

RIVO BV Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet:postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: C010/02

Productie van mosselzaad met collectoren

P. Kamermans en E. Brummelhuis

Opdrachtgevers:	Productschap Vis Dregweg 2 4401 LD Yerseke	Directie Welzijn, Economie en Bestuur Provincie Zeeland Postbus 153 4330 AD Middelburg
-----------------	--	---

Project nummer: 75003/21

Contract nummer: 00.018

Akkoord: A.C. Smaal
Locatiemanager Yerseke

Handtekening: _____

Datum: februari 2002

Aantal exemplaren:	100
Aantal pagina's:	37
Aantal tabellen:	2
Aantal figuren:	17
Aantal bijlagen:	0

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds
1 juni 1999 geen deel meer uit
van het Ministerie van
Landbouw, Natuurbeheer en
Visserij. Wij zijn geregistreerd
in het Handelsregister Centraal
Nederland nr. 09098104 BTW
nr. NL 806511618B14.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave:

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Analyse bestaande kennis voor bepaling beste substraat, tijdstip en locatie..	7
2.1. Materiaal en methoden	7
2.2. Resultaten	7
3. Tests met collectoren.....	10
3.1. Experimenten in 2000	10
3.2. Resultaten 2000	11
3.2.1. <i>Waterkolom</i>	11
3.2.2. <i>Bodem</i>	12
3.2.3. <i>Schelpgrootte</i>	12
3.3. Experimenten in 2001	13
3.4. Resultaten 2001	13
3.4.1. <i>Horizontale collectoren</i>	13
3.4.2. <i>Verticale collectoren</i>	14
4. Discussie en conclusies	15
4.1. Horizontale collectoren	15
4.2. Verticale collectoren	16
4.3. Collectoren van materiaal dat vergaat	16
4.4. Twee keer oogsten per seizoen.....	17
4.5. Afritsen van het zaad van de touwen	17
4.6. Verschillen binnen Oosterschelde of Waddenzee	17
4.7. Verschil tussen Waddenzee en Oosterschelde	17
4.8. Globale berekening benodigde ruimte voor productie mosselzaad.....	18
5. Aanbevelingen	19
6. Dankwoord	20
7. Literatuur	21
8. Figuren en tabellen.....	22

Samenvatting

De hoeveelheid mosselzaad vertoont van jaar tot jaar sterke fluctuaties. De doelstelling van het in dit rapport beschreven onderzoek is het vinden van alternatieve bronnen voor mosselzaad. Gebruik van een collector-techniek kan de overleving van mosselzaad vergroten. Hierdoor kan extra aanbod van zaad ontstaan dat een aanvulling kan zijn op het natuurlijke aanbod. Een regelmatig aanbod van mosselzaad voorkomt problemen in de continuïteit van de mosselcultuur in Nederland. Daarnaast kan de druk op het natuurlijk systeem minder worden, waardoor wordt bijgedragen aan de duurzame ontwikkeling van de mosselsector.

Op basis van een analyse van bestaande kennis zijn de test substraten locaties en tijdstippen geselecteerd. Vervolgens zijn op een aantal locaties in de Oosterschelde en de Waddenzee verschillende soorten collectoren getest. Het meeste zaad werd verzameld aan de hangende touwen op test locaties in de Krammer (Oosterschelde) en het Malzwin (Waddenzee). Nieuw Zeelands touw gaf het beste resultaat. Binnen de Oosterschelde en Waddenzee werden grote verschillen in zaadval op de collectoren waargenomen. Er werd veel meer zaad gevangen op verticaal hangende substraten dan op horizontaal op de bodem geplaatste collectoren. Bij deze laatste collectoren lijkt het gebrek aan bescherming tegen vraat de belangrijkste factor voor sterfte te zijn. Lege schelpen kunnen mosselzaad vangen. Het is echter geen goed voorspelbare collector voor mosselzaad. Materiaal dat vergaat is een interessant alternatief voor de bestaande collector touwen. Deze methode dient verder te worden ontwikkeld. Voor het grootste aantal mosselen per meter collector touw en een goede opbrengst in kilo's is oogsten in augustus het beste. Twee keer oogsten per seizoen is niet altijd haalbaar. De reden voor het verschil tussen de jaren zou mogelijk kunnen liggen in het larven aanbod. Afritsen is een snelle manier van het verwijderen van het zaad van de collector touwen. Afritsen met borstels gaat veel beter dan met rubber flappen.

Rekenvoorbeelden gebaseerd op de resultaten van het onderzoek geven aan dat de theoretische opbrengst met behulp van collector touwen ongeveer 3.000.000 tot 7.500.000 kg schoon zaad op 70 ha zou kunnen zijn. Dit is 8-20 % van de benodigde hoeveelheid voor de bodemcultuur. Of deze hoeveelheid in de praktijk ook zal kunnen worden bereikt hangt van een aantal onzekerheden af. Hierbij moet o.a. worden gedacht aan jaarlijkse verschillen in larvenaanbod, mogelijke vermindering van broedval bij een groter aantal collector touwen per ha of groeivertraging van het zaad bij hoge aantallen mosselen, en grenzen aan de optimalisatie van de oogstmethode.

1. Inleiding

Mosselvisserij is van oudsher een belangrijk onderdeel van de Zeeuwse economie. De consumptie van mosselen wint nog ieder jaar aan populariteit. Deze ontwikkeling vergroot de vraag uit de markt. De aanvoer is echter voor een groot deel afhankelijk van natuurlijke fluctuaties. Mosselen worden als onvolwassen dieren (zaad) in de natuur verzameld en vervolgens verder opgekweekt in de Oosterschelde. Mosselzaad wordt voor het overgrote deel opgevist uit de Waddenzee. In verband met de voedselbeschikbaarheid voor vogels is het winnen van zaad in het intergetijdegebied sterk gelimiteerd. In de praktijk is de zaadvisserij geheel afhankelijk van sublitorale bestanden. De hoeveelheid mosselzaad vertoont van jaar tot jaar sterke fluctuaties (Fig. 1). In opdracht van de Coöperatieve Producenten Organisatie Mosselcultuur (P.O. Mosselen) voert het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO) tweemaal per jaar een inventarisatie uit in de Waddenzee om de aanwezige hoeveelheid mosselzaad vast te stellen. Op basis hiervan wordt binnen de sector de jaarlijks op te vissen hoeveelheid afgesproken. Ontwikkelingen in de markt, zoals de verkoop aan supermarkten, vragen echter om een voorspelbare aanvoer van mosselzaad. Een belangrijke vraag is daarom:

Hoe kan schaarste aan mosselzaad worden voorkomen?

Figuur 2 geeft een overzicht van de levenscyclus van de mossel. Mosselen laten in het voorjaar geïnitieerd door een stijging van de watertemperatuur grote hoeveelheden ei- en zaadcellen vrij in het water. De eicellen van vrouwelijke mosselen en de zaadcellen van mannelijke mosselen vinden elkaar en vormen in het water zwevende larven. Ongeveer 3-6 weken nadat de volwassen schelpdieren hun ei- en zaadcellen hebben losgelaten zijn de larven rond de 0.3 mm groot en veranderd in kleine schelpdieren, ook wel broed genoemd. Wanneer de stromingsomstandigheden het toelaten zal het broed naar beneden zinken voor vestiging op de harde oppervlakten zoals palen en steentjes, de zogenaamde broedval. De hoeveelheid geproduceerde larven en de sterfte in de larvale fase bepalen hoeveel larven aan de broedval kunnen deelnemen. De sterfte van larven kan oplopen tot wel 50% per dag (Stoner, 1990). Ook onder het broed treedt veel sterfte op, bijvoorbeeld door rovers zoals krabben en garnalen (Reise, 1985).

Uit bovenstaande beschrijving blijkt dat de broedval en de overleving van het broed zwakke schakels zijn in de levenscyclus van de mossel. Verschillende universiteiten en instituten werken samen bij onderzoek naar mogelijke oorzaken van natuurlijke fluctuaties in broedval en overleving van broed (NWO-Prioriteitprogramma, EU project "ESSENSE"). Deze studies

verrichten geen onderzoek naar alternatieven voor de productie van mosselzaad. Onderzoek naar nieuwe bronnen van mosselzaad is wenselijk omdat het extra aanbod van zaad een aanvulling kan zijn op het natuurlijke aanbod. Dalen in zaadproductie kunnen hierdoor worden opgevangen zodat voldaan kan worden aan de regelmatige vraag uit de markt. Bovendien kan meer optimaal gebruik worden gemaakt van het natuurlijk systeem, waardoor wordt bijgedragen aan duurzaam gebruik en behoud van natuurlijke hulpbronnen.

De doelstelling van het onderzoek is *het vinden van alternatieve bronnen voor mosselzaad*.

Gebruik van de collector-techniek zou de overleving van het broed kunnen vergroten. Collectoren zijn substraten zoals bijvoorbeeld dakpannen en mosselschelpen die worden gebruikt voor het vestigen van oesterbroed. Dergelijke collectoren zouden niet alleen voor oesters, maar ook voor mosselen interessant kunnen zijn. In de hangcultuur van mosselen vindt bijvoorbeeld broedval plaats op touwen. Bij het gebruik van collectoren is het van belang het juiste substraat te kiezen waarop het broed zich zal vestigen. Het oppervlak zal een bepaalde ruwheid moeten bezitten die het gewenste stromingspatroon voor vestiging veroorzaakt. Daarnaast zal de vorm van de collector bescherming kunnen bieden tegen vraat. Ook kan verlies door vraat verminderd worden door de collectoren boven de bodem te plaatsen.

De vraag "*Hoe kan schaarste aan mosselzaad worden voorkomen?*" kan dus als volgt worden gespecificeerd:

Kan het gebruik van collectoren de overleving van mosselbroed vergroten, waardoor fluctuaties in het aanbod van mosselzaad worden verkleind?

Het onderzoek is gefaseerd uitgevoerd. Eerst heeft een theoretische onderbouwing plaatsgevonden. Dit betrof een analyse van bestaande kennis voor de bepaling van het meest geschikte materiaal en de meest geschikte vorm van de collectoren, het beste tijdstip om de collectoren te gebruiken en de meest geschikte locaties. Dit werd gevolgd door een kleinschalige uitzetting van collectoren op verschillende plaatsen tijdens de broedval in voorjaar om het gebruik in de praktijk te testen. Doordat de broedvalperiode in het voorjaar slechts enkele weken omvat zijn de testperioden van het project over twee jaar verdeeld. Dit heeft als voordeel dat de ervaring die is opgedaan tijdens de test in het eerste jaar gebruikt kon worden voor de test in het tweede jaar.

2. Analyse bestaande kennis voor bepaling beste substraat, tijdstip en locatie

2.1. Materiaal en methoden

In deze fase is de kennis die is opgedaan met in het verleden uitgevoerde experimenten geanalyseerd. Hiertoe zijn rapporten geraadpleegd en interviews gehouden met deskundigen in binnen- en buitenland. Daarnaast zijn de op het RIVO aanwezige broedval gegevens en de meest recente literatuur over broedval van mosselen onderzocht. Op basis hiervan zijn mogelijk geschikte materialen geselecteerd. Ook is het meest geschikte tijdstip voor het testen van de collectoren bepaald. En tenslotte is een selectie gemaakt van geschikte testlocaties.

2.2. Resultaten

In de jaren 50 zijn verschillende experimenten in de Waddenzee uitgevoerd.

In 1952 werd door Geelen en de Blok (1952) enkele observaties van mosselbroedval gedaan. Het meeste broed werd gevangen op loodrecht op de stroomrichting gespannen draad. Voor net gevestigde mossetjes is draadvormigheid van het substraat belangrijk. Met toenemende grootte vermindert de voorkeur voor de draadvorm en neemt de voorkeur voor nissen toe.

