

Herintroductie van *Zostera marina* in de westelijke Waddenzee (2002-2006)

Resultatenrapportage 2003



februari 2004

Dr. Ir. A.R. Bos
Drs. D.C.R. Hermus
Dr. M.M. van Katwijk

Afdeling Milieukunde, Faculteit der Natuurwetenschappen,
Wiskunde en Informatica, Katholieke Universiteit Nijmegen
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

Herintroductie van *Zostera marina* in de westelijke Waddenzee (2002-2006)

Resultatenrapportage 2003

februari 2004

Dr. Ir. A.R. Bos
Drs. D.C.R. Hermus
Dr. M.M. van Katwijk

Afdeling Milieukunde
Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
Katholieke Universiteit Nijmegen
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

Email: arthur.bos@sci.kun.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs en Rijkswaterstaat.

Voorwoord

Dit rapport vat de resultaten samen van de werkzaamheden welke plaats hebben gevonden in de periode februari tot december 2003, in het kader van het project “Herintroductie van Groot zee gras in de westelijke Waddenzee” (RKZ-912), uitgevoerd door Afdeling Milieukunde (Katholieke Universiteit Nijmegen) in samenwerking met Alterra Texel, in opdracht van Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) en Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland.

Colofon

*Bos AR, DCR Hermus & MM van
Katwijk (2004). Herintroductie van
Zostera marina in de westelijke
Waddenzee (2002-2006).
Resultatenrapportage 2003.
Afdeling Milieukunde, Katholieke
Universiteit Nijmegen.*

*Opdrachtgever: Rijksinstituut voor
Kust en Zee (RIKZ) en
Rijkswaterstaat Directie Noord-
Holland (RWS DNH)*

*Uitvoering: Katholieke Universiteit
Nijmegen (KUN)*

*Kader: Maatregelenprogramma
Waddenzee, maatregel N17*

*Stuurgroep: Z. Jager (RIKZ), M. van
Wieringen (RWS DNH), M. van
Katwijk (KUN), M. Otterman
(KUN)*

*Begeleidingscommissie: leden van de
stuurgroep en voorts S. Braaksma
(LNV Dir. Noord), N. Dankers
(Alterra), A. Groeneweg (AGI), D.
de Jong (RIKZ), A. Nicolai (RWS
DNN), J. de Vlas (RIKZ)*

Publicatiedatum: februari 2004

Bijdragen van derden: zie dankwoord

*Contactpersoon: A.R. Bos,
Afdeling Milieukunde, Faculteit der
Natuurwetenschappen, Wiskunde en
Informatica, KUN, Postbus 9010, 6500
GL Nijmegen, arthur.bos@sci.kun.nl*

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Colofon.....	4
Inhoudsopgave	5
Samenvatting	7
1. Inleiding	9
1.1 Zeegras en de Waddenzee.....	9
1.2 Herstel natuurwaarden	9
1.3 Doelstellingen 2003	10
2. Materiaal en Methoden.....	11
2.1 Aanplantlocaties	11
2.1.1 Locatiekeuze 2003.....	11
2.1.2 Beschrijving van aanplantlocaties	12
2.2 Zeegrasaanplant 2003	14
2.2.1 Verzamelen en transport	14
2.2.2 Aanplant juni 2003	14
2.3 Veldactiviteiten	15
2.3.1 Basismonitoring.....	16
2.3.2 Zomer- en intense monitoring	16
2.3.3 Hoogtemetingen	18
2.3.5 Vogelobservaties	18
2.3.6 Zaadbehoud/Netten verwijderen.....	18
2.4 Laboratoriumanalyses	19
2.5 Statistische bewerkingen.....	19
3. Resultaten	21
3.1 Zeegras.....	21
3.1.1 Seizoensontwikkeling van de aanplant	21
3.1.2 Zeegrasbedekking.....	22
3.1.3 Generatieve scheuten	24
3.1.4 Scheutlengte en -breedte	25
3.1.5 Epifytenbedekking.....	26
3.1.6 Diepteverschillen bij B93.....	26
3.1.7 Natuurlijk opgekomen “oude” veld bij B99	27
3.1.8 Opkomst bij aanplantlocaties 2002.....	29
3.2 Macro-algen	30
3.3 Fauna	31
3.3.1 Grazers.....	31
3.3.2 Wadpieren	34
3.3.3 Zagers	36
3.3.4 Krabben.....	36
3.3.5 Rotganzen	37
3.4 Bodemwater	38
3.4.1 Saliniteit.....	38
3.4.2 Ammonium en fosfaat	39
3.5 Sediment	40
3.5.1 Korrelgrootte.....	40
3.5.2 Organisch koolstofgehalte.....	41

