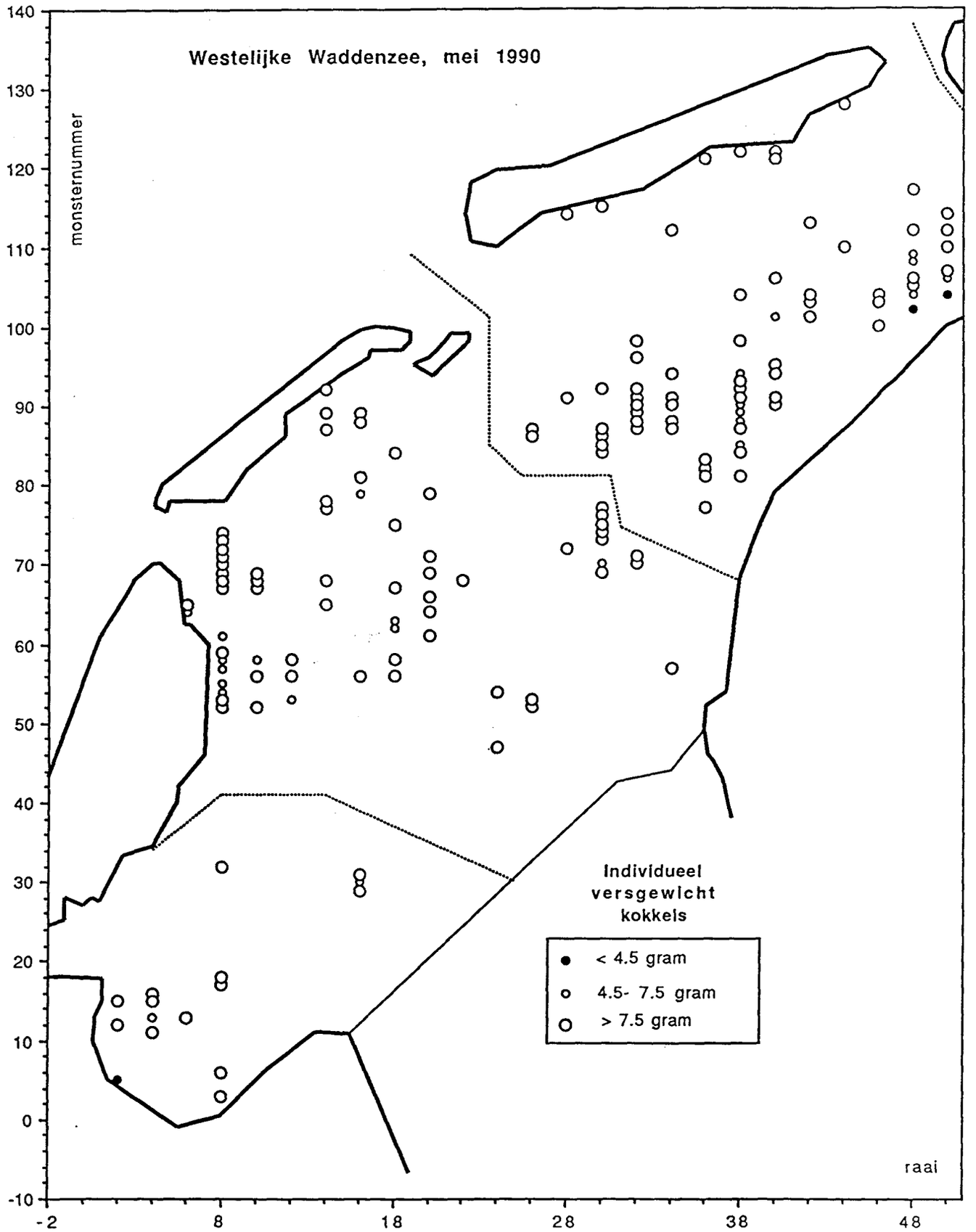


Fig. 13 Individueel versgewicht van meerjarige kokkels in de Oostelijke Waddenzee (mei 1990).

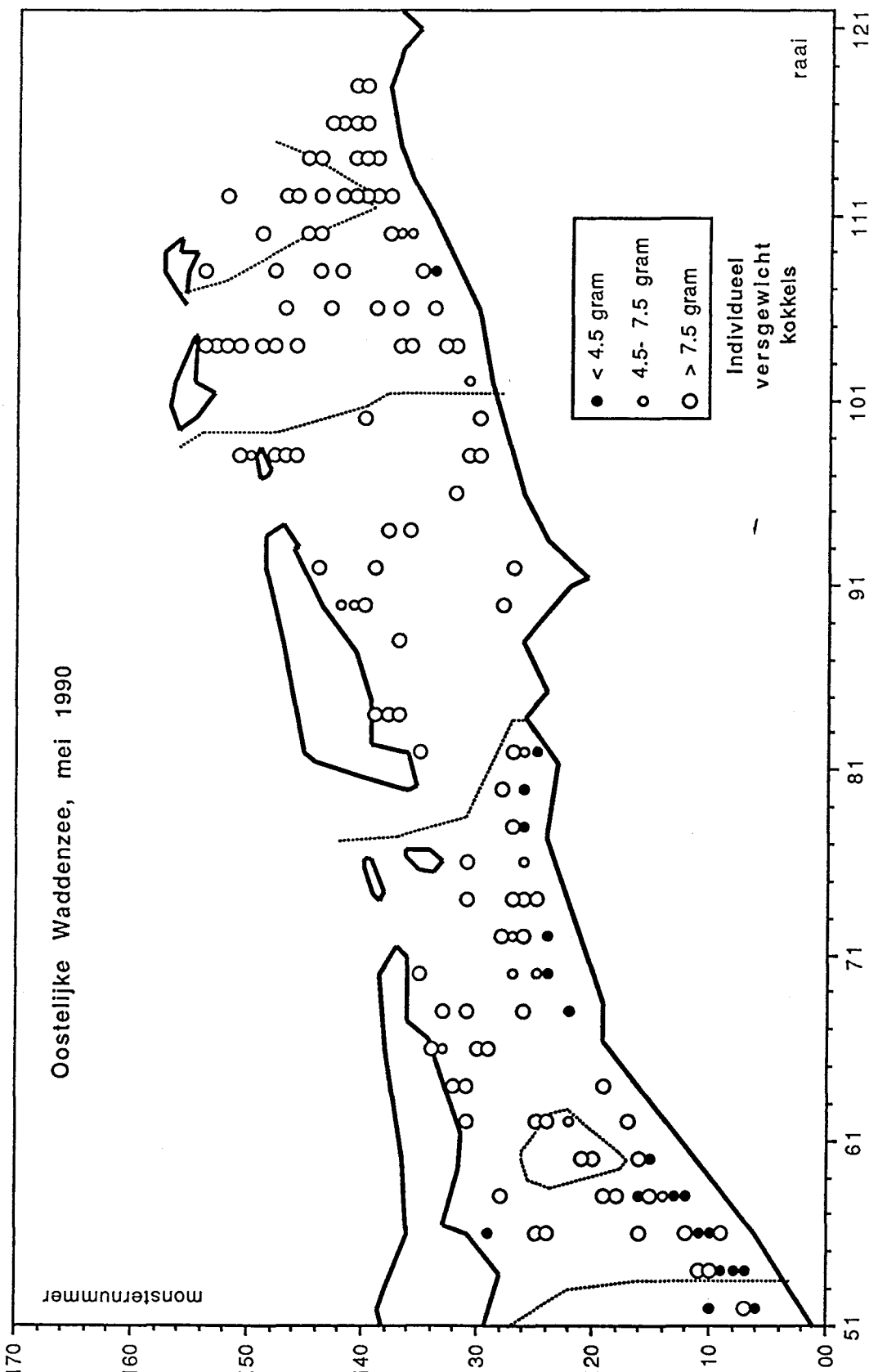


Fig. 14 Vangst aan kokkelvlees in 1990 in de Oosterschelde en Waddenzee als functie van de dichtheid kokkels waarbij de visserij wordt gestaakt.