Ook RIVO medewerkers en mosselkwekers hebben in die jaren experimenten uitgevoerd. In 1955 is onderzoek verricht naar de broedval van mosselen (Parma, 1955). Op verschillende plaatsen in de Waddenzee werden netten uitgehangen. De netten waren 1 m breed en 1.5 m lang met een maaswijdte van 15 cm. De netten werden ofwel verticaal ofwel horizontaal tussen palen gespannen. De locaties waren bij Texel, in de Vlieter, en in de Dove Balg. De verticale netten stonden met laagwater ongeveer 30 cm onder water en de horizontale netten ongeveer 1 m boven de bodem. Op alle netten waren dennentakken en strotouw aangebracht. De netten werden uitgezet op 20 mei en opgehaald op 26 september. De dennentakken en het strotouw vingen beiden veel zaad. De horizontale netten bleken veel minder zaad te vangen dan de verticale netten. Op alle drie de locaties werd zaad gevangen, tot ongeveer 67 kg per m². Er viel beduidend meer zaad als de afstand tussen de onderkant van het verticale net en de bodem meer was dan 1.5 m. Daarnaast zijn op een droogvallende locatie in de Breehorn verschillende substraten in de grond gestoken. Op 21 april werd over een afstand van 60 m dennentakken en over een afstand van 30 m loofhout in de grond gestoken. En op 25 mei werd over een afstand van 40 m strotouw in de grond gestoken. Ook waren op deze locatie op 21 april en 25 mei oude haringnetten op de bodem gelegd (samen ca. 600 m²). De haringnetten en het strotouw waren vrij gunstig voor het opvangen van mosselzaad. Stro lijkt een geschikt

substraat. In Zeeland trad na de inundatie in WO II en na de ramp in 1953 broedval op in onder water gelopen stoppelvelden. De groei van het zaad in de Breehorn was echter minder dan op de netten bij Texel, in de Vlieter, en in de Dove Balg. De dennentakken en het loofhout hadden vrijwel geen mosselzaad opgevangen. Het droogvallen van het wad bleek ongunstiger voor zaadval. En tenslotte is op 6 en 7 mei een proefpeceel in Dove Balg schoongekord. Half augustus bleek slechts een matige mosselbezetting aanwezig op het perceel.

In 1957 heeft Havinga (1957) het onderzoek van Parma voortgezet. Verschillende soorten touw werden gespannen in aluminium ramen die als een windvaan om een stok konden draaien. De ramen werden op 3 en 4 juni uitgezet onder Texel, bij het Stompe en in het Amsteldiep. Alleen op de ramen in het Amsteldiep vond zaadval van betekenis plaats. De conclusie van dit onderzoek werd mede gebaseerd op de voorafgaande experimenten in 1952 en 1955 en was dat het vangen van mosselzaad met collectoren niet op iedere locatie en niet ieder jaar evenveel succes opleverde. Havinga vond daarom dat de techniek slechts bij toeval voldoende mosselzaad voor kwekers zou kunnen opleveren. Meer onderzoek was nodig, maar is in die jaren niet meer uitgevoerd.

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee in Haren heeft in de jaren 80 experimenten uitgevoerd om broedval van mosselen op de platen in de Waddenzee te stimuleren (P. Tydeman, persoonlijke communicatie). De volgende substraten waren bevestigd op houten frames en 10-20 cm boven het wad geplaatst: jute zakken gevuld met zand, sisal touw, petticoat gaas en kokos matten. De resultaten vielen tegen, alleen de kokos matten deden het wel aardig en het meeste broed werd gevonden op de houten frames. Daarnaast is een visnet van 10 x10 m op het wad geplaatst als een soort tent met een hoogste punt van 1.5 m. Dit net is echter met ijsgang verdwenen.

In de Wash in Engeland heeft het Eastern Sea Fisheries Joint Committee (ESFJC) in de periode 1992-1999 verschillende experimenten uitgevoerd met als doel mosselzaad op te vangen (Trundle, 2000). Netten van sisal touw zijn verticaal in de waterkolom gehangen. Na opvang van het zaad kan het net naar een plaat gebracht worden waar het kan verteren. Touw met een dikte van 14 mm verteerde sneller dan 24 mm. Een net met mazen van 25 cm² ving meer zaad dan een net met mazen van 50 cm². De mosselen vertoonden een betere groei tussen 6,5 en 9,5 m onder het wateroppervlakte dan ondieper. Een net van 2 x10 m ving 2900 kg mosselzaad van 35 mm in 10 maanden. Hoewel deze resultaten bemoedigend zijn is het experiment gestaakt. De opstelling is n.l. erg gevoelig, de laatste twee jaren is het net weggespoeld voordat de broedval kon worden bepaald. ESFJC heeft ook 2-m brede jute zakken getest door ze 25 cm boven een plaat te spannen. In het totaal is 50 m geplaatst. Deze opstelling verging echter voordat broedval plaats vond. In hetzelfde gebied in Engeland zijn

experimenten met Spaanse collector touwen uitgevoerd door Bryant (1999). De touwen zijn uitgehangen aan boeien op 16 april 1999. Op 26 juni was mosselbroed van 4 mm zichtbaar, op 24 juli was het zaad 10 mm, op 14 augustus 13-18 mm, en op 9 oktober 30-40 mm. In augustus werden 2.140 individuen geteld op 43 cm touw.

Aan de Atlantische kust van Frankrijk is het gebruikelijk in de Bouchot cultuur om mosselzaad op horizontaal gespannen touwen op te vangen. Deze touwen worden vervolgens om palen gewonden waar de mosselen uitgroeien tot consumptie formaat. In Arcachon bijvoorbeeld, wordt ongeveer 120 km touw op frames bevestigd die zich 1 m onder het wateroppervlakte bevinden. In een studie in de baai van Marennes-Oleron werd mosselzaad dat zich direct op palen had gevestigd vergeleken met zaad dat zich op touw had gevestigd en vervolgens werd overgebracht naar palen (Boromthanasart & Deslous-Paoli, 1988). De groei van het touwzaad was beter. Dit was waarschijnlijk een gevolg van een kleiner aantal per oppervlakte.

Penn Cove Shellfish aan de westkust van de Verenigde Staten maakt gebruik van collector touwen die ze in de bovenste 3 m water hangen. Vestiging vindt plaats in mei en het eerste broed is zichtbaar in juni. In augustus is het zaad ongeveer 20 mm lang. Het zaad wordt in het begin van de herfst geoogst en verder gebruikt in de hangcultuur. Aan de oostkust van de Verenigde Staten zijn harsafgietsels van pokken gebruikt om mosselzaad te vangen (Petraitis, 1991). Het plaatsen van een kooi om het substraat verbeterde de broedval, maar verschillen tussen locaties hadden een groter effect op de broedval. In Nieuw Zeeland wordt mosselzaad op twee manieren verzameld: bevestigd aan zeewier dat aanspoelt op het strand en opgevangen op collector touwen (Jeffs et al., 1999). De Firma Fukui uit Canada levert kunstmatig zeewier voor het opvangen van mosselzaad. Dit is een soort touw dat erg veel filamenten heeft.

Verskillende hangcultuurkwekers in de Oosterschelde maken gebruik van touwen en netten om zaad te vangen. In dit verband zijn gesprekken gevoerd met de heren Ch. Schot, B. Landa, P. Blok, K. Bout en de gebroeders Bout. Naast eigen gebruik wordt het zaad in sommige gevallen ook verkocht aan bodemcultuurkwekers.

Een experiment van Elzackers (1998) in de hangcultuur van de heer Blok liet zien dat glas, hout en perspex betere substraten voor zaadval waren dan touw, zink, levende mosselen en mosselschelpen. Op de bodem geplaatste emmers met fijn zand, grof zand en kokkelschelpen vertoonden geen zaadval (Elzackers, 1998). De larven tellingen van het ESSENSE project laten zien dat de meeste larven begin mei in de waterkolom aanwezig zijn (Smaal, 1999). De piek in

broedval vindt begin juni plaats (Smaal, 1999). In 1999 was in de Waddenzee de broedval hoog in de Vlieter en in de Oosterschelde in het Zijpe (Smaal, 1999).

Bovenstaande informatie heeft geleid tot de selectie van acht soorten touw, drie soorten net, twee soorten schelpen, en stro. Voor de verschillende touw soorten is contact opgenomen met Lankhorst/Indutech BV, IJmuiden Stores, Fukui, Chiclino en Xplora. Voor de test zijn 8 locaties in de Oosterschelde en 4 in de Waddenzee uitgekozen.

3. Tests met collectoren

3.1. Experimenten in 2000

De geselecteerde substraten zijn getest in de Oosterschelde en de Waddenzee. Op vier locaties zijn boeien uitgehangen waaraan vijf soorten collectortouw verticaal zijn getest (SP = Spaans van Chicolino, NZ = Nieuw Zeelands van Z. Gorski, SC = Schots van EXPLORA, FR = Fries van Lankhorst, RO = genoemd naar degene die het beschikbaar heeft gesteld). Per locatie zijn twee opstellingen 50 m uit elkaar gehangen. Daarnaast zijn op drie percelen in de Oosterschelde vier rekken per perceel (30 m uit elkaar) geplaatst waarbij de collectoren horizontaal zijn getest. Aan de boeien zijn steeds vier soorten touw getest. De touwen waren 3 m lang (Fig. 3a). Om ineenstrengelen te voorkomen waren ze boven en beneden met elkaar verbonden door een horizontale stang. Aan de onderste stang was een gewicht bevestigd, zodat de touwen verticaal kwamen te hangen. Dit frame met touwen hing 1 m onder het water oppervlak aan twee drijvers. De drijvers waren met een touw in een V-vorm verbonden met een dobber. Hierdoor bevonden de touwen zich altijd dwars op de stroom. De dobber was verbonden met gewichten op de bodem. Hierdoor werd schuren van het verankeringstouw langs de test touwen voorkomen. De boeien zijn uitgehangen in de Oosterschelde bij de hangcultuur Neeltje Jans (diepte 9 m met laag water), de hangcultuur in de Krammer (diepte 14 m met LW), en het ESSENSE monsterpunt in het Zijpe (diepte 8.5 m met LW) (Fig. 4a). In de Waddenzee zijn boeien uitgehangen op het ESSENSE monsterpunt in de Vlieter (diepte 7 m met LW) (Fig. 4b).

Op de rekken in de Oosterschelde zijn verschillende collectoren horizontaal getest: de vijf soorten touw, twee netten van 30 x 75 cm (schaduwnet met maaswijdte 2x5 mm van en vogelnet met maaswijdte van 3x3 cm), en drie oesternetten gevuld met respectievelijk 7 kg mosselschelpen, 7 kg kokkelschelpen, en 2 kg stro (Fig. 3b). De rekken (3 m lang en 75 cm breed) waren gemaakt van beton ijzer. Per locatie zijn twee rekken op de bodem (laag) en twee rekken 40 cm boven de bodem (hoog) geplaatst. Hierdoor kan onderscheid worden gemaakt

tussen geschiktheid van het substraat voor vestiging (collector boven de bodem, weinig rovers aanwezig) en bescherming tegen vraat (collector op de bodem, veel rovers aanwezig). De rekken zijn geplaatst in de Zandkreek, bij Stavenisse en bij de Philipsdam (Fig. 4a). De mosselkwekers W. Schot, Ph. Sinke en Th. de Koning stelden ieder een gedeelte van een perceel beschikbaar.

Tabel 1 geeft de tijdstippen van uitzetten en ophalen van de verschillende opstellingen weer. De opstellingen aan boeien hebben problemen opgeleverd met de verankering. In de Vlieter, het Zijpe en bij de hangcultuur in de Krammer zijn boeien enkele malen van hun plaats geraakt en opnieuw uitgezet. Uiteindelijk leverde dit een verlies van 1 opstelling bij de hangcultuur in de Krammer en beide opstellingen in de Vlieter. In mei zijn in samenwerking met TNO vier soorten touw (SP, NZ, SC, RO) uitgehangen in het mosselgeultje op het Balgzand in de Waddenzee. In juli zijn deze touwen aan de bovenkant losgeraakt en op de bodem terechtgekomen. Bij het ophalen in augustus bleken de touwen geen zaad te bevatten. Dezelfde touwen zijn vervolgens opnieuw uitgehangen in het Malzwin in de Waddenzee (Fig. 4b).

Na ophalen van de opstellingen is het mosselzaad met de hand van de collectoren geplukt. Hierbij zijn de touwen verdeeld in stukken van 50 cm. De mosselzaadmonsters zijn ingevroren bij -20°C en later met behulp van zeven gescheiden in twee fracties. De fractie die bleef liggen op een zeef met een maaswijdte van 5×5 mm is groot genoemd en de fractie die bleef liggen op een zeef met een maaswijdte van 2 mm diameter is klein genoemd. Mosseltjes die zo klein waren dat ze door die laatste zeef gingen zijn niet meegerekend omdat ze waarschijnlijk niet allemaal zijn meegenomen bij het plukken. Bij kleine monsters zijn alle mosselen per fractie geteld. Bij grote monsters is per fractie het volume van de mosselen bepaald. Hierbij zijn de mosselen met water in een maatcilinder gedaan en is, na een aantal keer tikken op de tafel, de hoogte van de laag mosselen afgelezen. Daarna zijn in 40 ml (grote fractie) en 20 ml (kleine fractie) de mosselen geteld. Uit de aantallen en volumes is het busstukstal (aantal per 880 ml) berekend. In een aantal monsters is de schelpenlengte van de mosselen opgemeten. Er zijn steeds 20 grote en 20 kleine mosselen gemeten.