4. Discussie	43
4.1 Zeegrasaanplant.....	43
4.2 Biologische omgevingsfactoren	45
4.2.1 Epifyten en algen.....	45
4.2.2 Fauna.....	46
4.3 Fysisch-chemische omgevingsfactoren	47
5. Conclusies & Aanbevelingen.....	51
5.1 Belangrijkste resultaten en conclusies van activiteiten in 2003	51
5.2 Aanbevelingen voor de geplande activiteiten in 2004.....	51
6. Dankwoord.....	53
7. Literatuur	55
Bijlage 1 Breedte- en lengtegraden van de aanplantlocaties	59
Bijlage 1 Verzamelpunten	60

Samenvatting

In het kader van het onderzoek naar herintroductie van Groot zeegras in de westelijke Waddenzee zijn in 2003 ruim 2300 planten getransplanteerd. De scheuten werden begin juni bij de donorpopulatie op de Hond/Paap in de Eems verzameld en een dag later op locatie getransplanteerd.

De locaties op het Balgzand waren anders gekozen dan de locaties die in 2002 werden gebruikt voor aanplant en zaadbehoud, aangezien de resultaten van dat jaar wezen op te veel stroming en golfbeweging. In 2003 werden bij de zaadbehoudplots van 2002 slechts 7 zeegrasplanten gevonden, waarbij de ingraaftechniek gunstiger leek te zijn geweest dan de nettentechniek.

Er werden in 2003 drie locaties op het Balgzand gekozen en ook de Mokbaai op Texel werd geschikt geacht. Twee van de vier locaties (Mokbaai en één van de Balgzand locaties) hadden een mosselbank als natuurlijke bescherming tegen wind en golfslag en lagen daardoor ook iets dieper. De andere twee locaties op het Balgzand lagen rond NAP.

In de loop van het seizoen bleek dat de planten zich goed konden ontwikkelen op de twee locaties die rond NAP lagen: B99 en B93. Op locatie B99 bleek het noordelijke gedeelte een betere overleving te hebben dan het zuidelijke gedeelte, hetgeen wees op het belang van het gelijktijdig aanplanten op verschillende locaties (risicospreiding). De planten die bescherming kregen van de mosselbanken bleken toch in de loop van het seizoen te verdwijnen, waarschijnlijk door een te grote diepte.

Naast de betere overleving van de aanplant, bleken verschillende onderzochte biologische en fysisch-chemische factoren op de locaties B99 en B93 gunstiger voor zeegrastransplantatie dan bij de mosselbanken en in de Mokbaai. Het gezamenlijk effect van deze factoren heeft er waarschijnlijk toe bij gedragen dat de overleving ook juist op deze locaties hoog was. De volgende factoren zijn te noemen:

- hogere zeegrasbedekking
- lagere epifytenbedekking, m.n. op B93
- lagere macro-algenbedekking op B93
- hogere dichtheid aan wadslakjes, m.n. op B99

Op beide locaties hadden de planten aan het eind van het seizoen zaadstengels, die zich goed ontwikkelden. Echter, rijpe zaden werden niet aangetroffen.

Op locatie B99 op het Balgzand werden in het begin van het seizoen vele natuurlijk opgekomen Groot Zeegraskiemen aangetroffen, die zich in de loop van het seizoen tot naar schatting 500 tot 800 planten in een areaal van 5,1 ha ontwikkelden. Op deze locatie waren in 2002 reeds 26 planten waargenomen.

1. Inleiding

1.1 Zeegras en de Waddenzee

Zeegrassen zijn de enige hogere planten die in het mariene ecosysteem voorkomen. Wereldwijd zijn er ongeveer 60 soorten, die voorkomen in alle kustzeeën behalve de poolzeeën. In de Nederlandse zoute wateren komen twee soorten zeegras voor: Groot zeegras (*Zostera marina* L., Figuur 1.1) en Klein zeegras (*Zostera noltii* Hornem.). Zeegras heeft een belangrijke functie als kraamkamer voor vissen en andere dieren, als bescherming tegen waterdynamiek en erosie, en als voedselbron voor bijvoorbeeld ganzen. Het draagt op deze manier bij aan de habitat- en biodiversiteit in het mariene ecosysteem (o.a. Hemminga & Duarte 2000).

Er bestaan twee typen Groot zeegras. Het zogenaamde robuuste type was meerjarig en kwam voor rond de laagwaterlijn en dieper (van Goor 1919, van Katwijk *et al.* 2000a). Tot begin jaren 1930 kwam dit type in groten getale voor in de Waddenzee. Een infectieziekte ('wasting disease'), de intensieve bouw van dammen en dijken (met name de Afsluitdijk) en enkele jaren met een verminderde hoeveelheid zonlicht droegen bij aan de totale verdwijning van het robuuste type Groot zeegras uit de Waddenzee. De flexibele vorm van *Z. marina* groeit rond NAP en is begin jaren '70 sterk in areaal afgenomen, en zelfs volledig verdwenen uit de westelijke Waddenzee (Polderman & den Hartog 1975, Giesen *et al.* 1990).