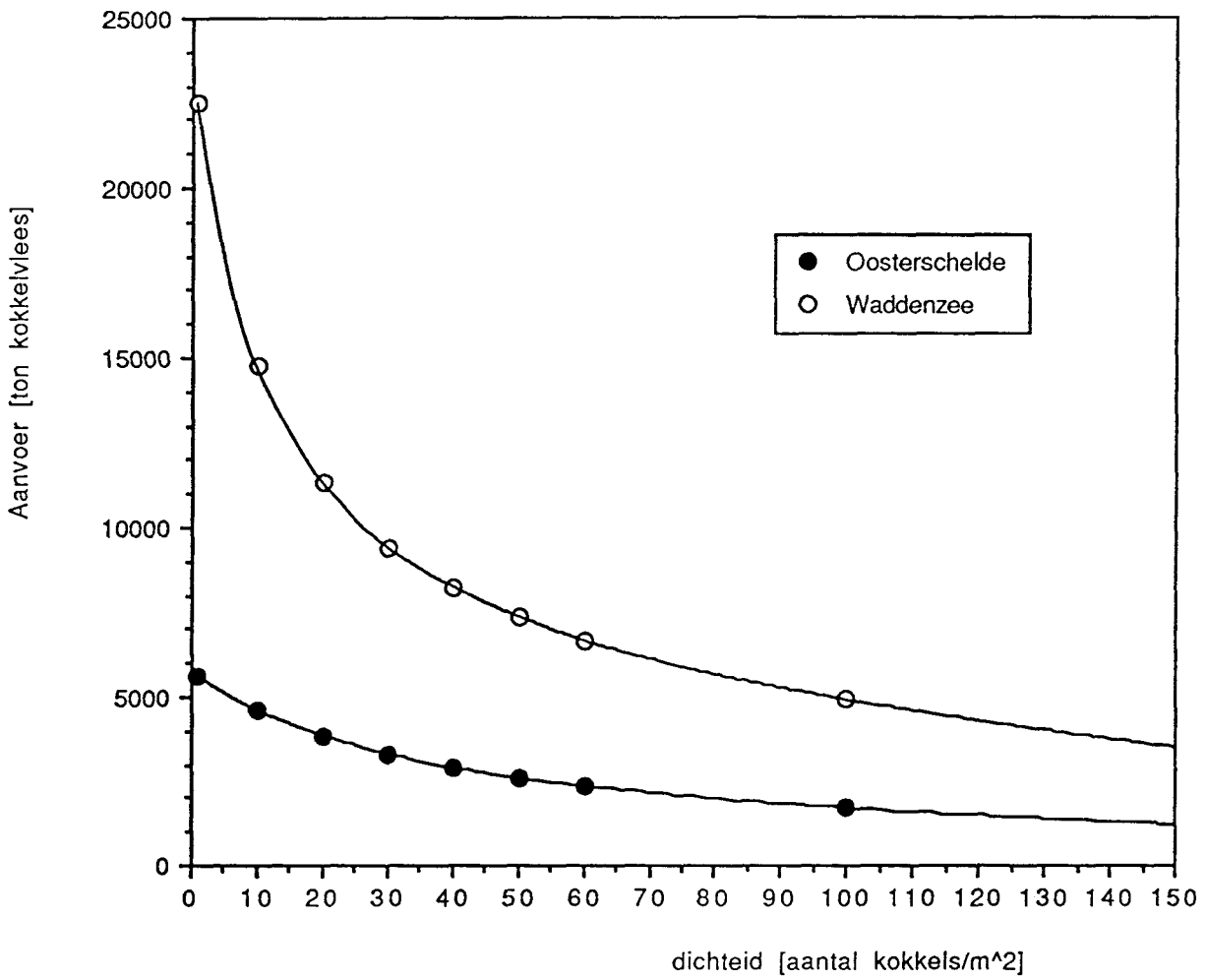


Fig. 15 Relatie tussen het aantal visdagen per kokkelvaartuig, de totale vangst aan kokkelvlees en de te verwachten dichtheid in de beviste banken aan het eind van het seizoen. Gegevens: 1990, Oosterschelde en Waddenzee samen.