3.2. Resultaten 2000

3.2.1. Waterkolom

Het totaal aantal mosselen dat werd opgevangen aan de hangende touwen verschilt sterk per test locatie (Fig. 5). Het meeste zaad werd verzameld in het Malzwin (ruim 10,000 individuen per m touw) en het minste in het Zijpe. Op alle locaties gaven het Spaanse en Nieuw Zeelandse

touw het beste resultaat. De verdeling van het zaad over het touw was niet op iedere locatie gelijk. In de Krammer werd vooral veel zaad gevonden op de onderste 1,5 meter van het touw (Fig. 6). Op de andere locaties bevond het meeste zaad zich juist op de bovenste 1,5 meter (Fig. 6). Dit was het duidelijkst in het Malzwin (Fig. 6). De rest fractie is het zaad dat van het touw is gevallen tijdens het in stukken snijden van het touw en dat niet aan een bepaald stuk kon worden toegewezen. Deze fractie was vooral groot bij het Spaanse touw uit de Krammer. Op Neeltje Jans en in het Zijpe zijn twee opstellingen per locatie opgehaald. De grote standaard deviaties geven aan dat de verschillen tussen deze opstellingen groot was, terwijl ze slechts 50 m uit elkaar hingen (Fig. 6).

3.2.2. Bodem

De substraten op de rekken vertoonden ook grote verschillen in zaad opvang tussen de verschillende locaties (Fig. 7). Het meeste zaad werd opgevangen op de bodem collectoren bij de Philipsdam. Daar bleken mosselschelpen en kokkelschelpen het beste substraat te zijn. Er werd meer zaad gevonden op de laag geplaatste substraten dan op de substraten die 40 cm boven de plaat waren geplaatst. De opstellingen in de Zandkreek ving het meeste zaad op de touwen. Per 50 cm waren de hoeveelheden echter in de range van het Zijpe, de slechtste locatie van de hangende touwen. Een duidelijk verschil tussen hoge en lage substraten werd hier niet gevonden. De opstellingen bij Stavenisse ving bijna geen zaad. Op alle locaties werd het minste zaad gevonden op de netten en het stro. In een aantal gevallen was het stro uit het oesternet verdwenen.

3.2.3. Schelpgrootte

De gemiddelde schelpenlengte van het zaad was het grootst op de collectoren in het Malzwin en bij Neeltje Jans (ongeveer 9 mm, Fig. 8) en het kleinst op de bodem collectoren (gemiddeld 7,4 mm in de Zandkreek en 7,1 mm bij de Philipsdam). Grote verschillen lijken niet bepaald te worden door het type substraat. Over het algemeen domineerde het kleine zaad op de collectoren (Fig. 9). Het meeste grote zaad werd aangetroffen op de collectoren bij Neeltje Jans. Dit is de locatie waar de opstellingen het langst (85 dagen) hebben gehangen. Opvallend is het relatief hoge percentage groot zaad op de schelpen collectoren van Philipsdam en Zandkreek (Fig. 9). Uitgedrukt in busstukstal was het grote zaad 1.400-2.800 in het Malzwin en 3.500-4.800 in de Krammer, Neeltje Jans, Philipsdam en Zandkreek (Fig. 10). In het Malzwin was het busstukstal van het kleine zaad 4.000-18.000. De bodem collectoren van Philipsdam en Zandkreek toonden een vergelijkbare range van 4.000-20.000. In de Krammer en bij Neeltje Jans was het busstukstal van het kleine zaad 9.000-16.000.

3.3. Experimenten in 2001

In 2001 zijn de collectoren op twee manieren uitgezet: horizontaal en verticaal. Horizontaal zijn het Spaanse, Nieuw Zeelandse en Friese touw, alsmede drie nieuwe soorten touw (Japans, Zweeds en kokostouw) en een katoenen net uit Spanje gespannen binnen een raamwerk van touw (Fig. 11). Het raamwerk van 3x3 meter werd tussen vier bakens bevestigd op drie percelen (in het Oude Slaak op een perceel van dhr de Koning, in het Oosterom op een perceel van dhr. de Ronde en in Wieringen op een perceel van de Firma L. de Waal/Padmos) (Fig. 4). De diepte met laagwater was 2 m (Slaak), 3.5 m (Oosterom) en 1 m (Wieringen) en het raamwerk bevond zich 80 cm (Slaak), 40 cm (Oosterom) en 40 cm (Wieringen) boven de bodem. Direct naast de bakens werd ook een oesterzak met lege mosselschelpen op de bodem gelegd. De schelpen waren bedekt met dode zeepokken. Deze zak was verbonden met een gewicht en met een boeitje. Het touw tussen het gewicht en het boeitje was Japans touw, dat zodoende verticaal in de waterkolom stond (Fig. 11).

Verticaal zijn Spaans, Nieuw Zeelands, Fries en Japans touw en het katoenen net bij verschillende hangculturen opgehangen (Fig. 12). De collectoren waren 5 meter lang. De locaties waren de hangcultuur van K. Bout in de oude veerhaven bij Anna Jacobapolder, de hangculturen in de Krammer van B. Landa en P. Blok, de hangcultuur van de gebroeders Bout in het haventje bij het restaurant bij de Philipsdam, en in het Malzwin aan het pontonschip waar TNO experimenten uitvoert (Fig. 4). Aan het pontonschip zijn ook het touw RO en een zwart kousje voor mosselen uitgehangen. De verticale collectoren zijn op een aantal locaties in twee sets uitgezet. In augustus werd een van deze sets geogst en opnieuw uitgezet en in oktober zijn alle touwen geogst. Tabel 2 geeft de tijdstippen van uitzetten en ophalen van de collectoren weer. Het mosselzaad werd van de touwen verwijderd door middel van een ritsaparaat dat werd gemaakt door Franken BV (Fig. 13). In augustus bestond het afritsende gedeelte uit twee rubberen flappen en in oktober uit twee draaiende borstels. Het aantal kg per meter touw werd bepaald. Daarnaast werden monsters genomen om het aantal mosselen per gram te bepalen ter berekening van het aantal mosselen per meter touw. Bovendien werd het aantal mosselen per ml bepaald ter berekening van het busstukstal. Het percentage kapotte mosselen en het percentage tarra werd aan deze monsters bepaald.

3.4. Resultaten 2001

3.4.1. Horizontale collectoren

De horizontale collectoren hebben over het algemeen weinig zaad gevangen. In het Oosterom zaten alleen een paar mosseltjes op de hoekpunten waar de collector touwen aan het frame touw waren bevestigd. Het katoenen netwerk was verdwenen. Ook op het verticale Japanse touw werd bijna geen mosselzaad aangetroffen. De mosselschelpen hadden geen zaad gevangen.

Op de locatie Wieringen werd op geen van de collector touwen zaad aangetroffen. Het katoenen netwerk was ook hier niet meer aanwezig. Ook de mosselschelpen hadden geen zaad gevangen. Echter, het deel van het frame touw dat meest oostelijk was geplaatst was zwaar met mosselzaad bezet. De opbrengst was 6.9 kg per m, met een busstukstal van 1200 en een percentage tarra van 34%. In dit geval was de locatie van het touw ten opzichte van de stroom belangrijker is dan het materiaal waar de collector van was gemaakt.

In het Slaak waren alle collector touwen begroeid met zakpijpen. Ook hier werd het katoenen netwerk niet teruggevonden. Alleen op het verticale touw dat het gewicht verbond met het boeitje was net onder het wateroppervlakte, veel zaad gevallen. Dit zaad had een busstukstal van 260. De mosselschelpen hadden 7 mossel zaadjes per liter gevangen, dit is ongeveer 19 zaadjes per kg schelpen. Dit zaad had een busstukstal van 1600. De opbrengst was veel minder dan de ruim 200 mosselzaadjes die in 2000 per kg mosselschelpen werden aangetroffen.

3.4.2. Verticale collectoren

De collectoren die in augustus zijn opgehaald vertoonden een goede oogst (Fig. 14). Vooral de touwen die waren uitgehangen bij Blok en Landa aan de Philipsdam gaven opbrengsten tot 9 kg per meter (Fig. 15a). Het beste touw was het Nieuwzeelandse touw. Het Japanse touw had ook veel zaad gevangen, maar het verwijderen van het zaad met rubber flappen werkte niet optimaal. De lange filamenten van het Japanse touw klaptten dubbel, waardoor veel zaad bleek zitten. De meer ingesloten hangcultures van K. Bout in de oude veerhaven bij Anna Jacobapolder en van de gebroeders Bout in de haven bij de Philipsdam toonden een lagere opbrengst. Alleen bij de gebroeders Bout en bij Landa is het katoenen net teruggevonden. De opbrengst was 3.2 kg per meter bij Landa en 0.7 kg per meter bij de gebroeders Bout. Het zaad op de collectoren die aan het pontonschip in het Malzwin hadden gehangen zat heel erg dicht op elkaar en heel erg vast. Dit zaad was moeilijk van de touwen af te halen met de rubber flappen. Hierdoor was de opbrengst laag in vergelijking met de Oosterschelde. Extra collectoren op deze locatie waren het touw RO en een zwart kousje. Beide collectoren gaven

een opbrengst die lager was dan die van de andere touwen in het Malzwin (resp. 1.3 en 1.2 kg per meter).

Het aantal mosselen per meter touw was over het algemeen hoger op de meer ingesloten plaatsen van Anna Jacoba en de gebroeders Bout (Fig. 15b). Daar was het busstukstal groter en de mosselen dus kleiner. De grootste mosselen (busstukstal rond de 700) werden geoogst in de Krammer bij Blok en Landa (Fig. 15c). Het percentage kapotte mosselen varieerde tussen 0.5 en 15% (Fig. 15d) en het percentage tarra tussen de 5 en 30% (Fig. 15 e). Verschillen tussen locaties waren groter dan tussen de touwen.

Het terughangen van de touwen na de eerste oogst resulteerde niet in een tweede oogst (Fig 16). Op alle locaties waar dit was uitgevoerd werd geen nieuw broed op de touwen aangetroffen. De touwen die in oktober voor het eerst werden geoogst gaven een hogere opbrengst dan de touwen die van mei tot augustus waren uitgehangen. De grootste oogst kwam wederom uit de Krammer (Fig. 17a). Verschillen tussen de touwen waren minder duidelijk dan in augustus, alleen het Friese touw gaf de laagste opbrengst. Het extra touw RO in het Malzwin gaf ook nu een lagere opbrengst dan de andere touwen (0.1 kg per meter).

In de Waddenzee (Malzwin) werden meer mosselen per meter touw aangetroffen dan in de Krammer (Blok en Landa) (Fig. 17b). De mosselen in het Malzwin waren kleiner dan die in de Krammer (Fig. 17c). Het aantal mosselen per meter touw was in oktober lager dan in augustus (vergelijk Fig. 15b en 17b). Dit geeft aan dat er in de periode van augustus tot oktober mosselen van de touwen af zijn gevallen. De mosselen waren in oktober groter dan in augustus (vergelijk Fig. 15c en 17c).

Er werd meer zaad van de touwen verwijderd met de borstels dan met de rubber flappen. Bovendien resulteerde dit in een veel lager percentage breuk (Fig. 17d). Het percentage tarra was lager in oktober dan in augustus (vergelijk Fig. 15 e en Fig. 17 e).

4. Discussie en conclusies

4.1. Horizontale collectoren

De substraten aan de opstellingen die in 2000 op droogvallende platen zijn geplaatst vingen beduidend minder zaad dan de substraten die hingen in de water kolom. Er werd geen consistent verschil gevonden tussen substraten die op de bodem lagen in vergelijking met

substraten die 40 cm boven de bodem waren bevestigd. Dit betekent dat verschillen in vraat waarschijnlijk niet waren opgetreden. Op beide type opstellingen (hoog en laag) zijn kleine krabben waargenomen. Bij de bodem collectoren lijkt bescherming tegen vraat de belangrijkste factor voor overleving. De oesternetten gevuld met schelpen boden waarschijnlijk meer bescherming hiertegen dan de touwen. Het uitblijven van zaadval op de bodem substraten in het experiment van Elzackers (1998) zou ook door vraat verklaard kunnen worden.

Uit logistieke overwegingen waren alle rekken van het experiment in 2000 op droogvallende platen geplaatst. In 2001 zijn de horizontale opstellingen op diepere locaties geplaatst, waarbij de collectoren constant onder water stonden. Dit zou de zaadval kunnen bevorderen en op die manier het relatieve verlies door rovers kunnen beperken. De horizontale collectoren hebben echter bijna geen zaad gevangen. De touwen waren gespannen tussen vier palen. Deze palen gaven goed contact met de bodem. Het oesternet met mosselschelpen lag op de bodem. Kleine krabben werden op de touwen en tussen de schelpen aangetroffen. Zonder effectieve krabben vanger zullen collectoren die in contact staan met de bodem zelden een goed resultaat opleveren.