Figuur 1.1 *Zostera marina* L.

Door de toegenomen troebelheid en nutriëntenbelasting van het water (Giesen *et al.* 1990, Philippart 1995, van Katwijk *et al.* 1997, van Katwijk *et al.* 2000a), mogelijk in combinatie met een intensievere schelpdiervisserij op potentiële zeegraslocaties (de Jonge 1990, de Jonge & de Jong 1992) hebben beide types zich nooit op natuurlijke wijze kunnen herstellen in de westelijke Waddenzee.

1.2 Herstel natuurwaarden

Uitgebreid mesocosmos, veld- en laboratoriumonderzoek hebben in de afgelopen jaren inzicht gegeven in de factoren die van belang zijn bij de overleving van het flexibele type Groot zeegras in de Waddenzee (o.a. van Katwijk 1992, van Katwijk 2000, van Katwijk & Wijgengangs 2000, van Katwijk *et al.* 2000b), te weten zoutgehalte, nutriëntenbelasting, troebelheid van het water en waterdynamiek (met name de duur van blootstelling). Ook is vastgesteld dat overleving optimaal is in de zone rond NAP.

Omdat met name troebelheid en nutriëntenbelasting in de Waddenzee de laatste 20 jaar sterk zijn afgenomen, en een aantal gebieden gesloten zijn voor schelpdiervisserij, zijn de overlevingskansen voor Groot zeegras aanzienlijk toegenomen (van Katwijk *et al.* 2002). Een terugkeer van *Z. marina* in de westelijke Waddenzee past in, en is onderdeel van, het beleid van de overheid waarin gestreefd wordt naar herstel van natuurwaarden in dit voor Nederland unieke gebied. Omdat het robuuste type volledig uit de

Waddenzee verdwenen is, wordt in eerste instantie getracht het flexibele type, dat in de oostelijke delen van de Waddenzee nog voorkomt, terug te krijgen.

De kans op natuurlijke vestiging van zeegraspopulaties in de westelijke Waddenzee is echter klein, vanwege een overheersend uit het westen afkomstige stromingsrichting van water en wind. Hierdoor kunnen zaden vanuit de natuurlijke populaties in het oostelijk deel van de Waddenzee het westen zeer moeilijk bereiken. Daarom wordt getracht het Groot zeegras met menselijke hulp te herintroduceren in het westelijk deel van de Waddenzee.

Dit heeft geleid tot het huidige project, waarin de Katholieke Universiteit Nijmegen, in samenwerking met Alterra Texel, in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland en RIKZ, tracht enige permanente *Zostera marina* bolwerken aan te leggen in de westelijke Waddenzee (van Katwijk *et al.* 2002)

1.3 Doelstellingen 2003

Binnen bovengenoemd project bestonden in 2003 de volgende doelstellingen:

- Vaststellen van het succes van de in september 2002 op het Balgzand uitgevoerde zaadbehoudproef
- Evalueren van eerdere en selecteren van nieuwe aanplantlocaties, om zo de meest geschikte locaties voor Groot Zeegras te kunnen beschrijven
- Inschatten van de effecten die Rotganzen bij het Balgzand op de aanplant kunnen hebben
- Aanplanten van Groot Zeegras op de geselecteerde locaties, zodat de planten zich daar kunnen ontwikkelen en aan het eind van het seizoen zaad kunnen produceren
- Ondersteunen van aanplanten van Groot Zeegras door gebruik te maken van de golfbrekende werking van natuurlijke mosselbanken, zodat de planten zich op diepere locaties beter kunnen ontwikkelen
- Verklaren van het vestigingssucces van de aanplant door intensieve observaties en bemonsteringen (biologisch en fysisch-chemisch) van de omgevingsfactoren
- Voorkómen van wegdrijven van eventueel geproduceerde zaaddragende stengels op de aanplantlocaties door toepassen van de zaadbehoudtechniek die in 2002 het succesvolst was gebleken