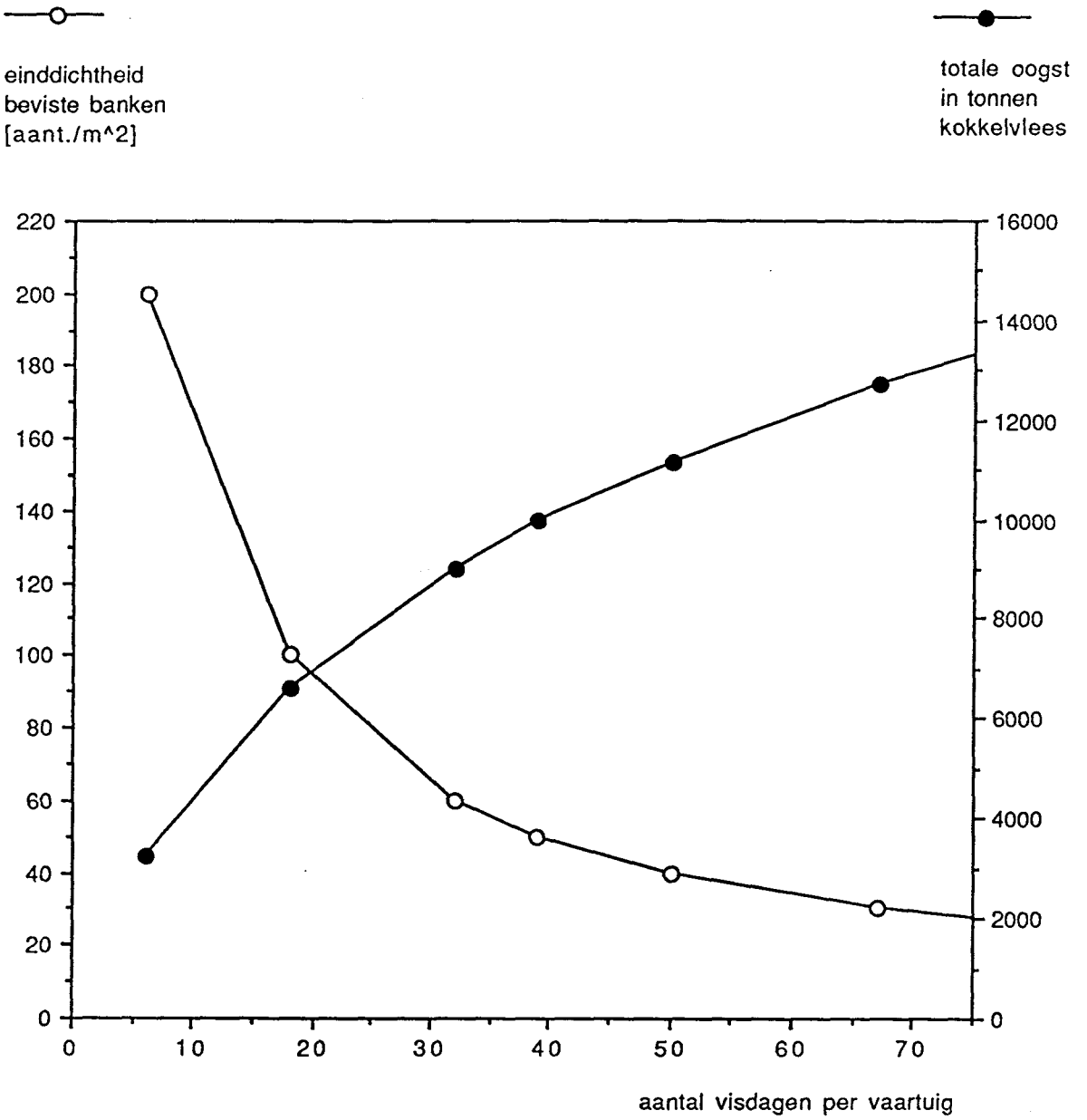


Fig. 16 De oogst aan kokkelvlees als functie van het aantal visdagen.
Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat steeds de kokkelbanken met de hoogste dichtheid (=aantal kokkels/m^2) respectivelijke de hoogste biomassa (=gram kokkels/m^2) bevist worden.
Gegevens: 1990, Oosterschelde en Waddenzee samen.

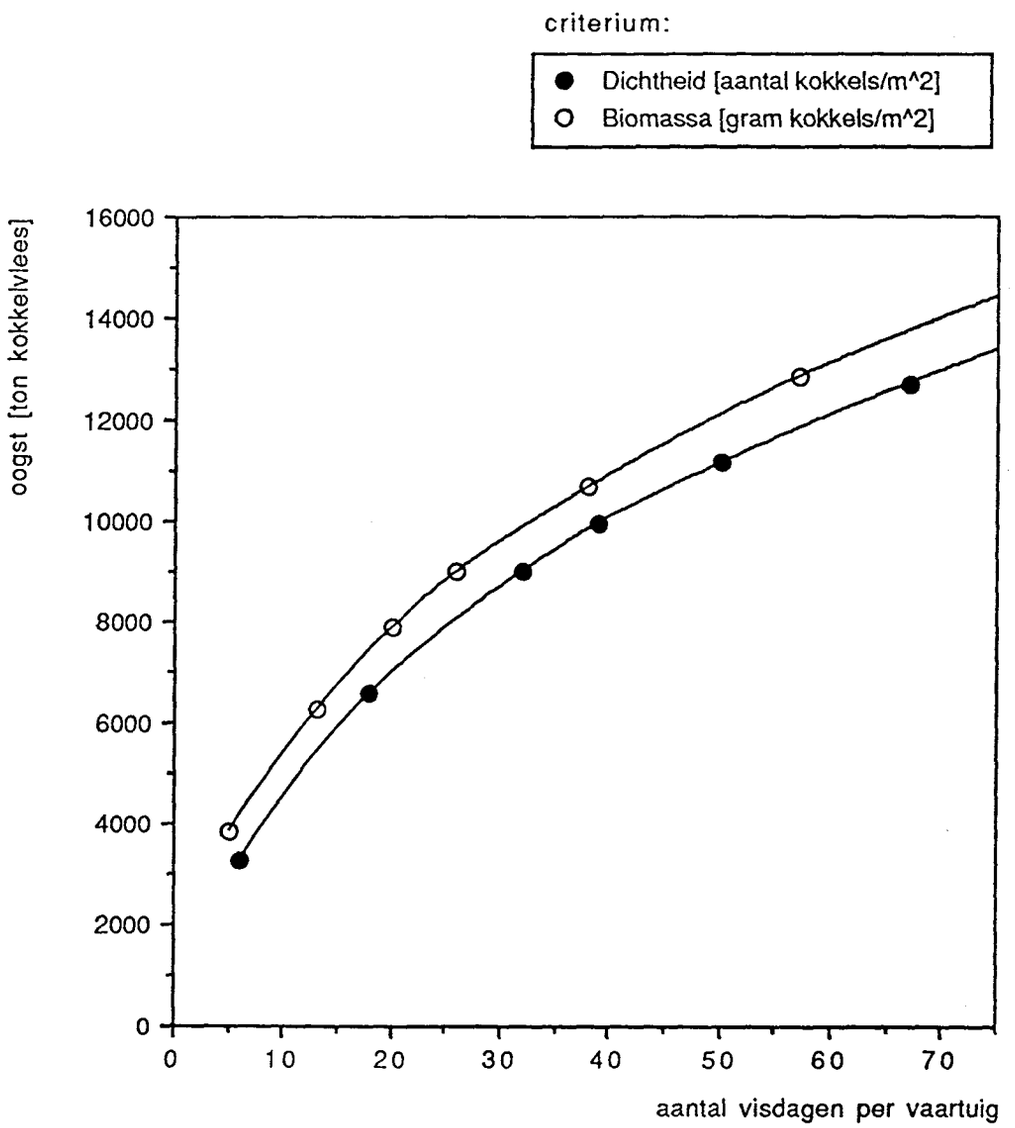


Fig. 17 Verspreiding van nonnetjes in aantallen/m^2 in de Oosterschelde (mei 1990).