4.2. Verticale collectoren

De verticaal in het water hangende substraten gaven in beide jaren een veel betere opbrengst dan de horizontale collectoren. In 2000 waren de beste substraten het Spaanse touw en het Nieuw Zeelandse touw. In 2001 waren dat het Japanse en het Nieuw Zeelandse touw. In de Krammer en het Malzwin waren de resultaten met het Spaanse touw beter dan in de Wash. Daar vond Bryant (1999) ruim 4.000 individuen per meter touw, tegen 14.000 in de Waddenzee en 8.000 in de Oosterschelde. De grootte van het zaad uit de Wash was vergelijkbaar met onze resultaten. Het stukstal van het met touwen gewonnen zaad is afhankelijk van de locatie. In de Krammer is het rond de 700 in augustus en rond de 300 in oktober. Tijdens de zaadinventarisaties in het voorjaar die door het RIVO in de Waddenzee worden uitgevoerd is het stukstal meestal kleiner dan 1000 (van Stralen, 2000). In 2000 was de meest geschikte diepte voor gebruik van de touwen tot 2,5 m onder het wateroppervlakte. In 2001 was de zaadval veel homogener over de 5 meter lange touwen verdeeld.

4.3. Collectoren van materiaal dat vergaat

Twee collectoren van materiaal dat vergaat zijn getest: een katoenen net en kokostouw. Het katoenen net bleek niet erg sterk. Dit is waarschijnlijk de reden waarom het bij de oogst in augustus op verschillende plaatsen was verdwenen. Op de plaatsen waar het kon worden

geogst was de opbrengst minder dan op de collector touwen. Dit nadeel zou in praktijk kunnen opwegen tegen het voordeel dat het zaad niet ergens vanaf gehaald hoeft te worden. Een test in een basin bij het RIVO liet zien dat het katoenen net na 5 maanden in zeewater geheel was vergaan. Dit verklaart waarom het katoenen net in oktober niet meer is teruggevonden. Het kokostouw is alleen getest in Wieringen. Daar heeft het geen zaad opgevangen. Proeven uitgevoerd door anderen hebben echter aangetoond dat kokostouw goed zaad kan vangen. Het touw is vrij dik (1 cm diameter) en vergaat slechts langzaam. Na 7 maanden in zeewater is nog geen zichtbare afbraak opgetreden. Een dunner touw zou een goed alternatief kunnen zijn.

4.4. Twee keer oogsten per seizoen

De resultaten uit het Malzwin van 2000 lieten zien dat collectoren uitgehangen in augustus een goede opbrengst konden leveren in oktober. In 2001 zijn de collectoren uitgehangen in augustus in de Krammer en het Malzwin, maar ze lieten geen van allen een zaadvangst zien in oktober. Twee keer oogsten per seizoen is blijkbaar niet altijd haalbaar. De reden voor het verschil tussen de jaren zou mogelijk kunnen liggen in het larven aanbod. Uit resultaten van het ESSENSE project blijkt dat in 2000 de broedval laat was in de Waddenzee, terwijl in 2001 de broedval juist vroeg was in de Oosterschelde (Smaal 2000, ongepubliceerde gegevens).

4.5. Afritsen van het zaad van de touwen

Afritsen is een snelle manier van het verwijderen van het zaad van de collector touwen. Afritsen met borstels gaat veel beter dan met rubber flappen.

4.6. Verschillen binnen Oosterschelde of Waddenzee

Het huidige onderzoek laat grote verschillen in zaadvangst zien binnen de Oosterschelde en de Waddenzee. In de Oosterschelde trad de beste zaadval op in de Krammer op hangende touwen. Het nabij gelegen Zijpe had juist de minste zaadval. De opstellingen van de in het westen gelegen test locatie Neeltje Jans had weer meer zaad opgevangen. De iets lagere opbrengst in de Krammer op de locatie van Blok in vergelijking met de nabij gelegen locatie van Landa is mogelijk veroorzaakt door het feit dat de touwen bij Blok iets dichters op elkaar hingen dan bij Landa.

4.7. Verschil tussen Waddenzee en Oosterschelde

Uit de resultaten blijkt dat in 2000 meer mosselzaad werd opgevangen in de Waddenzee dan in de Oosterschelde, terwijl dat in 2001 precies andersom was. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in de Waddenzee het experiment in 2000 in een andere periode plaats vond dan in de Oosterschelde (augustus tot oktober in plaats van mei tot juli). In 2000 was de broedval in de Waddenzee erg laat. Het experiment heeft geprofiteerd van deze late broedval. De resultaten van het ESSENSE onderzoek laten meestal ook een betere broedval zien in de Waddenzee dan in de Oosterschelde (Smaal, 1999, 2000; Poortvliet, 2000). In de mosselzaadvisserij is het een bekend verschijnsel dat de zaadval veel beter is in de Waddenzee dan in de Oosterschelde. Het feit dat de verschillen ook op hangende substraten optreden kan wijzen op een verschil in larven aanbod en/of predatie. Dit aspect is onderwerp van studie binnen het RIVO.

4.8. Globale berekening benodigde ruimte voor productie mosselzaad

Het gebruik van touw collectoren lijkt het meest haalbaar voor zaadwinning voor de bodemcultuur. De gunstige resultaten in de Krammer en het Malzwin laten de volgende globale berekeningen toe. Bij de berekeningen is uitgegaan van een oppervlakte van 70 ha. Dit is het huidige oppervlakte van de hangcultuur in de Krammer. Door de jaarlijks optredende zaadval is deze locatie is bijzonder geschikt voor het winnen van mosselzaad. De vergelijkbare resultaten van de proeven bij Landa en Blok in de Krammer geven aan dat de opbrengst van touwen die enkele honderden meters van elkaar hangen niet veel van elkaar zullen verschillen.

Bij gebruik van touwen van 5 meter lang aan longlines van 220 m lang met om de 25 cm een touw kan 4.400 meter touw per longline worden uitgehangen. Op een gebied van 70 ha kunnen, bij een afstand van 25 meter tussen de longlines, 110 dubbele longlines, dus 220 longlines worden gespannen. Omdat het aantal mosselen per meter in augustus veel hoger was dan in oktober is uitgegaan van de resultaten van augustus. In 2001 was de maximale opbrengst in de Krammer was 9 kg per meter Nieuw Zeelands touw. Het percentage tarra was 7 en het percentage kapot 1. Dit betekent dat er netto 8 kg zaad per meter kon worden gewonnen. De opbrengst is dan $220 \text{ longlines} \times 4.400 \text{ meter touw} \times 8 \text{ kg} = 7.744.000 \text{ kg}$. In 2000 was de maximale opbrengst 3,3 kg per meter. Dan wordt de opbrengst op 70 ha $3.194.400 \text{ kg}$. In 2001 is door Landa en Blok in de Krammer ongeveer $1.000.000 \text{ kg}$ zaad gewonnen met 14? enkele longlines van 220 m en collector touwen van 10 m?. Dit wijst op gemiddeld 8 kg per meter collector touw. In het Malzwin was de maximale opbrengst in beide jaren 5 kg per meter. Het percentage tarra was 2 en het percentage kapot ook 2. Er werd dus 4,8 kg zaad per meter gewonnen. De opbrengst op 70 ha zou dan $4.646.400 \text{ kg}$ zijn.

De benodigde hoeveelheid mosselzaad voor de bodemcultuur is 65.000.000 kg. Hiervan is bijna de helft tarra. De hoeveelheid schoon zaad is dus ongeveer 35.000.000 kg. In de bovenstaande rekenvoorbeelden was de theoretische zaad opbrengst op touwen ongeveer 3.000.000 tot 7.500.000 kg. Dit is 8-20 % van de benodigde hoeveelheid. Bij de berekeningen dient men echter in het oog te houden dat de opbrengst waarschijnlijk niet iedere zaadval periode gelijk zal zijn. Ook is nog onduidelijk of broedval van larven en de groeisnelheid van het zaad gelijk blijft bij een opschaling naar groter aantal collector touwen per ha. Daarnaast is het oogststelsel nog niet geoptimaliseerd. Hierdoor strekt de oogstperiode zich uit over een aantal maanden. Dit heeft tot gevolg dat mosselen van de touwen kunnen vallen voor ze geoogst worden.

5. Aanbevelingen

Uit dit onderzoek blijkt dat de beste methode om zaad te vangen vanaf het wateroppervlak naar beneden hangende collectoren is. Collector touw uit Nieuw Zeeland (fuzzy rope) en Japan (artificial seaweed) gaven de beste en een zeer vergelijkbare opbrengst. Het prijsverschil tussen Nieuw Zeelands touw (f 0,90 per meter) en Japanse touw (f 6,85 per meter), maakt het gebruik van Nieuw Zeelands touw aantrekkelijker.

Het tijdstip van gebruik van de collectoren dient te worden afgestemd op het larven aanbod. Deze informatie wordt door het RIVO geleverd aan het Productschap Vis in het kader van het door de Mossel Advies Commissie van het Productschap Vis gefinancierde project "Verbetering broedval mosselen".

Voor het grootste aantal mosselen per meter en een goede opbrengst in kilo's is oogsten in augustus het beste.

Lege schelpen kunnen mosselzaad vangen. Het is echter geen goed voorspelbare collector voor mosselzaad. Een experiment waarbij schelpen op grotere schaal en op verschillende tijdstippen wordt uitgezaaid kan duidelijkheid verschaffen omtrent de potentie van deze collector. Recentelijk is namens de werkgroep "Verbetering broedval mosselen" een vergunning aangevraagd voor een dergelijk experiment.

Materiaal dat vergaat is een interessant alternatief voor de bestaande collector touwen. Deze methode dient verder te worden uitgetest met sterker katoen of zwakker kokos touw. De collector dient kort na het plaatsen op het perceel (b.v. in augustus) te vergaan, maar niet vóór die tijd. Bij het gebruik van dergelijk materiaal moet ook een manier worden gevonden om de

touwen, na opvang van het zaad, op de percelen te plaatsen. Een mogelijk probleem vormt het oprollen van de touwen of netten.

De overleving van zaad van verschillende herkomst dient te worden bepaald. Alleen dan wordt de werkelijke bijdrage van collector zaad voor de bodemcultuur duidelijk. Daarnaast dient te worden onderzocht wat de optimale grootte van het zaad en de zaaidichtheid is. Dit zal afhankelijk zijn van de zaai locatie en het tijdstip van zaaien. Deze gegevens zijn ook van belang voor optimalisatie van het gebruik van wild zaad. Momenteel wordt in het kader van het project "Verbetering broedval mosselen" de overleving na uitzaaing op een perceel bepaald van met collectoren gewonnen zaad in vergelijking met wild zaad.

Naast de Oosterschelde en de Waddenzee zijn andere kustgebieden gebieden mogelijk geschikt voor het winnen van mosselzaad. Een experiment in b.v. het Veerse Meer zou kunnen laten zien hoe het larven aanbod en de broedval op collectoren zich verhoudt tot de Oosterschelde en Waddenzee.

6. Dankwoord

Dit onderzoek is gefinancierd door de Mossel Advies Commissie van het Productschap Vis en het Economisch en Toeristisch Ontwikkelingsfonds van de Provincie Zeeland. Graag bedanken wij de volgende mensen of bedrijven: Franken BV stelde in 2000 het Spaanse, Nieuw Zeelandse en Schotse touw beschikbaar, Lankhorst/Indutech bv stelde beide jaren het Friese touw beschikbaar en Ijmuiden Stores in 2001 het kokostouw. De Zeeuwse Banier leverde lege mosselschelpen. De mosselkwekers K. Bout, gebr. Bout, P. Blok, Hogerheide van de Firma L. de Waal/Padmos, L. Landa, Th. de Koning, A. de Ronde, Ch. Schot, W. Schot en Ph. Sinke stelden ieder een gedeelte van een bodemperceel of hangcultuur beschikbaar. De Stichting het Zeeuwse Landschap, het Nationaal Park Oosterschelde, en de Scheepvaartdienst Oosterschelde, Gedeputeerde Staten van Zeeland en LNV Directie Noord gaven toestemming voor het uitvoeren van de experimenten. De visserijkundig ambtenaren en bemanningen van de LNV schepen Kokhaan, Valk, Cornelis Bos en Stormvogel, alsmede verschillende medewerkers van de hangcultuur kwekerijen, en J. K. van Stee en J. Perdon hielpen bij het uitzetten en ophalen van de collectoren. R. Been, M. Kip, J.P. de Loos, J. Perdon, J. Poelman en J. Rueda Ruiz hielpen bij het verwerken van de monsters. Touwen en resultaten werden uitgewisseld met R. Oorschot van TNO. De heren H. van den Bos, B. Landa, A. Leerling, K. Prins, W. Reijniers en W. Schot van de begeleidingscommissie alsmede J. Bol, J. Poelman en M. van Stralen gaven advies.