2. Materiaal en Methoden

2.1 Aanplantlocaties

In 2002 was op grond van een aantal criteria de keuze gevallen op het Balgzand als meest kansrijk gebied voor herintroductie van Groot Zeegras in de westelijke Waddenzee. Deze locatie voldoet namelijk aan alle eisen die bij aanvang van het project werden opgesteld (van Katwijk *et al.* 2002, van Pelt *et al.* 2003). Het heeft namelijk een beschutte ligging ten opzichte van de grote (vaar)geulen in de Waddenzee en ten opzichte van de overheersende windrichting. Daarnaast was hier tot de jaren '70 van de vorige eeuw een populatie Groot zeegras aanwezig (den Hartog & Polderman 1975) en zijn eerdere zeegrastransplantaties in dit gebied succesvol geweest (Hermus 1995). Een kleine populatie houdt zich hier zelfs in stand sinds 1999. Door de nabijheid van de spuisluis Oostoever is er op het Balgzand sprake van een zoetwaterinvloed, hetgeen gunstig kan zijn voor de ontkieming van zeegraszaden. Ook de aanwezigheid van *Ruppia maritima* en *Zostera noltii* duiden op een sterke zoetwaterinvloed. Tenslotte is het Balgzand beschermd natuurgebied onder beheer van de stichting Noordhollands Landschap. Het snelle verdwijnen van het getransplanteerde zeegras in 2002 werd niet toegeschreven aan de ongeschiktheid van het Balgzand als aanplantlocatie, maar aan stagnant water bij ebbe (van Pelt *et al.* 2003). Daarom heeft een groot gedeelte van het werk in 2003 zich opnieuw op het Balgzand afgespeeld, maar werd de keuze van de locaties binnen het Balgzand bijgesteld.

2.1.1 Locatiekeuze 2003

De in 2002 gekozen locaties bleken niet de gewenste overleving van het Groot Zeegras te ondersteunen, ondanks dat de meeste omgevingsfactoren wel gunstig waren (van Pelt *et al.* 2003). Daarom werd in 2003 naar andere locaties gezocht, die nog meer zekerheid boden dat het zeegras zich aldaar permanent kan vestigen.

Locatie B99

Sinds 1999 overleeft in het zuidwesten van het Balgzand een aantal Groot Zeegras planten. Deze zijn voortgekomen uit een éénmalige zaadstengelsdepositie in het najaar van 1998 en uit zaden die er op 30 maart 1999 i.v.m. een zaadexperiment werden geplaatst (van Katwijk & Wijgergangs 2000). De aanwezigheid van deze planten is sindsdien waargenomen en in 2002 werden hier 26 planten aangetroffen (van Pelt *et al.* 2003). Aangezien op deze locatie nu reeds enkele jaren planten overleven, leek deze locatie geschikt om een transplantatie uit te voeren. Deze locatie werd ook in 2002 al als mogelijke aanplantlocatie genoemd en zal in het vervolg met B99 aangeduid worden (Fig. 2.1).

Locatie B93

De aanplantlocaties B1 en B2 uit 2002 bleken een te hoge waterdynamiek te hebben, waaronder de aanplanten te lijden hadden (van Pelt *et al.* 2003). De zaadbehoudlocatie uit 2002, die ten westen van de B1 en B2 locaties lag, was meer beschermd. Hier werd in 1993 een succesvolle transplantatie van zowel Groot Zeegras als ook Klein Zeegras uitgevoerd (Hermus 1995, van Katwijk & Hermus 2000). Het Klein Zeegras is sindsdien op deze locatie te vinden, echter het Groot Zeegras bleek na een goed groeiseizoen niet in staat de opvolgende winter te overleven. Waarschijnlijk a.g.v. extreme waterafvoer in de winter die resulteerde in zeer lage saliniteit, waardoor voortijdige kieming van de zaden optrad. Deze vroege zaailingen verdwenen vervolgens

na een periode van vorst. Wat betreft groeifactoren leek deze locatie toch uitermate geschikt om zeegras te transplanteren en werd dit de tweede aanplantlocatie op het Balgzand in 2003. Deze locatie wordt in het vervolg met B93 aangeduid (Fig. 2.1).

Locaties Mosselbank (Balgzand) en Mokbaai

Binnen het project werden in het jaar 2002 stabilisatieconstructies op het Balgzand aangebracht. Groot Zeegrass kan zich namelijk op golfbeschutte locaties beter ontwikkelen dan in onbeschutte. Zonder bescherming tegen waterdynamiek kan het zich handhaven tot ongeveer -20 cm NAP. Door beschermende obstakels kan Groot Zeegrass echter dieper voorkomen. In natuurlijke situaties worden mosselbanken en Groot Zeegrass dan ook vaak gezamenlijk aangetroffen (van Katwijk 2003).