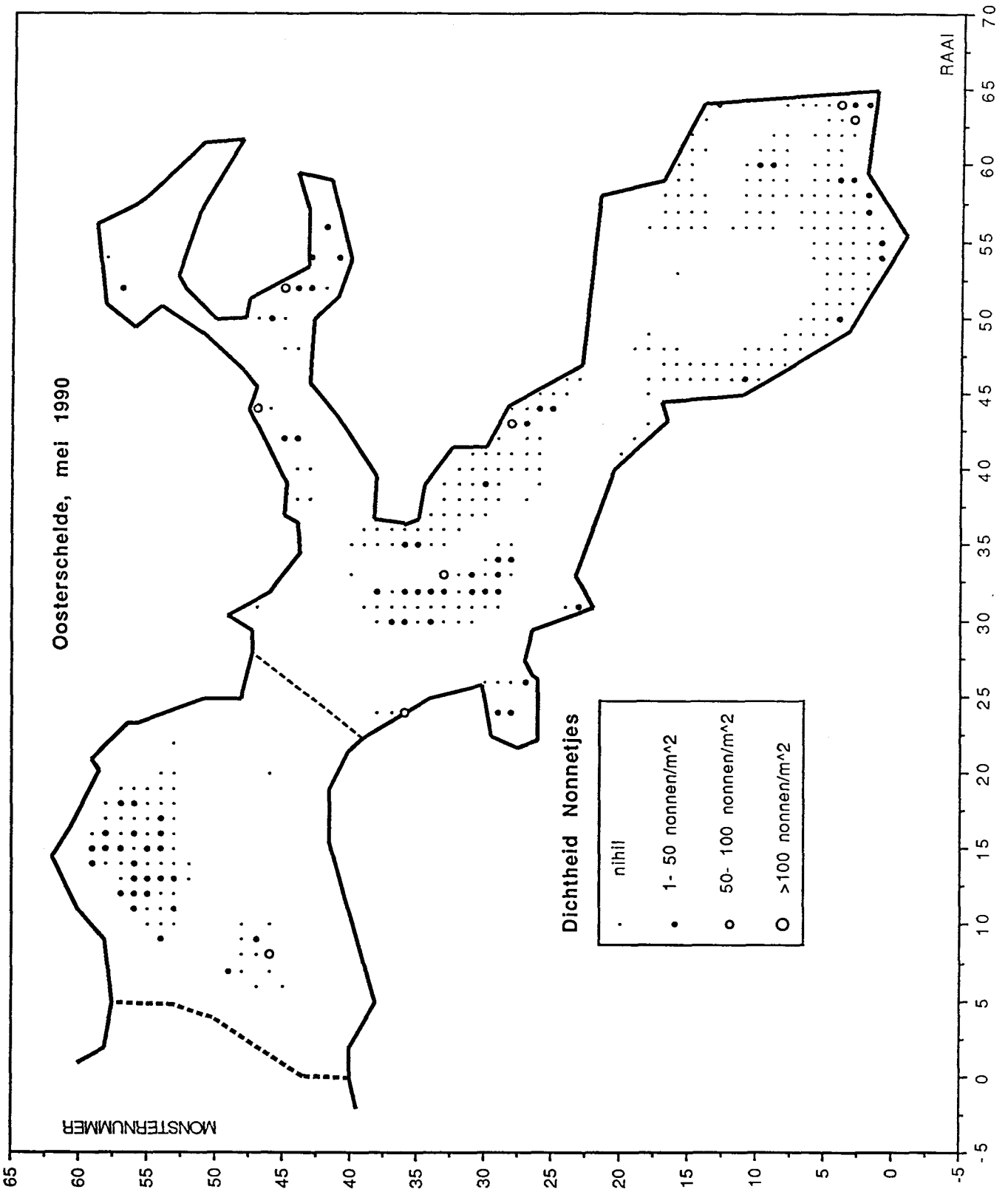


Fig. 18 Verspreiding van nonnetjes in aantallen/m^2 in de Westelijke Waddenzee (mei 1990).

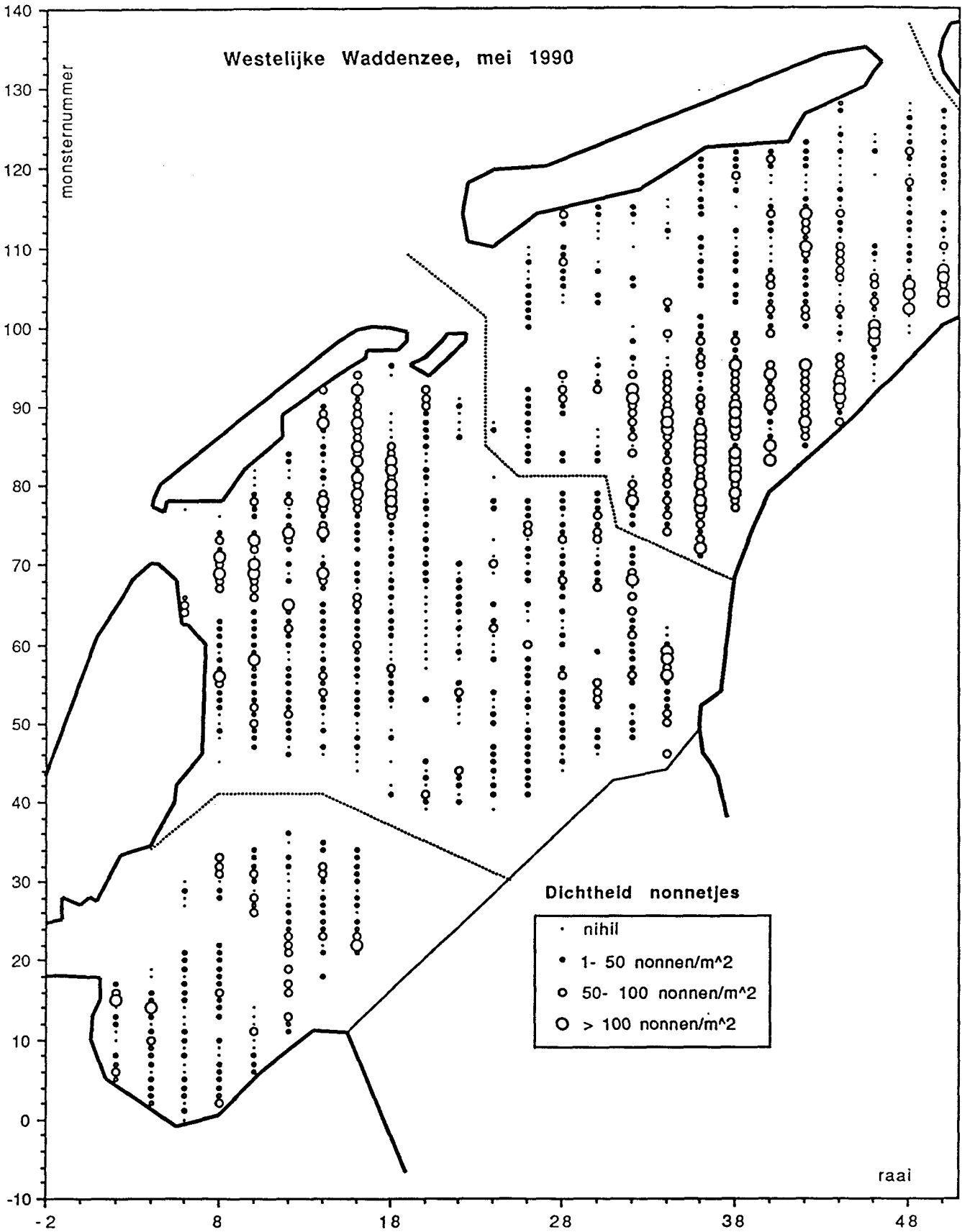


Fig. 19 Verspreiding van nonnetjes in aantallen/m^2 in de Oostelijke Waddenzee (mei 1990).