7. Literatuur

- Boromthanarat, S. & J.M. Deslous-Paoli (1988). Production of *Mytilus edulis* L. reared on bouchots in the Bay of Marennes-Orleon: comparison between two methods of culture. *Aquaculture* 72: 255-263.
- Bryant, D. (1999). Longline mussel culture experiments in The Wash.
- Elzackers, P.M.C. (1998). Het voorkomen van broedval van de mossel (*Mytilus edulis*) in de Oosterschelde seizoen 1998. RIVO Rapport 98.010, 39 pp.
- Geelen, H. & J.W. de Blok (1952). Resultaten broedval mossel 1952, 4 pp.
- Havinga, B. (1957). Proeven over winning van osselzaad in de Waddenzee, 17 pp.
- Jeffs, A.G., R.C. Holland, S.H. Hooker & B.J. Hayden (1999). Overview and bibliography of research on the greenshell mussel, *Perna canaliculus*, from New Zealand waters. *J. Shellfish Res.* 18: 347-360.
- Parma, S. (1955). De mosselbroedval in De Waddenzee, 45 pp.
- Petratis, P.S. (1991). Recruitment of the mussel *Mytilus edulis* L. on sheltered and exposed shores in Maine, USA. *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.* 147: 65-80.
- Poortvliet, Th. (2000). *Mytilus edulis*. Onderzoek naar broedval in de Oosterschelde en Waddenzee. Stageverslag, RIVO-Rapport 00.018, 30 pp.
- Reise, K. (1985). Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions. Springer-Verlag.
- Smaal, A.C. (1999). ESSENSE Progress Report, 99 pp.
- Smaal, A.C. (2000). ESSENSE Progress Report, 75 pp.
- Stoner, D.S. (1990). Recruitment of a tropical colonial ascidian: relative importance of pre-settlement vs. post-settlement. *Ecology* 71: 1682-1690.
- Stralen, M.R. van (2000). Het mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2000. RIVO-Rapport C 013, 16 pp.
- Trundle, C.J. (2000). Mussel (*Mytilus edulis*) cultivation within the Wash 1992-1999. ESFJC, 23 pp.

8. Figuren en tabellen

Tabel 1. Data van uitzetten en ophalen van de opstellingen in 2000 in de Oosterschelde (Neeltje Jans, Krammer, Zijpe, Philipsdam, Zandkreek en Stavenisse) en Waddenzee (Vlieter, Mosselgeultje en Malzwin). Tevens is het aantal dagen dat de opstelling is uitgezet weergegeven. X betekent dat de opstelling verloren is gegaan.

Locatie boeien	in	uit	dagen
Neeltje Jans I	1/5	25/7	85
Neeltje Jans II	1/5	25/7	85
Krammer I	4/5	X	X
Krammer II	30/5	19/7	50
Zijpe I	31/5	19/7	71
Zijpe II	14/6	19/7	35
Vlieter I	16/5	X	X
Vlieter II	5/6	X	X
Mosselgeultje	24/5	X	X
Malzwin	16/8	23/10	68
Locatie rekken			
Philipsdam (4)	24/5	31/7	68
Zandkreek (4)	22/5	2/8	72
Stavenisse (3)	26/5	7/8	73
Stavenisse (1)	26/5	22/8	88

Tabel 2. Data van uitzetten en ophalen van de opstellingen in 2001 in de Oosterschelde (OS) en Waddenzee (Wzee). Tevens is het aantal dagen dat de collector is uitgezet weergegeven. x geeft aan dat geen tweede set was uitgezet.

Locatie	type collector	in	1 ^e set uit	dagen	2 ^e set uit	dagen
Anna Jacoba Bout (OS)	verticaal	26/4	8/8	104	x	
Philipsdam Bout (OS)	verticaal	21/5	9/8	80	x	
Krammer Blok (OS)	verticaal	27/4	14/8	109	17/10	173
Kammer Landa (OS)	verticaal	8/5	14/8	101	16/10	164
Malzwin (Wzee)	verticaal	1/5	23/8	114	27/9	149
Slaak (OS)	horizontaal	25/4	6/9	134	x	
Oosterom (Wzee)	horizontaal	18/4	28/8	132	x	
Wieringen (Wzee)	horizontaal	1/5	30/8	121	x	

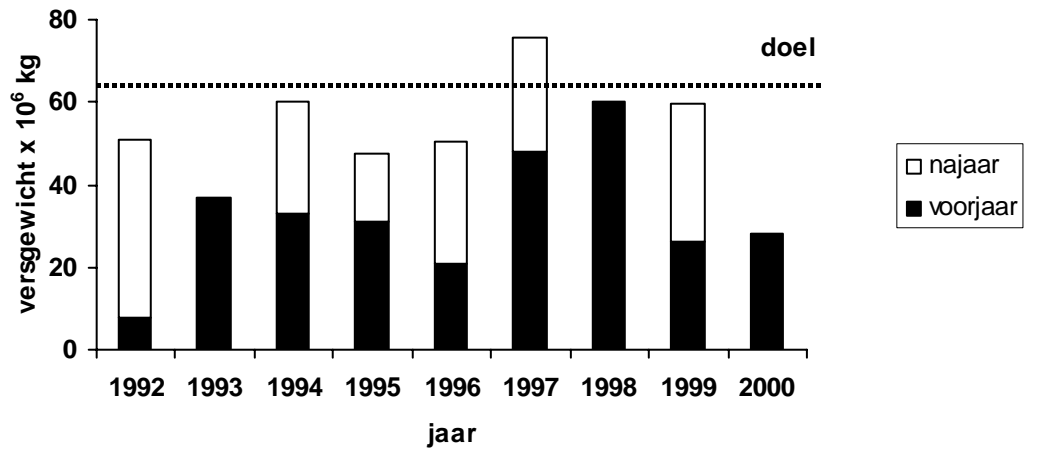


Fig. 1. Mosselzaadvangsten in de Waddenzee, de streefhoeveelheid is aangegeven met een gestippelde lijn (bron: Mosselkantoor).

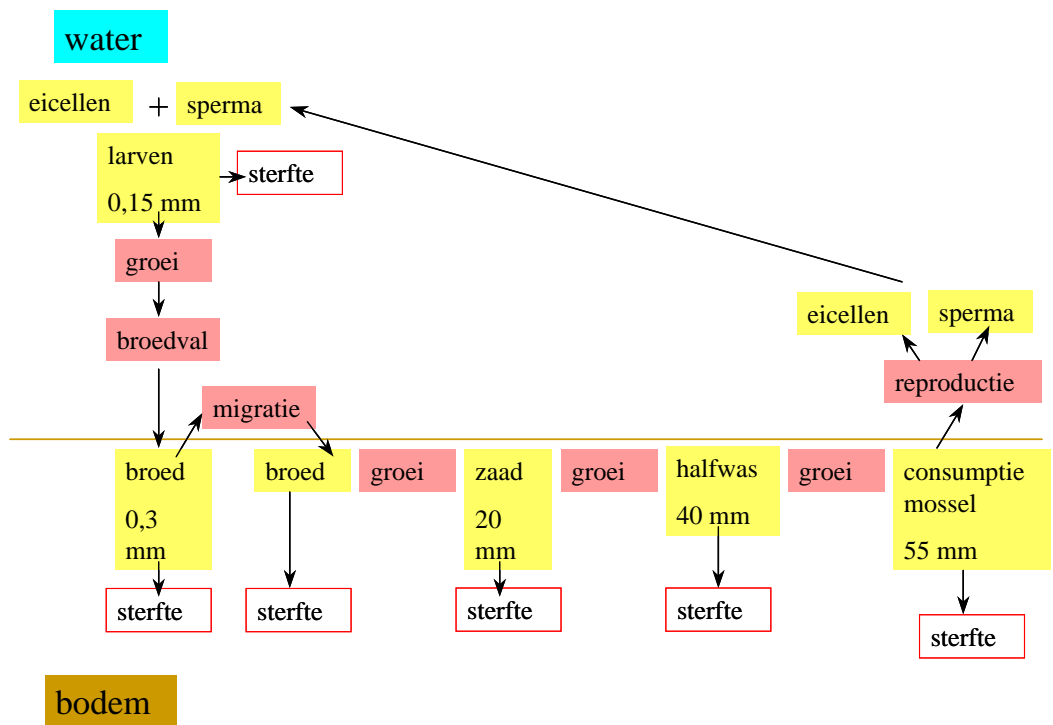
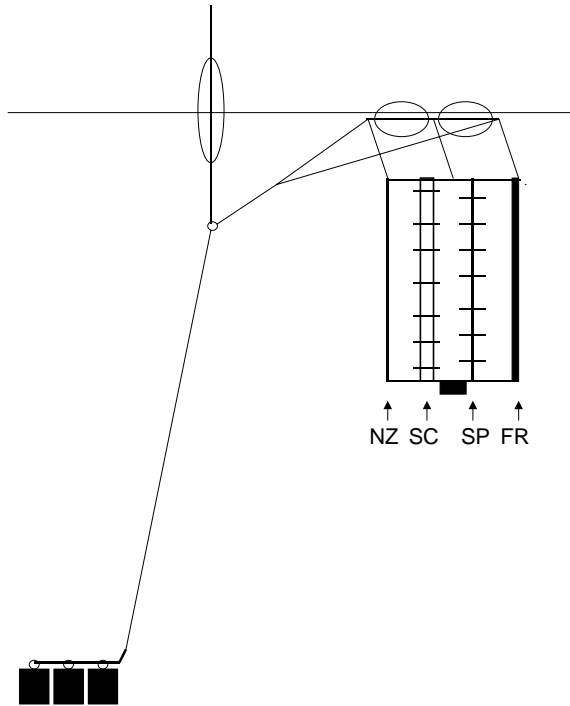


Fig. 2. De levenscyclus van de mossel.

A.



B.

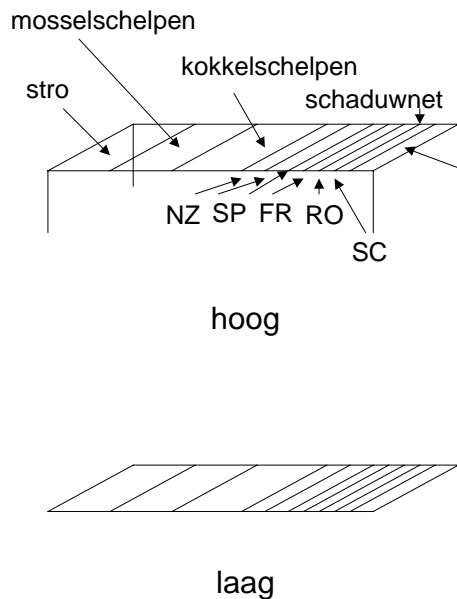


Fig. 3. A. Boei met vier soorten touw (SP = Spaans, NZ = Nieuw Zeelands, Sc = Schots, FR = Fries). De touwen waren 3 m lang en boven en beneden met elkaar verbonden door een horizontale stang. Aan de onderste stang was een gewicht bevestigd. Dit frame met touwen hing 1 m onder het water oppervlak aan twee drijvers. De drijvers waren verbonden met een dobber die was verankerd op de bodem. B. Rekken met vijf soorten touw (naast de bovengenoemden ook RO = genoemd naar beschikbaarsteller Ron Oorschot), twee netten van 30 x 75 cm (schaduwnet en vogelnet), en drie oesternetten gevuld met respectievelijk 7 kg mosselschelpen, 7 kg kokkelschelpen, en 2 kg stro. De rekken (3 m lang en 75 cm breed) waren gemaakt van beton ijzer. Per locatie zijn twee rekken op de bodem (laag) en twee rekken 40 cm boven de bodem (hoog) geplaatst.