De in 2002 aangelegde stabilisatieconstructies waren zes mosselbankjes en een aantal rijshouten schermen (van Pelt *et al.* 2003). Deze constructies waren helaas door waarschijnlijk vogelvraat en wegspoelen niet meer voor handen. Omdat opnieuw aanleggen van dezelfde constructies gemakkelijk tot een herhaald verdwijnen zou kunnen leiden, moest er naar een alternatief gezocht worden om een deel van de zeegrastransplantaties toch nog van een bescherming te voorzien. Er werden enkele natuurlijke mosselbanken met experts bezocht en uiteindelijk werden een mosselbank op het Balgzand en een "mosselbank" in de Mokbaai (Texel) geschikt geacht. De mosselbank in de Mokbaai was inmiddels geheel overgroeid door Japanse oesters en werd ook in 2002 al als geschikte locatie genoemd. Deze locaties zullen in het vervolg met respectievelijk BM (Fig. 2.1) en Mok (Fig. 2.2) aangeduid worden.

2.1.2 Beschrijving van aanplantlocaties

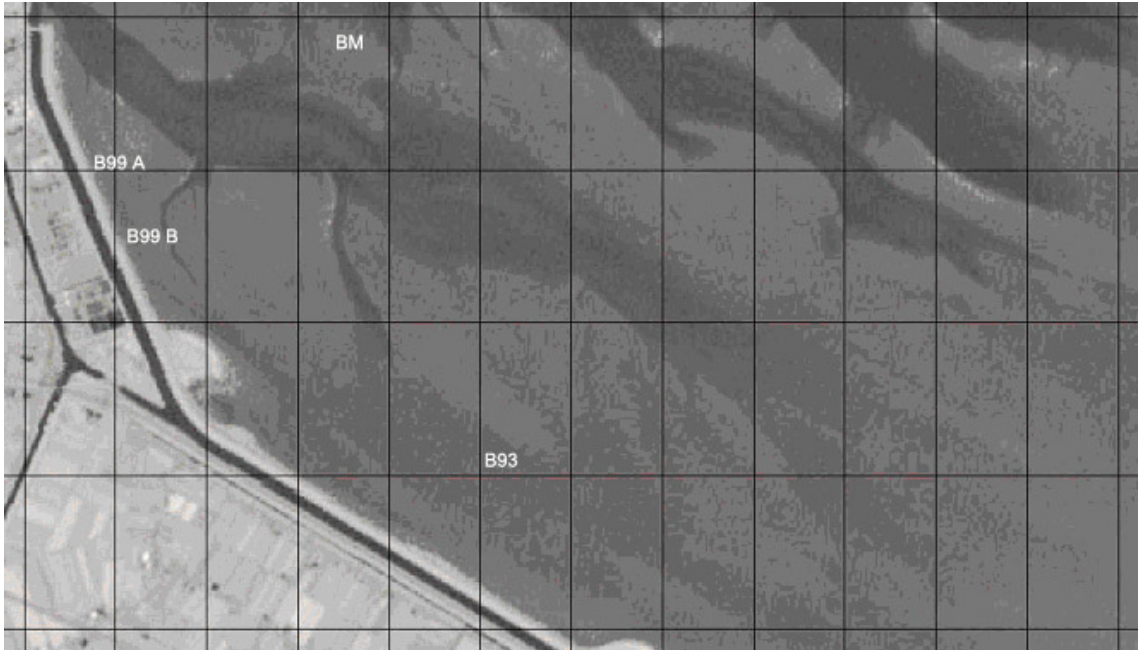
Breedte- en lengtegraden van alle aanplantlocaties zijn in Bijlage 1 te vinden.

Locatie B99 ligt slechts enkele tientallen meters van de dijk verwijderd. Aangezien de planten op grofweg twee verschillende plekken werden aangeplant zal in het vervolg van B99A en B99B gesproken worden (Fig. 2.1). Locatie B99A ligt ten noorden van B99B. Locatie B99A ligt op een hoogte van ongeveer +5 cm NAP terwijl B99B rond de +10 cm NAP ligt. Er loopt een aantal kleine prielen door dit gebied. In het zuidelijke deel van locatie B99A werden eind 1998 zaadstengels gedeponeerd, terwijl op locatie B99B in het voorjaar van 1999 een zaadexperiment met Groot Zeegrass werd uitgevoerd (van Katwijk & Wijtergans 2002).