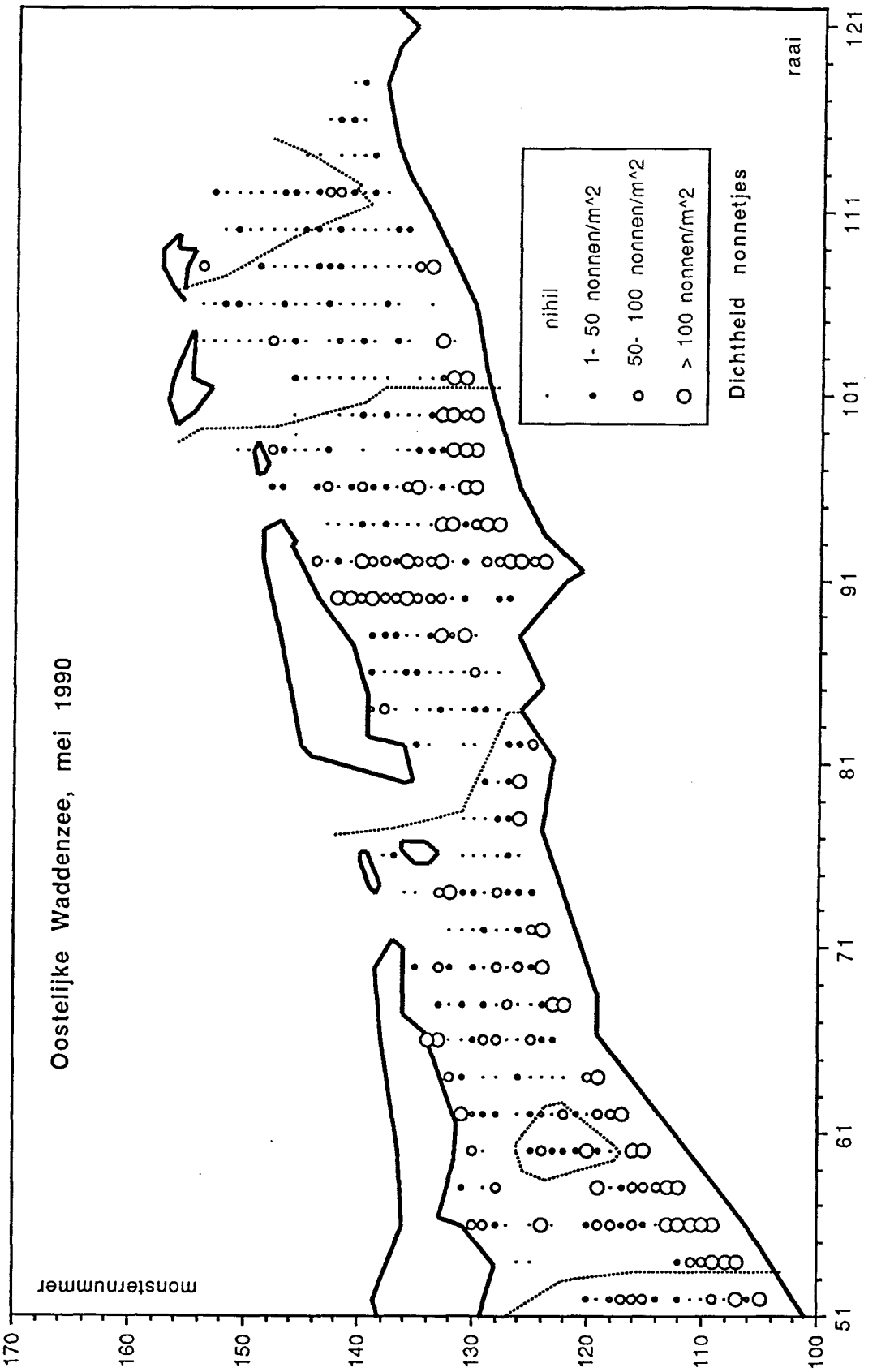


Fig. 20 Berekend stukstal (= aantal kokkels per kg gekookt kokkelvlees) in de Oosterschelde in september 1990.

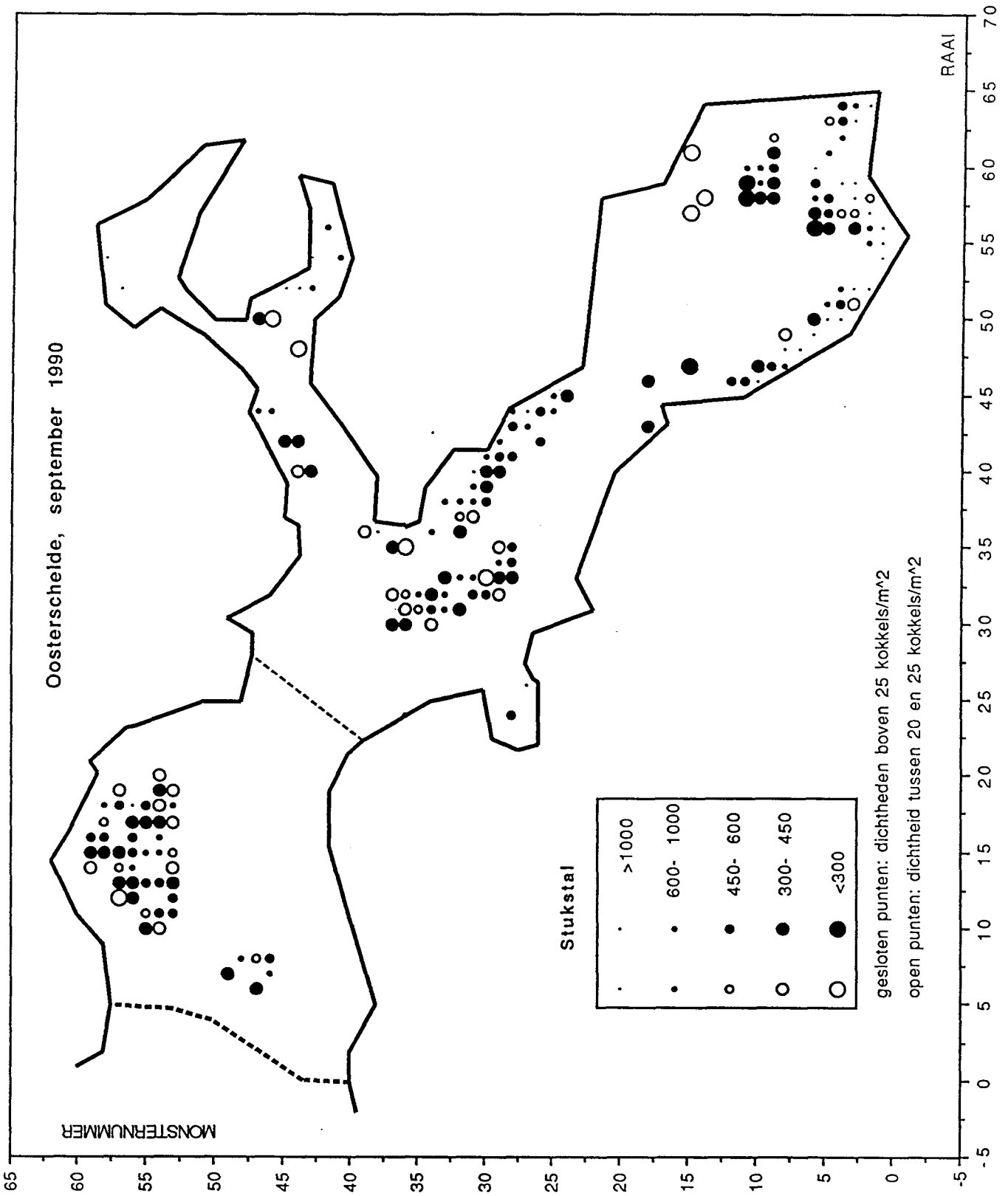


Fig. 21 Berekend stukstal (= aantal kokkels per kg gekookt kokkelvlees) in de Westelijke Waddenzee in september 1990.