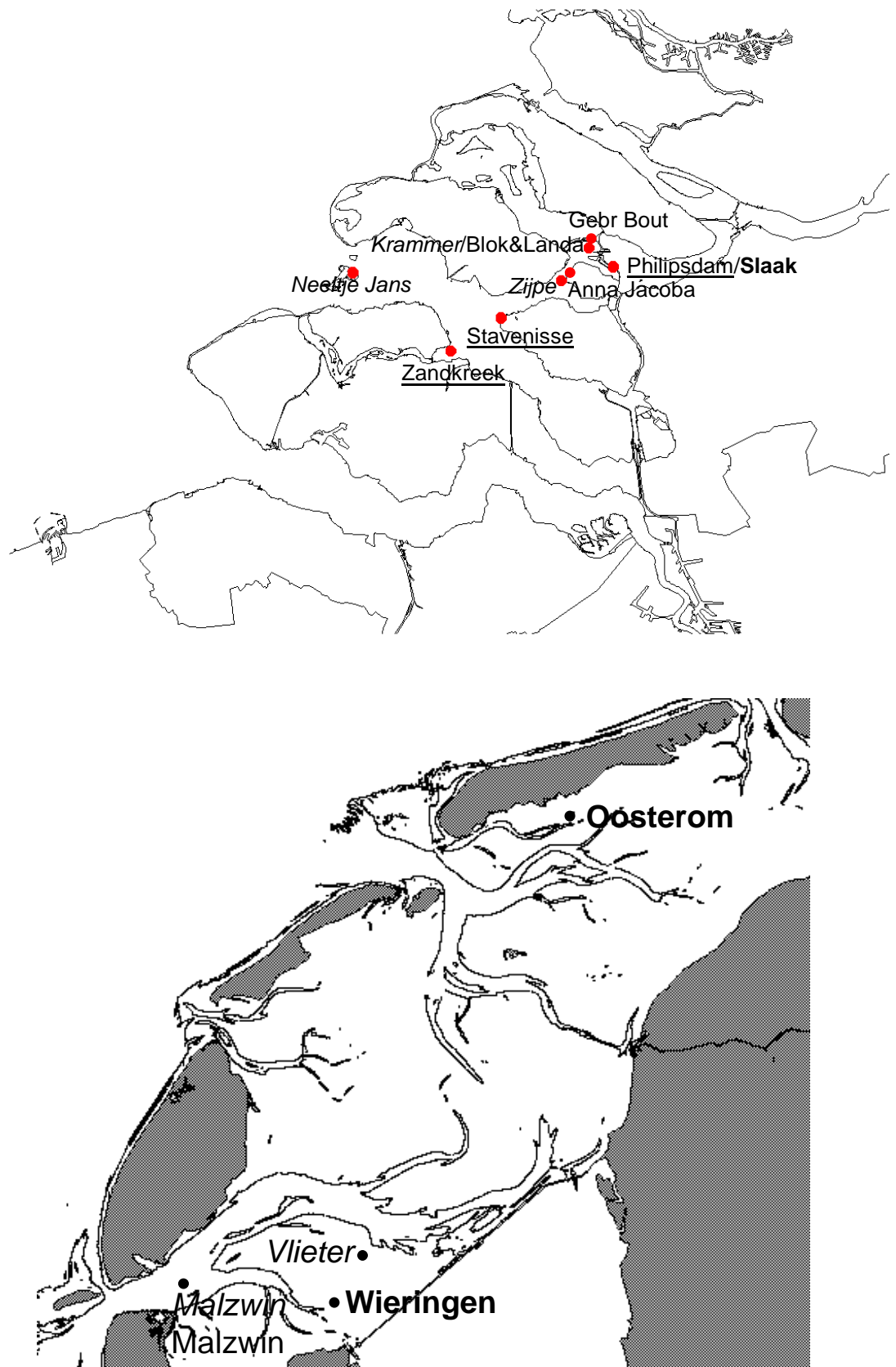
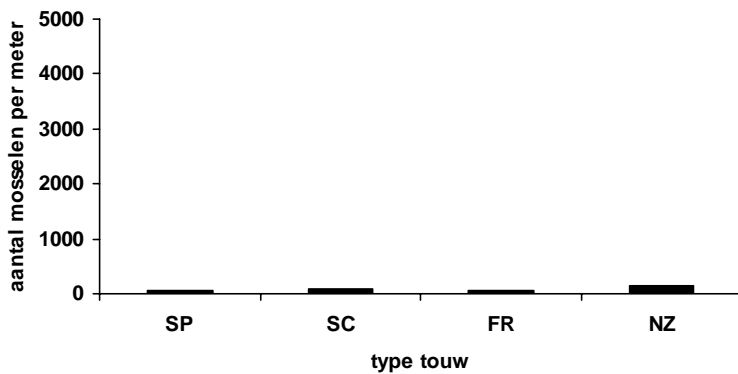
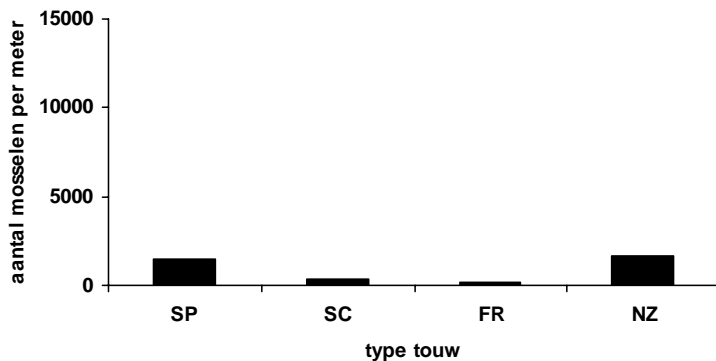


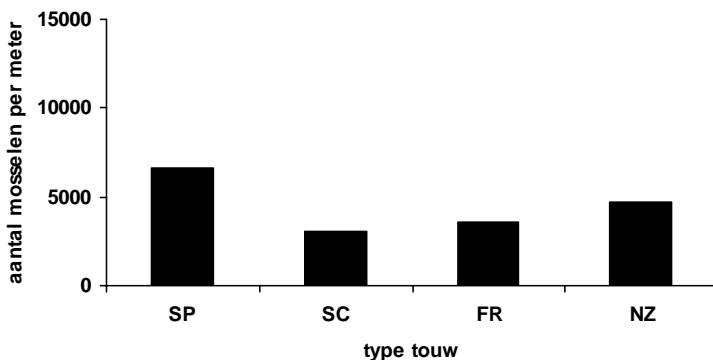
Fig. 4. Locaties van de collectoren in de Oosterschelde (a) en Waddenzee (b). Namen van locaties voor boeien uit 2000 zijn cursief, voor rekken uit 2000 zijn onderstreept, voor horizontale collectoren uit 2001 zijn vet en voor verticale collectoren uit 2001 zijn normaal.



Neeltje Jans



Krammer



Malzwin

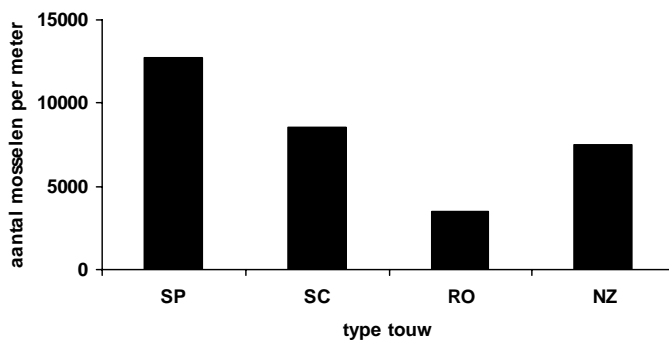


Fig. 5. Het aantal mosselen op 1 m collector touw (SP = Spaans, NZ = Nieuw Zeelands, SC = Schots, FR = Fries, RO = genoemd naar beschikbaarsteller) op de vier test locaties voor de boeien (Zijpe, Neeltje Jans, Krammer, Malzwin).

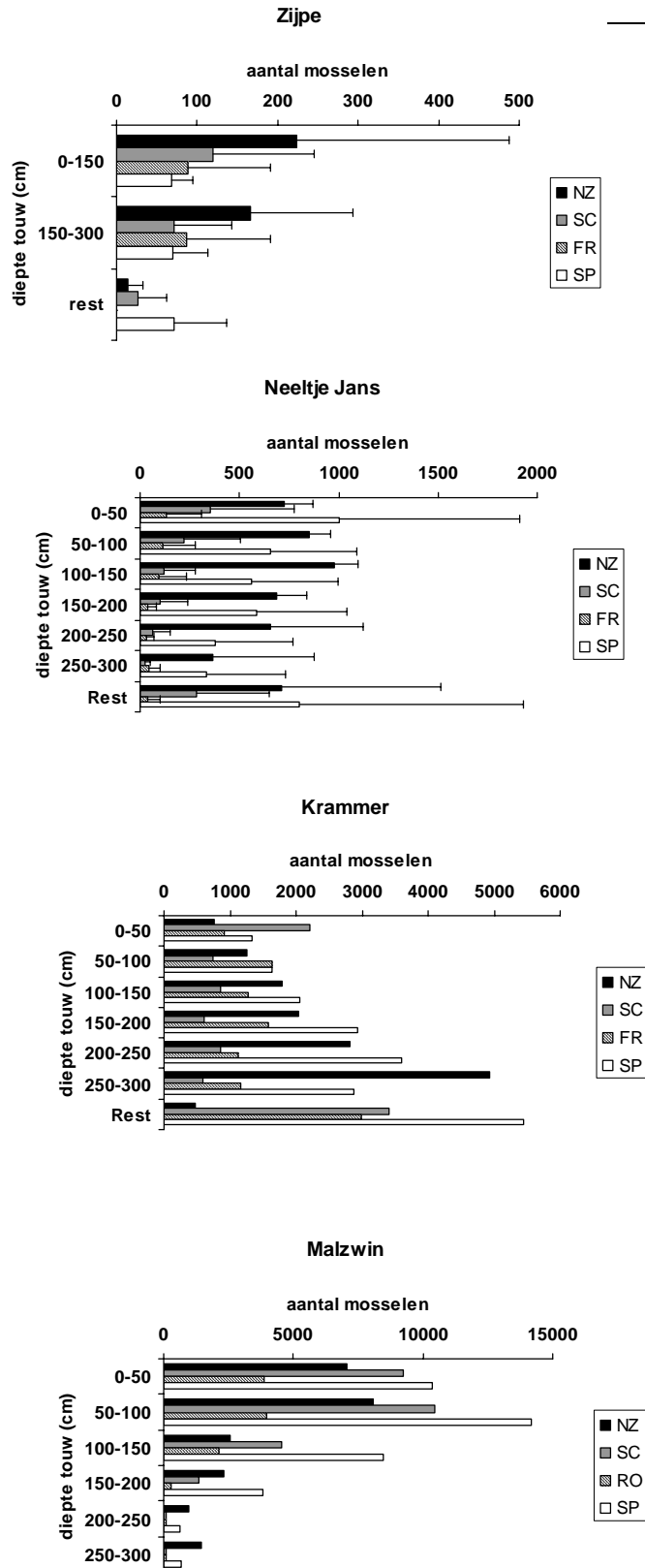


Fig. 6. Het aantal mosselen per 50 cm collector touw (voor codes zie figuur 4) aan de boeien (Zijpe - hierbij is het touw slechts in tweeën gedeeld -, Neeltje Jans Krammer, Malzwin). Bij het Zijpe en Neeltje Jans is het gemiddelde van twee touwen met standaard deviatie weergegeven. De rest fractie is het zaad dat van het touw is gevallen tijdens het in stukken snijden van het touw en dat niet aan een bepaald stuk kon worden toegewezen.

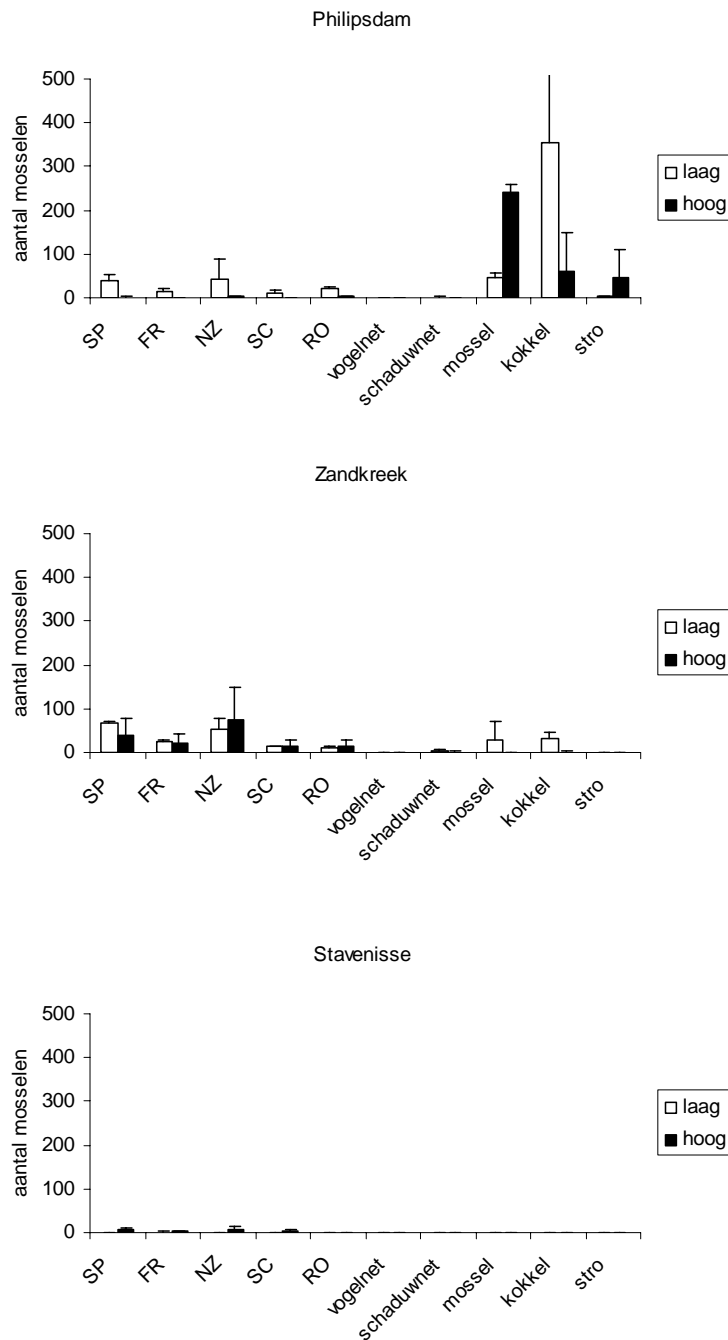


Fig. 7. Het aantal mosselen per 50 cm touw (voor codes zie figuur 4), 1500 cm² net of 1 kg stro, mosselschelpen of kokkelschelpen op de drie test locaties voor de rekken (Philipsdam, Zandkreek, Stavenisse). Laag zijn de op de bodem geplaatste rekken en hoog de 40 cm boven de bodem geplaatste rekken. Het gemiddelde van twee rekken met standaard deviatie is aangegeven.