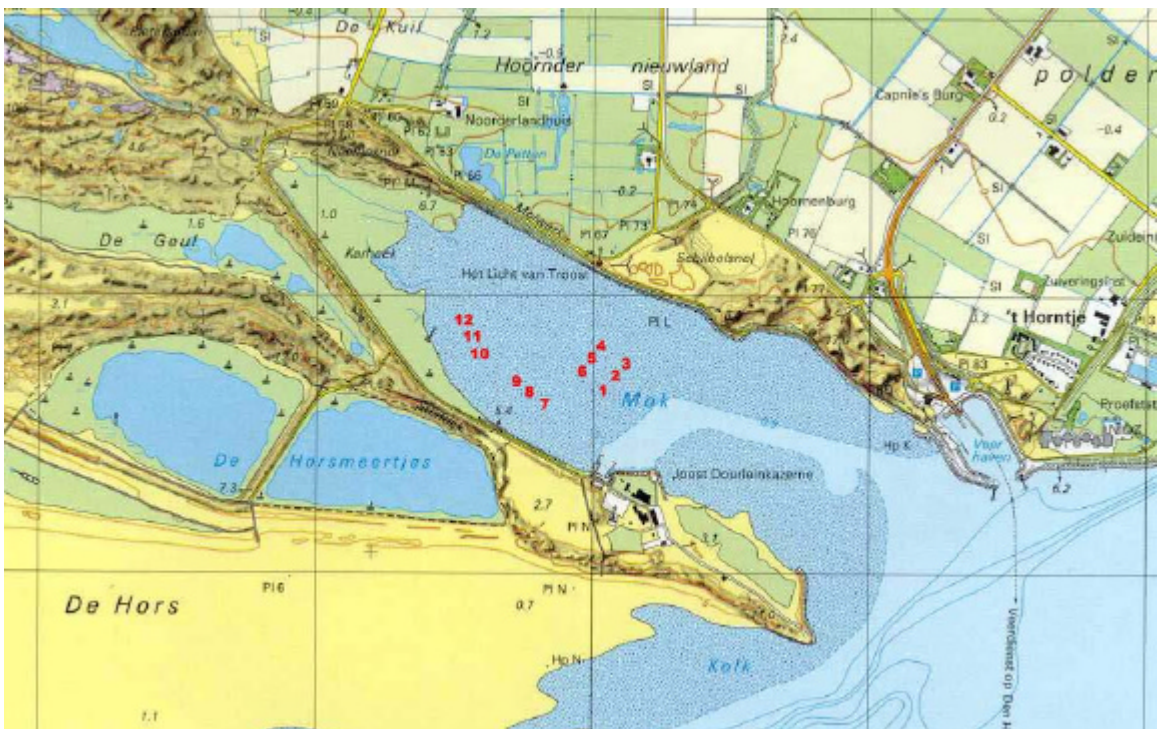
Locatie B93 ligt 500 m van de dijk op een gemiddelde hoogte van ongeveer +5 cm NAP (Fig. 2.1). Net ten noorden van deze locatie bevindt zich een ondiepe priel.

Locatie BM ligt aan de overkant van een geul midden op een grotere plaat op een hoogte van ongeveer -40 cm NAP (Fig. 2.1). De mosselrichels bereiken een hoogte tot -14 cm NAP.

Ondanks dat de Mokbaai in de zeventiger jaren geen zeegraslocatie was (overigens wél in het begin van de jaren 30), leek het beschutte karakter van de baai uitermate geschikte condities te bieden om als aanplantlocatie in aanmerking te komen. Locatie Mok ligt nl. in een van drie windrichtingen beschutte baai (Fig. 2.1). De oesterbank lag op een hoogte van ongeveer -50 cm NAP.



Figuur 2.1 Overzicht van aanplantlocaties op het Balgzand. B93, B99 A en B, BM (mosselbank). De lichte vlek in de knik van de dijk representeert het Kooyhoekschor. Bron: LandSat.



Figuur 2.2 De Mokbaai op Texel met oesterbank en aanplantlocaties 1 t/m 12

2.2 Zeegrasaanplant 2003

De aanplant werd in de tweede week van juni uitgevoerd. Dit minimaliseerde het risico op van vraat op de getransplanteerde scheuten aangezien Rotganzen Nederland normaal gesproken in de eerste week van juni verlaten.

2.2.1 Verzamelen en transport

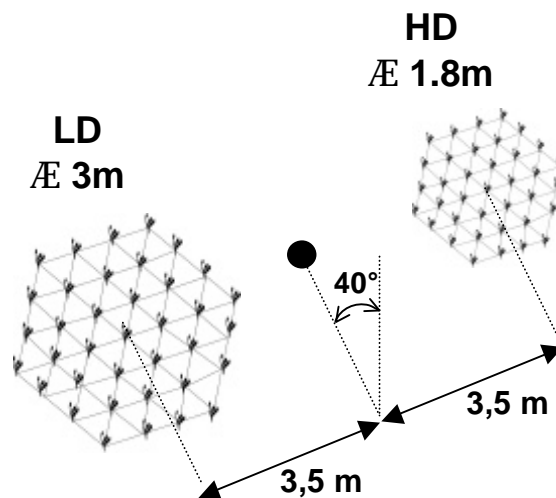
Groot zeegras op de getijdenplaat Hond/Paap in de Eems werd dit jaar opnieuw als donorpopulatie gebruikt. Ten behoeve van de aanplant werden op 10 juni 2003 door 12 personen circa 1350 Groot Zeegrasscheuten verzameld. Aangezien het aanplanten niet op één dag uitgevoerd kon worden, en om lange opslag van het zeegras te vermijden, werden op 11 juni 2003 door een tweede groep van 7 personen opnieuw circa 1100 Groot Zeegrasscheuten verzameld. De donorplanten werden op beide dagen telkens op drie verschillende locaties op de Hond/Paap verzameld. De coördinaten van de donorlocaties staan weergegeven in Bijlage 2. Vervoer naar de getijdenplaat werd verzorgd door het schip de “Regulus” van Rijkswaterstaat Directie Noord Nederland.