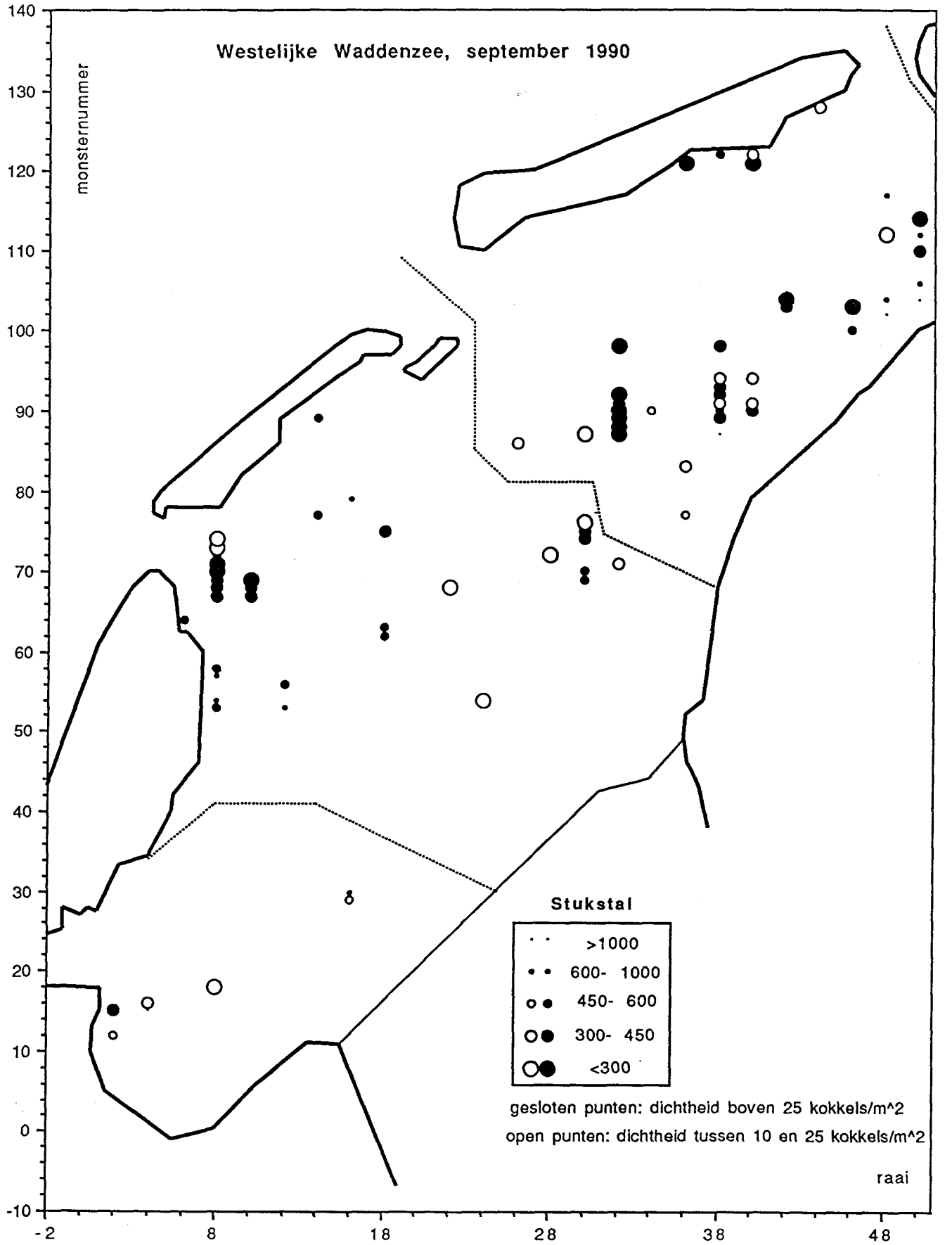
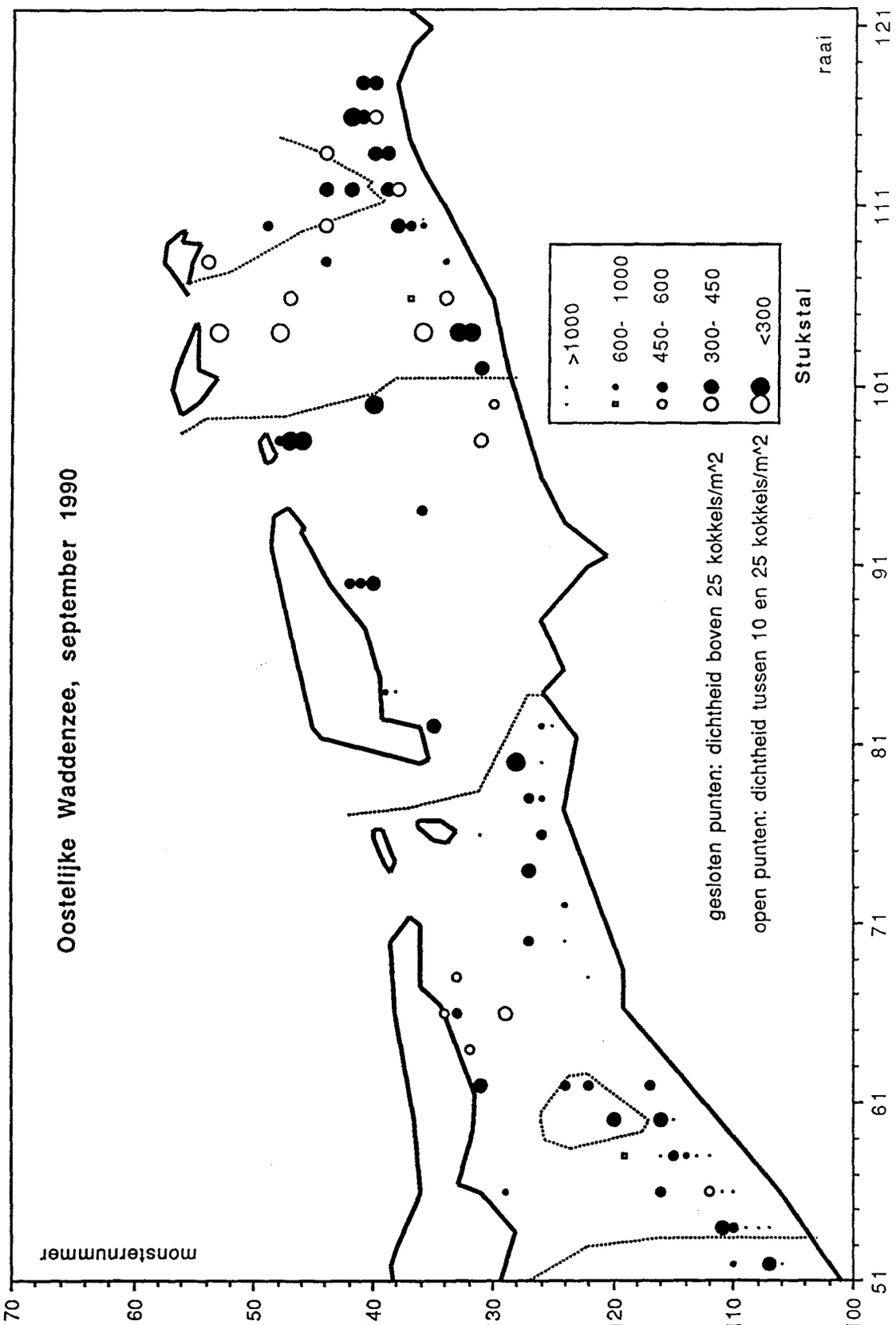


Fig. 22 Berekend stukstal (= aantal kokkels per kg gekookt kokkelvlees) in de Oostelijke Waddenzee in september 1990.



Tabel 2 De kokkelbiomassa in metrische tonnen versgewicht in de Oosterschelde in mei en september 1990, onderverdeeld naar het gebied ten oosten en ten westen van de Zeelandbrug en naar vrije gronden en verhuurde visserij percelen. De omvang van het kokkelbestand in september is met gebruik van de informatie in tabel 1 afgeleid van de het kokkelbestand in mei.

kolom	betekenis:
1	Indeling Oosterschelde in de gebieden in ten westen en ten oosten van de Zeelandbrug, onderverdeeld naar verhuurde visserijpercelen en vrije gronden.
2	Aantal bemonsterde locaties
3	Aantal locaties waar kokkels zijn aangetroffen
4	% van het gebiedsoppervlak waar kokkels voorkomen
5	Kokkelbiomassa in mei in metrische tonnen versgewicht
6	Kokkelbiomassa in % t.o.v. de totale kokkelbiomassa in de Oosterschelde in mei.
7	Percentage kokkels dat in mei een individueel versgewicht heeft van meer dan 4 gram
8	Berekende kokkelbiomassa in september
9	Kokkelbiomassa in % t.o.v. de totale kokkelbiomassa in de Oosterschelde in september.
10	Toename kokkelbiomassa in de periode mei september