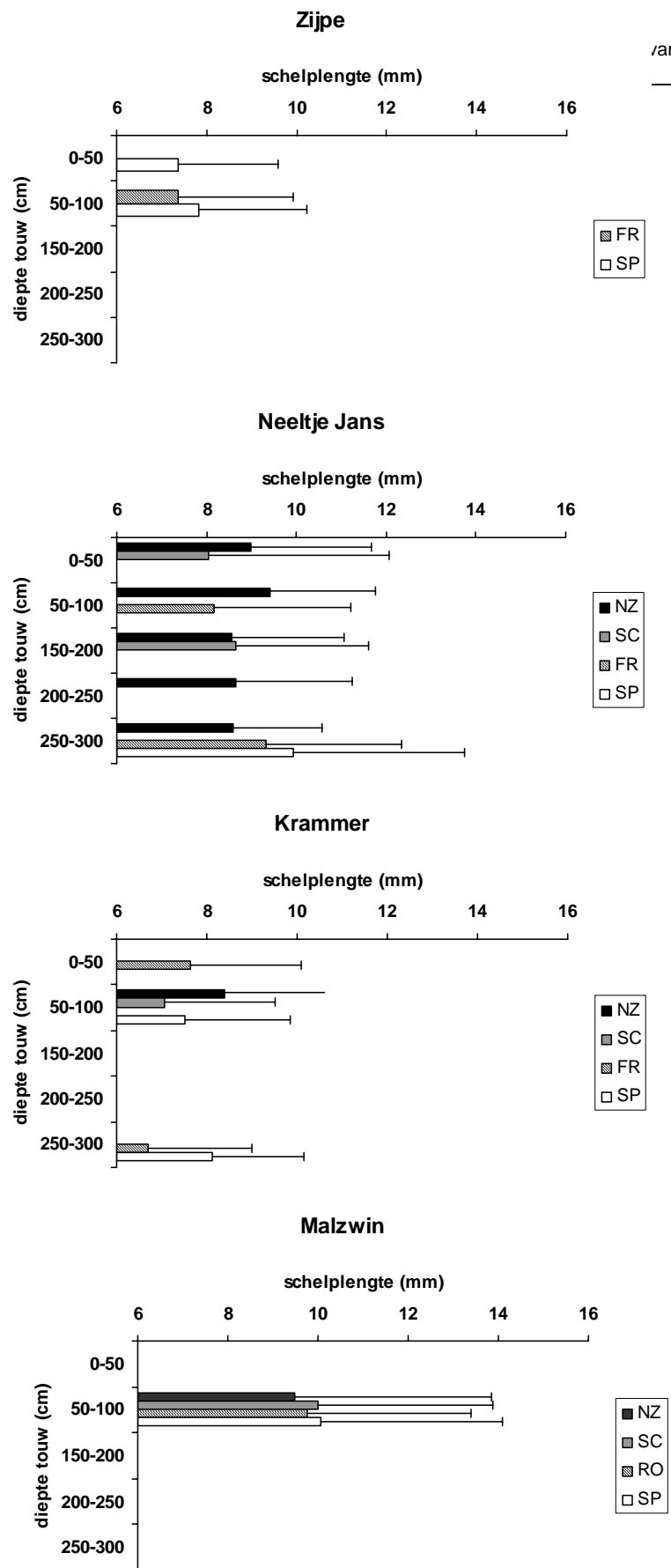


Fig. 8. De schelpenlgte (in mm) van het mosselzaad op de vier test locaties voor boeien (Zijpe, Neeltje Jans, Krammer, Malzwin). De gemiddelde schelpenlgte van 40 mosselen met standaard deviatie is aangegeven. Het type substraat (voor codes zie figuur 6) en het gedeelte van het touw is weergegeven.

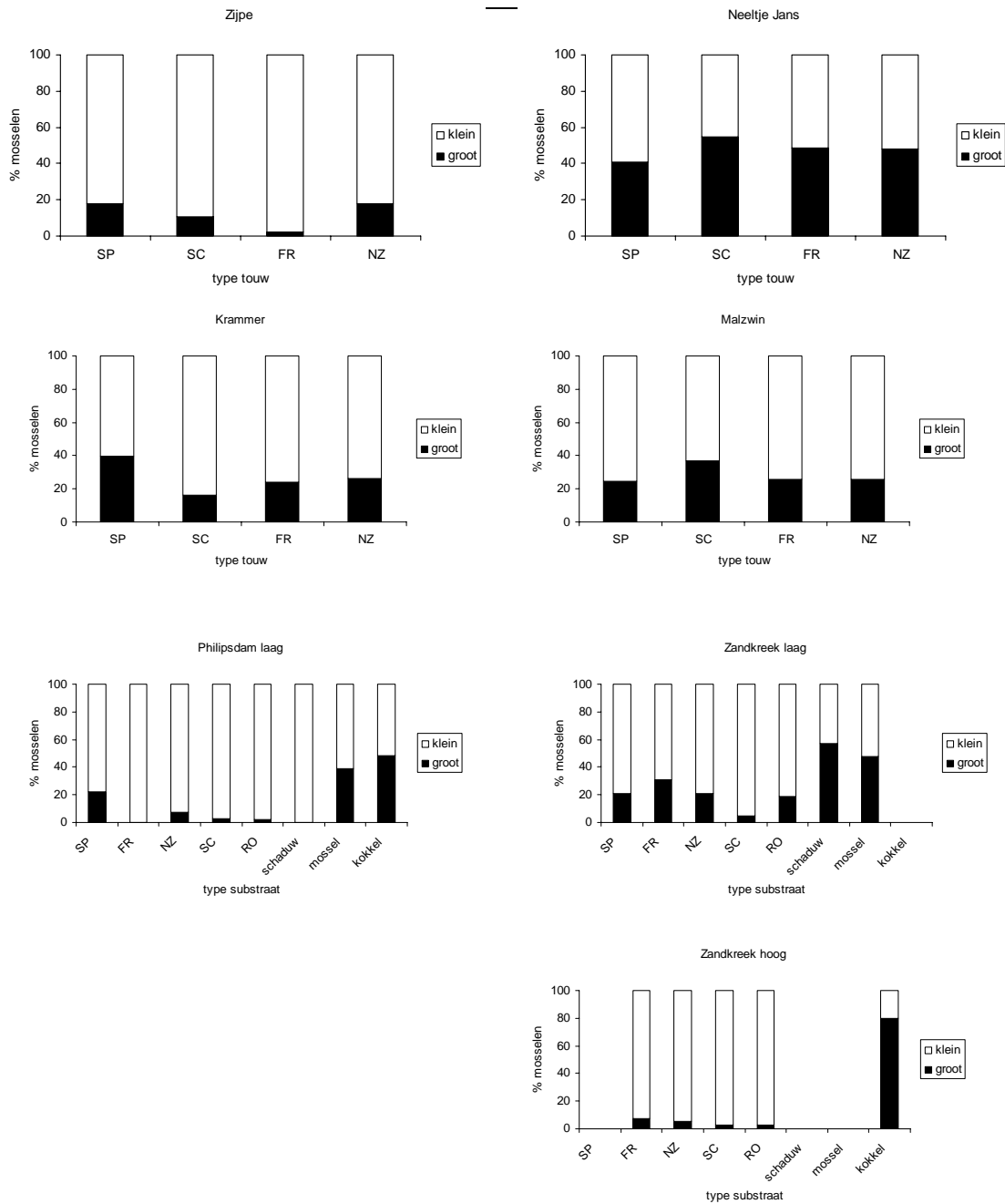


Fig. 9. De verdeling van het zaad over twee grootte klassen (groot is de fractie die bleef liggen op een zeef met een maaswijdte van 5x5 mm en klein de fractie die bleef liggen op een zeef met een maaswijdte van 2 mm diameter) op de vier test locaties voor boeien (Zijpe, Neeltje Jans, Krammer, Malzwin) en twee test locaties voor rekken (Philipsdam, Zandkreek). Resultaten voor de verschillende rekken (laag, hoog) weergegeven. Voor de codes van het type substraat wordt verwezen naar figuur 6.

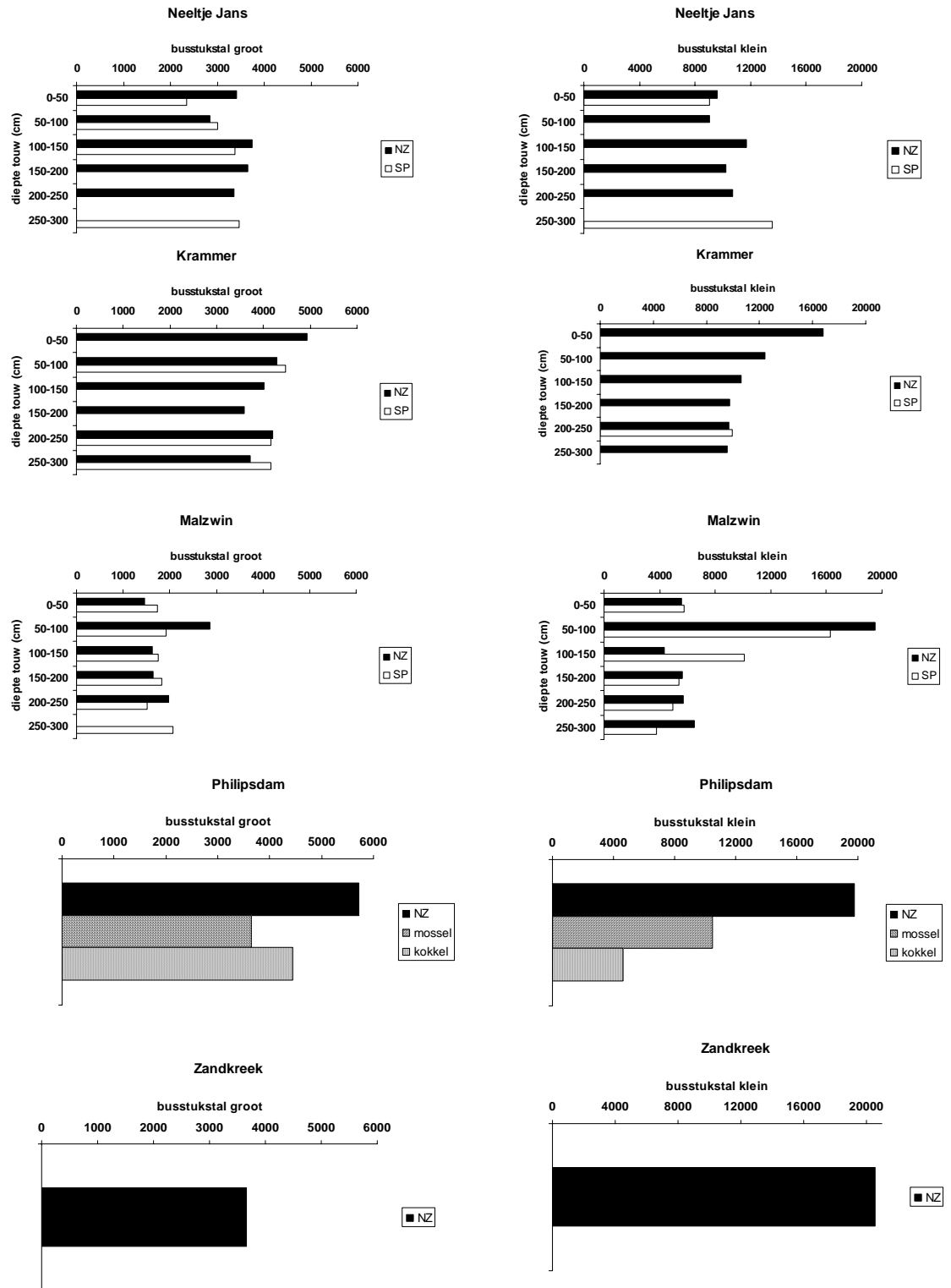
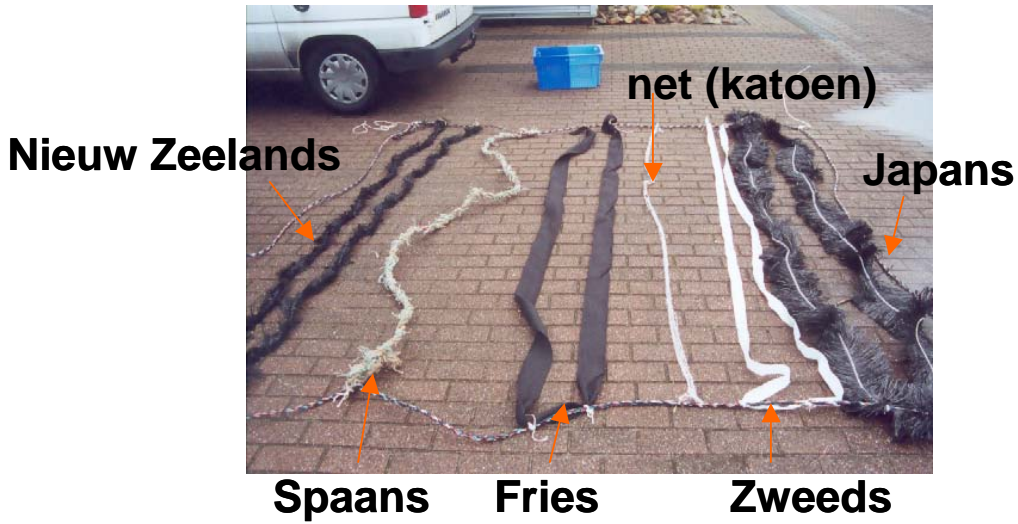