Op elke donorlocatie werd, t.b.v. de genetische diversiteit, één zeegrasscheut op minimaal 2 m afstand van de vorige met de vingers uit het sediment gestoken, terwijl aanhangend sediment ter plaatse werd afgespoeld met zeewater. De planten werden met aanhangend water in open plastic zakken in koelboxen bij een temperatuur tussen 4-18°C vervoerd en bewaard tot het moment van uitplanten.

De eerste groep personen plantte op 11 juni de verzamelde planten op de locaties B99 en B93 op het Balgzand aan. Een deel van deze personen werd m.b.v. het schip de “Phoca” (LNV) naar locatie B93 vervoerd. Op 12 juni zijn de planten, die verzameld werden op 11 juni, bij de locatie BM en in de Mokbaai uitgezet. Opnieuw werd het vervoer door het schip de “Phoca” (LNV) verzorgd.

2.2.2 Aanplant juni 2003

In totaal werden de 2220 scheuten Groot zeegras verdeeld over 60 plots à 37 planten getransplanteerd. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de verdeling van de 60 plots over de verschillende aanplantlocaties.



Figuur 2.3 Overzicht van de aanplant. LD en HD zijn lage en hoge dichtheid.

Evenals in 2002, bestond een plot uit 37 planten die in een zeshoekig stramien werden uitgezet (Fig. 2.3). Natuurlijke patches hebben nl. een hogere stabiliteit als ze uit meer dan 32 scheuten bestaan (Olesen & Sandjensen 1994). In de meeste gevallen werden de middelpunten van twee plots met een onderlinge afstand van 7 m uitgezet; één hoge dichtheid en één lage dichtheid. Bij de hoge dichtheid stonden aangrenzende planten 30 cm van elkaar verwijderd, terwijl dit voor de lage dichtheid 50 cm was. Om beide plots op gelijke wijze aan de plaatselijke waterdynamiek bloot te stellen, werd de oriëntatie hiervan om 40° t.o.v. magnetisch noord gedraaid (Fig. 2.3). Het grootste watervolume stroomt namelijk bij vloed uit NNW (vanaf Den Helder) het Balgzand binnen.

Op locatie B99 werden zeegrasscheuten aangeplant op twee locaties: B99A en B99B. Naast de losse scheuten werden hier ook drie zoden getransplanteerd om te onderzoeken of aanhangend sediment de overleving van getransplanteerde scheuten verhoogt. Daartoe werden op 11 juni 2003 bij de donorpopulatie in de Eems 3 planten met sediment uitgestoken met een steekbuis (doorsnede 10 cm). Per plant werd een sedimentlaag van 10 cm meegenomen. Deze planten met zoden werden op gelijke wijze getransporteerd als de andere planten. De aanplant op locatie B93 was op twee verschillende dieptes gepland: +10 cm NAP en 0 cm NAP.

De aanplantplekken bij de mosselbank op het Balgzand werden zo gekozen dat de planten zoveel mogelijk beschutting zouden krijgen en zo werden 12 plots tussen de mosselrichels gepland. Ter vergelijking werden 3 plots op ongeveer 70 m noordelijk van de mosselbank geplaatst.

Er werd voor gekozen om in de Mokbaai alleen de hoge dichtheid te gebruiken om zo de mogelijkheid te hebben met diepte van de locaties te variëren (Tabel 2.1). Zowel op enkele meters als op 50 m achter de bank werden zeegrasscheuten getransplanteerd (plots 1-6). Verder werden er nog twee geschikte plekken op -30 cm NAP (plots 7-9) en op -20 cm NAP (plots 10-12) uitgekozen (Fig. 2.2).

Tabel 2.1 Aantal plots per locatie, diepte t.o.v. NAP en aanplantdichtheid die tijdens de aanplant 2003 werden aangelegd. HD is hoge dichtheid, LD lage dichtheid.