1 gebied	2 Nloc	3 Nloc.k	4 %	5 B.mei ton	6 %	7 %>4g.	8 B.sep ton	9 %	10 %
WEST									
onverhuurd	80	52	65	6136	14	99	8581	15	140
percelen	9	8	89	4149	9	100	5301	9	128
totaal	89	60	67	10285	23	100	13882	24	135
OOST									
onverhuurd	232	134	58	21828	50	80	29054	49	133
percelen	58	39	67	11753	27	79	15826	27	135
totaal	290	173	60	33581	77	80	44880	76	134
O'SCHELDE									
onverhuurd	312	186	60	27964	64	85	37635	64	135
percelen	67	47	70	15903	36	84	21127	36	133
totaal	379	233	61	43867	100	84	58762	100	133

Tabel 3 De kokkelbiomassa in metrische tonnen versgewicht in de Waddenzee in mei en september 1990, onderverdeeld naar de gebieden zoals aangegeven in fig 2. De omvang van het kokkelbestand in september is met gebruik van de informatie in tabel 1 afgeleid van de het kokkelbestand in mei. De drie in juli bezochte monsterpunten nabij Rottumerplaat zijn niet in deze tabel opgenomen (zie verder tekst).

kolom	betekenis:
1	Gebiedscode, waaronder ecoplots "Piet Scheve plaat" en "Rottummeroog"
2	Aantal bemonsterde locaties
3	Aantal locaties waar kokkels zijn aangetroffen
4	% van het gebiedsoppervlak waar kokkels voorkomen
5	Kokkelbiomassa in mei in metrische tonnen versgewicht
6	Kokkelbiomassa in % t.o.v. de totale kokkelbiomassa in de Waddenzee in mei.
7	Percentage kokkels dat in mei een individueel versgewicht heeft van meer dan 4 gram
8	Berekende kokkelbiomassa in september
9	Kokkelbiomassa in % t.o.v. de totale kokkelbiomassa in de Waddenzee in september.
10	Toename kokkelbiomassa in de periode mei september

1 gebied	2 Nloc	3 Nloc.k	4 %	5 B.mei ton	6 %	7 %>4g.	8 B.sep ton	9 %	10 %
A	148	16	11	2860	3	100	3744	2	131
B	464	68	15	21725	21	100	30982	21	143
C	404	77	19	18208	18	95	29068	19	160
D	149	62	42	34813	34	65	44560	30	128
P.Scheve pl.	11	3	27	5164	5		6485	4	126
E	135	24	18	7023	7	90	15397	10	219
F	114	49	43	17037	17	80	26260	18	154
Rott.oog	23	11	48	2041	2		3166	2	155
PS.pl&R.oog				7205	7		9651	6	134
PS.pl&geb.F				22201	22		32746	22	147
totaal W'zee	1414	296	21	101666	100	83	150011	100	148

Tabel 4 Te verwachten oogst van kokkels in de Oosterschelde in het najaar van 1990 als functie van de dichtheid in kokkelbanken tot waar bevissing rendabel is, danwel wordt toegestaan. Zie ook figuur 14. De kokkelbiomassa aanwezig op verhuurde visserijpercelen is buiten beschouwing gelaten.

kolom	betekenis:
1	Veronderstelde grens in aantallen/m^2 resp biomassa/m^2 tot waar visserij rendabel is, dan wel wordt toegestaan.
2	Aantal locaties dat aan deze minimum bezetting voldoet
3	Bijbehorende oppervlak in ha.
4	Daarin totale aanwezige bestand aan kokkels in metrische tonnen versgewicht.
5	Gedeelte dat daarvan oogstbaar is, gegeven de gestelde grens.
6	Oogst als percentage van het totale kokkelbestand in de Oosterschelde, inclusief de kokkels aanwezig op percelen.
7	Oogst in tonnen kokkelvlees
8	Oogst in tonnen vlees, met weglating van die gebieden waar in mei de kokkels een gemiddeld gewicht hebben minder dan 4 gram. Dit komt overeen met 15 % van het totale bestand.

1	2	3	4	5	6	7	8
grens aant/m^2	Nloc	Oppervlak [Ha]	B.aanw. vers	B.oogstb. vers	%	B.oogstb. vlees	B.oogstb vlees x85%
200	17	502	14759	5540	9	831	706
100	30	872	19261	11229	19	1684	1432
60	51	1480	24779	15640	27	2346	1994
50	63	1798	25522	17261	29	2589	2201
40	74	2089	28689	19304	33	2896	2461
30	93	2617	31167	22063	38	3309	2813
20	127	3569	34652	25758	44	3864	3284
10	149	4230	36305	30710	52	4607	3916
>0	186	5235	37635	37635	64	5645	4799
grens gram/m^2	nloc	Oppervlak [Ha]	B.aanw. vers	B.oogstb. vers	%	B.oogstb. vlees	B.oogstb vlees x89%
2000	13	397	14016	6084	10	913	776
1200	29	846	20782	10630	18	1595	1355
900	39	1110	23551	13558	23	2034	1729
750	48	1348	25528	15416	26	2312	1966
600	62	1718	28018	17708	30	2656	2258
450	82	2300	30992	20761	35	3114	2647
300	116	3225	34406	24729	42	3709	3153
200	133	3728	35666	28211	48	4232	3597
100	170	4759	37360	32575	55	4886	4153
>0	186	5235	37635	37635	64	5645	4799
Tot. gebied:							
excl. perc.	312	8698	37635	37635	64	5645	5026
incl.perc.	379	10866	58762				

Tabel 5 Oogstbare biomassa van kokkels in de gehele Waddenzee in het najaar van 1990 als functie van de dichtheid in kokkelbanken tot waar bevissing rendabel is danwel wordt toegestaan. Zie ook fig 14.

kolom	betekenis:
1	Veronderstelde grens in aantallen/m^2 resp biomassa/m^2 tot waar visserij rendabel is, dan wel wordt toegestaan.
2	Aantal locaties dat aan deze minimum bezetting voldoet
3	Bijbehorende oppervlak in ha.
4	Daarin totale aanwezige bestand aan kokkels in metrische tonnen versgewicht.
5	Gedeelte dat daarvan oogstbaar is, gegeven de gestelde grens.
6	Oogst als percentage van het totale kokkelbestand in de Waddenzee.
7	Oogst in tonnen kokkelvlees
8	Oogst in tonnen vlees, met weglating van die gebieden waar in mei de kokkels een gemiddeld gewicht hebben minder dan 4 gram. Dit komt overeen met 17 % van het totale bestand.

1	2	3	4	5	6	7	8
grens aant/m^2	Nloc	Oppervlak [Ha]	B.aanw. vers	B.oogstb. vers	%	B.oogstb. vlees	B.oogstb vlees x83%
200	12	1213	36180	16078	11	2412	2002
100	25	2526	57909	32654	22	4898	4065
60	38	3840	70547	44441	30	6666	5533
50	46	4648	76721	49164	33	7375	6121
40	51	5154	80261	54937	37	8241	6840
30	67	6770	88658	62668	42	9400	7802
20	117	11823	112178	75648	50	11347	9418
10	167	16875	126419	98264	66	14740	12234
>0	296	29911	150011	150011	100	22502	18676
grens gram/m^2	nloc	Oppervlak [Ha]	B.aanw. vers	B.oogstb. vers	%	B.oogstb. vlees	B.oogstb vlees x83%
2000	10	1010	39676	19466	13	2920	2424
1200	22	2223	57705	31028	21	4654	3863
900	32	3234	68066	38963	26	5845	4851
750	45	4547	78779	44674	30	6701	5562
600	67	6770	94066	53444	36	8017	6654
450	87	8791	104344	64783	43	9717	8065
300	143	14450	124683	81333	54	12200	10126
200	177	17886	133483	97711	65	14657	12165
100	270	27283	148267	120983	81	18148	15062
>0	296	29911	150011	150011	100	22502	18676
alle locaties	1414	142884	150011	150011	100	22502	18676