Fig. 10. Busstukstal (aantal per 880 ml) van het zaad voor de twee grootte klassen (groot is de fractie die bleef liggen op een zeef met een maaswijdte van 5x5 mm en klein de fractie die bleef liggen op een zeef met een maaswijdte van 2 mm diameter) op drie test locaties voor boeien (Neeltje Jans, Kramer, Malzwin) en twee test locaties voor rekken (Philipsdam, Zandkreek). Het type substraat (voor codes zie figuur 6) en het gedeelte van het touw is weergegeven.



**Opstelling
tussen
vier
bakens**



**Japans
vertikaal
Mossel-
schelpen
met
pokken**

Fig. 11. De opstelling van de horizontale collectoren in 2001.

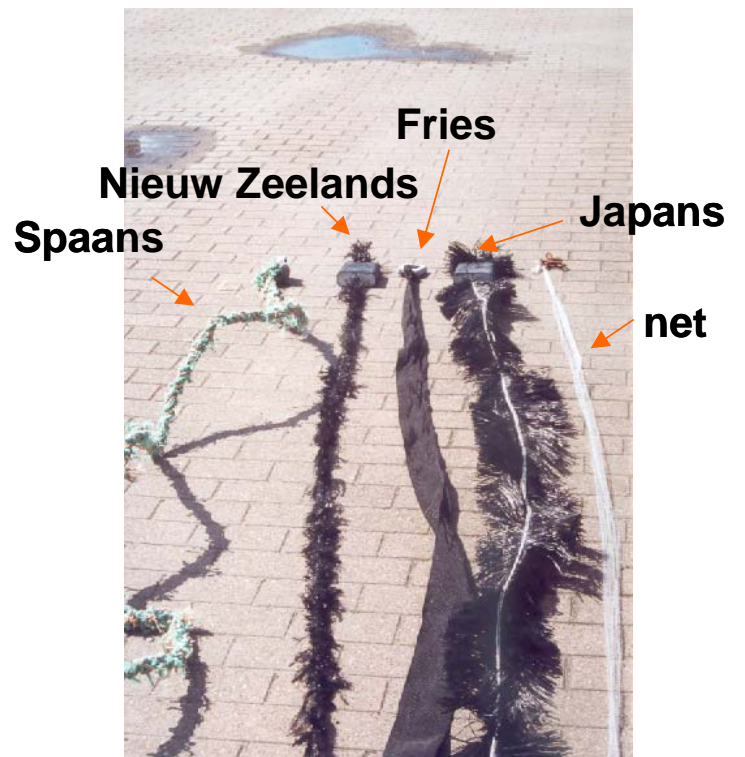


Fig. 12. De opstelling van de verticale collectoren in 2001.



**met rubber
flappen**



**met rubber
flappen**



met borstels

Fig. 13. Het in 2001 gebruikte afritsaparaat.



Figuur 14. Japans touw bij Blok opgehaald in augustus 2001.

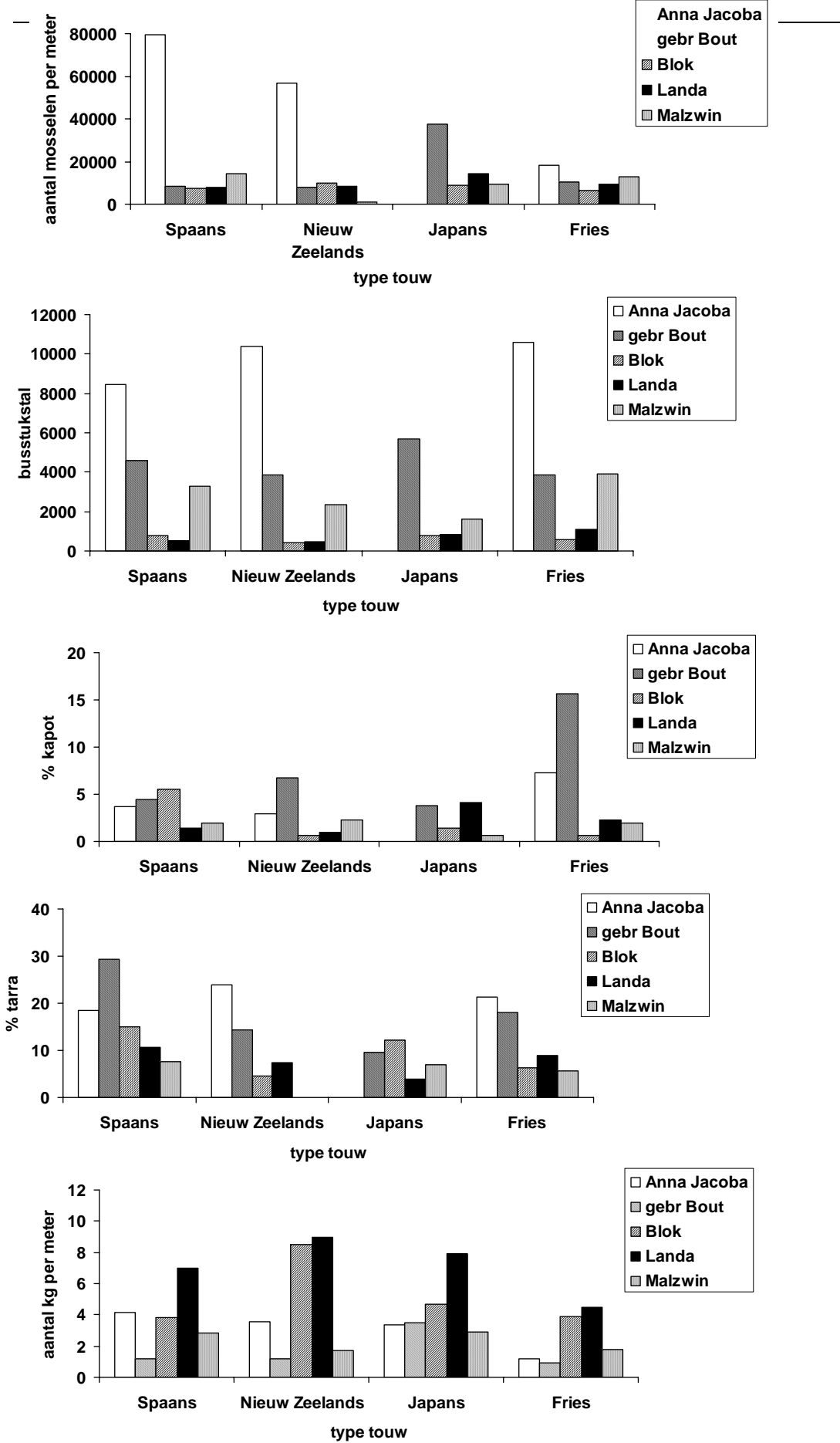


Fig. 15. Resultaten van verticale collectoren in augustus 2001.

Spaans touw bij Blok



mei-okt



aug-okt

Fig. 16. Resultaten van terughangen touw bij Blok.

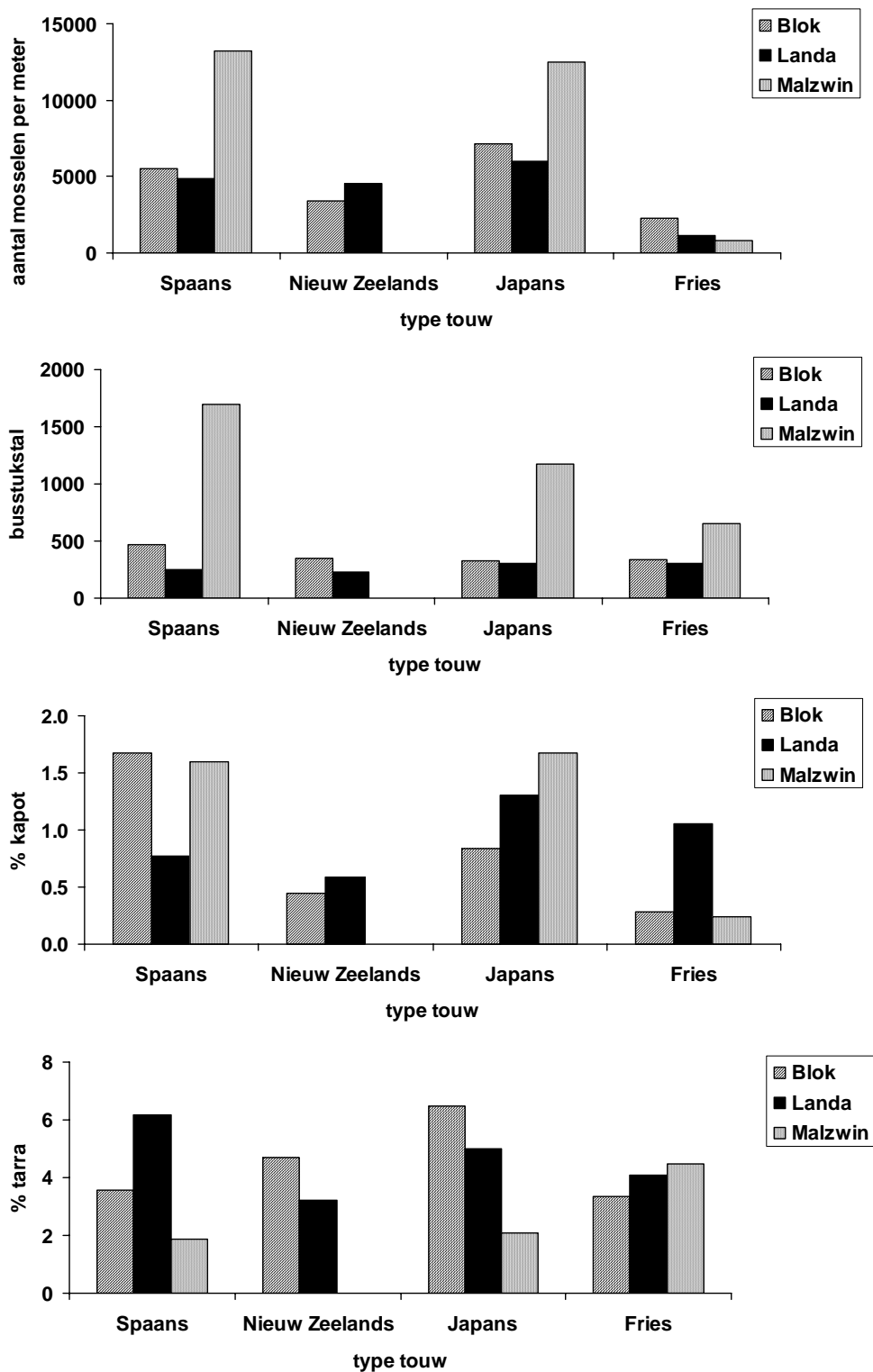


Fig. 17. Resultaten van verticale collectoren in oktober 2001.