Tabel 6 Te verwachten visserij-inspanning in de Oosterschelde in1990 als functie van de dichtheid in kokkelbanken tot waar bevissing rendabel is danwel wordt toegestaan.

kolom	betekenis:
1	Veronderstelde grens in aantallen/m^2 resp biomassa/m^2 tot waar visserij rendabel is, dan wel wordt toegestaan.
2	Aantal locaties dat aan deze minimum bezetting voldoet.
3	Bijbehorende oppervlak in ha.
4	Het oppervlak dat moet worden afgevist (in ha vissporen) om deze grens te bereiken.
5	Aantal benodigde visdagen, gegeven dat per tij per vaartuig 4 ha wordt afgevist.
6	Aantal visdagen per schip, wanneer de hele vloot in de Oosterschelde actief zou zijn.
7	Oogst in tonnen kokkelvlees.
8	Vangst bij het bereiken van de grens-dichtheid (in practijk op de laatste visdag). In aantallen kokkels x1000 resp. in tonnen kokkelvlees.

1	2	3	4	5	6	7	8
grens aant/m^2	Nloc	Oppervlak [Ha]	te vissen [Ha]	N visdagen	N visdagen per schip	B.oogstb. vlees	Vangst eind [N x1000]
200	17	502	221	55	2	831	8000
100	30	872	664	166	5	1684	4000
60	51	1480	1253	313	9	2346	2400
50	63	1798	1543	386	11	2589	2000
40	74	2089	1967	492	14	2896	1600
30	93	2617	2664	666	18	3309	1200
20	127	3569	3935	984	27	3864	800
10	149	4230	6650	1663	46	4607	400
1	186	5235	18373	4593	128	5645	0
grens gram/m^2	nloc	Oppervlak [Ha]	te vissen [Ha]	N visdagen	N visdagen per schip	B.oogstb. vlees	Vangst eind [ton]
2000	13	397	204	51	1	913	12.0
1200	29	846	503	126	3	1595	7.2
900	39	1110	785	196	5	2034	5.4
750	48	1348	1012	253	7	2312	4.5
600	62	1718	1354	338	9	2656	3.6
450	82	2300	1944	486	14	3114	2.7
300	116	3225	3027	757	21	3709	1.8
200	133	3728	4448	1112	31	4232	1.2
100	170	4759	7510	1877	52	4886	0.6
1	186	5235	31392	7848	218	5645	0.0
alle locaties	321	8698					

Tabel 7 Te verwachten visserij-inspanning in de Waddenzee in1990 als functie van de dichtheid in kokkelbanken tot waar bevissing rendabel is danwel wordt toegestaan.

kolom	betekenis:
1	Veronderstelde grens in aantallen/m^2 resp biomassa/m^2 tot waar visserij rendabel is, dan wel wordt toegestaan.
2	Aantal locaties dat aan deze minimum bezetting voldoet
3	Bijbehorende oppervlak in ha.
4	Het oppervlak dat moet worden afgevist (in ha vissporen) om deze grens te bereiken.
5	Aantal benodigde visdagen, gegeven dat per tij per vaartuig 4 ha wordt afgevist.
6	Aantal visdagen per schip, wanneer de hele vloot op de Waddenzee actief zou zijn.
7	Oogst in tonnen kokkelvlees.
8	Vangst bij het bereiken van de grens-dichtheid (in practijk op laatst dag). In aantallen kokkels x1000 resp. in tonnen kokkelvlees.

1	2	3	4	5	6	7	8
grens aant/m^2	Nloc	Oppervlak [Ha]	te vissen [Ha]	N visdagen	Ndagen per schip	B.oogstb. vlees	Vangst eind [N x1000]
200	12	1213	611	153	4	2412	8000
100	25	2526	1883	471	13	4898	4000
60	38	3840	3393	848	24	6666	2400
50	46	4648	4140	1035	29	7375	2000
40	51	5154	5216	1304	36	8241	1600
30	67	6770	6994	1748	49	9400	1200
20	117	11823	10680	2670	74	11347	800
10	167	16875	20717	5179	144	14740	400
>0	296	29911	85307	21327	592	22502	0
grens gram/m^2	nloc	Oppervlak [Ha]	te vissen [Ha]	N visdagen	Ndagen per schip	B.oogstb. vlees	Vangst eind [ton]
2000	10	1010	572	143	4	2920	12.00
1200	22	2223	1335	334	9	4654	7.20
900	32	3234	2104	526	15	5845	5.40
750	45	4547	2802	700	19	6701	4.50
600	67	6770	4114	1029	29	8017	3.60
450	87	8791	6304	1576	44	9717	2.70
300	143	14450	10842	2711	75	12200	1.80
200	177	17886	17546	4386	122	14657	1.20
100	270	27283	34019	8505	236	18148	0.60
>0	296	29911	170518	42629	1184	22502	0
alle locaties	1414	142884				22502	

Tabel 8 Te verwachten visserij-inspanning in de Waddenzee en de Oosterschelde samen als functie van de dichtheid in kokkelbanken tot waar bevissing rendabel is danwel wordt toegestaan. Zie ook fig. 15.

kolom	betekenis:
1	Veronderstelde grens in aantallen/m^2 resp biomassa/m^2 tot waar visserij rendabel is, dan wel wordt toegestaan.
2	Aantal locaties dat aan deze minimum bezetting voldoet.
3	Bijbehorende oppervlak in ha.
4	Het oppervlak dat moet worden afgevist (in ha vissporen) om deze grens te bereiken.
5	Aantal benodigde visdagen, gegeven dat per tij per vaartuig 4 ha wordt afgevist.
6	Aantal visdagen per schip, wanneer de hele vloot in de Oosterschelde actief zou zijn.
7	Oogst in tonnen kokkelvlees.
8	Vangst bij het bereiken van de grens-dichtheid (in practijk op de laatste visdag). In aantallen kokkels x1000 resp. in tonnen kokkelvlees.

1	2	3	4	5	6	7	8
grens aant/m^2	Nloc	Oppervlak [Ha]	te vissen [Ha]	N visdagen	N visdagen per schip	B.oogstb. vlees	Vangst eind [N x1000]
200	29	1715	832	208	6	3243	8000
100	55	3399	2547	637	18	6583	4000
60	89	5320	4646	1162	32	9012	2400
50	109	6446	5683	1421	39	9964	2000
40	125	7242	7183	1796	50	11136	1600
30	160	9388	9658	2414	67	12710	1200
20	244	15392	14615	3654	101	15211	800
10	316	21105	27368	6842	190	19346	400
1	482	35145	103680	25920	720	28147	0
grens gram/m^2	Nloc	Oppervlak [Ha]	te vissen [Ha]	N visdagen	N visdagen per schip	B.oogstb. vlees	Vangst eind [N x1000]
2000	23	1407	775	194	5	3833	12.0
1200	51	3069	1838	460	13	6249	7.2
900	71	4344	2889	722	20	7878	5.4
750	93	5896	3814	953	26	9014	4.5
600	129	8489	5468	1367	38	10673	3.6
450	169	11091	8248	2062	57	12832	2.7
300	259	17675	13869	3467	96	15909	1.8
200	310	21613	21994	5499	153	18888	1.2
100	440	32042	41528	10382	288	23034	0.6
1	482	35145	201910	50478	1402	28147	0
alle locaties	1735	151582					