Locatie	Diepte		HD	LD	Zoden (HD)
	(cm)				
B99A	+5		3	3	3
B99B	+10		6	6	-
B93	+0		3	3	-
B93	+10		3	3	-
BM	-40		6	6	-
BM(bl.)	-40		3	-	-
Mok	-20		3	-	-
Mok	-30		3	-	-
Mok	-50		6	-	-
Eems	*		1	-	-

*) In de Eems werden geen hoogtemetingen uitgevoerd

Ter controle werd op 12 juni 2003 op de Hond/Paap één plot à 37 planten aangeplant (de reciproke aanplant), met een onderlinge afstand tussen de planten van 30 cm. Deze planten waren gedurende één nacht in de koelkast bij 4°C van het schip "Regulus" bewaard. Dit vond plaats op een plek binnen het natuurlijke zeegrasveld waar lokaal geen zeegras groeide; ten westen van zeegrasverzamel punt 1 (Bijlage 2).

2.3 Veldactiviteiten

Vanaf het moment van transplantatie werd de ontwikkeling van de planten regelmatig opgenomen. De monitoringsdata staan per locatie weergegeven in Tabel 2.2. Ook werd er een bezoek aan de donorpopulatie in de Eems gebracht om de conditie van het Groot

Zeegras te vergelijken en tevens de ontwikkeling van de reciproke aanplant op te nemen. De details per activiteit worden in de volgende paragrafen besproken.

2.3.1 Basismonitoring

De basismonitoring werd op 9 verschillende data uitgevoerd (Tabel 2.2) en bestond uit het tellen van het aantal aanwezige planten per plot. Prioriteit werd gegeven aan de planten die in hoge dichtheid waren neergezet.

Tabel 2.2 Data van veldactiviteiten in 2003; Oude = natuurlijk veld bij B99, S = Selectie van locatie en H = Hoogtemeting

Date	Balgzand	Mok	Oude
03/02/03	Basis		Oude
05/03/03	Basis		Oude
18/03/03 - 19/03/03	Basis + S + H		
15/04/03 - 16/04/03	Basis + H		Oude
14/05/03 - 16/05/03	Basis + S	S + H	Oude
10/06/03 - 12/06/03	Aanplant	Aanplant	
17/06/03 - 18/06/03	Basis	Basis	
30/06/03 - 01/07/03	Basis	Basis	
14/07/03 - 16/07/03	Zomer	Zomer	Oude
28/07/03 - 29/07/03	Basis + Vlieger	Basis	
20/08/03	Zomer + Intens	Zomer + Intens	
21/08/03	Krabben		
25/08/03 - 28/08/03	Zomer + Intens		Oude
29/08/03	Excursie		
09/09/03 - 10/09/03	Zomer + Intens + H		
24/09/03	Basis + Zaadbehoud	Basis	Oude
27/10/03	Basis + Netten verwijderd		

Op 2 september 2003 werd de Hond/Paap in de Eems bemonsterd.

2.3.2 Zomer- en intense monitoring

De zomermonitoringen werden in juli en in augustus 2003 uitgevoerd (Tabel 2.2) Deze bestonden, naast de hierboven beschreven basismonitoring, uit een opname van de bloeistadia en het bepalen van een globale macroalgenbedekking, waarbij tevens een indicatie van de dominante soorten werd gegeven. Bovendien werden de dichtheden van de grazers (alijkruiken en wadslakjes) en het aantal wadpierhoopjes geschat m.b.v. de kwadraatmethode. Hierbij wordt de bedekking binnen de oppervlakte van een houten kwadraat van 25 bij 25 cm meermaals geteld. Tevens werd de aanwezigheid van krabben geregistreerd.

Van eind augustus tot begin september 2003 werd tevens een intense zomermonitoring uitgevoerd (Tabel 2.2). Naast de hierboven beschreven zomermonitoring werden de volgende parameters onderzocht: zeegrasbedekking, de macroalgen- en epifytenbedekking werden geschat en de fauna werd kwalitatief in kaart gebracht binnen de plots en indien mogelijk ook buiten de plots. Bovendien werd er bodemwater en sediment ter chemische analyse verzameld.

Zeegras

Het bloeistadium van alle in een plot aanwezige planten werd tijdens de zomermonitoring ingedeeld in de categorieën: geen, in knop, vrouwelijke of mannelijke bloeiwijze. Het percentage generatieve en vegetatieve scheuten werd bepaald door deze bij enkele representatieve planten te tellen. De lengte en breedte van de bladeren werden indien mogelijk bij 4 planten opgemeten. De totale zeegrasbedekking in een plot werd visueel geschat.

Macro-algen en epifyten

De macro-algenbedekking werd tijdens de zomermonitoring voor de dominante soorten in de plots visueel geschat. De epifytenbedekking werd op minimaal 4 bladeren van verschillende planten visueel geschat en gemiddeld.

Macrofauna

Om de bodemfauna tijdens de intense monitoring op een locatie te kwantificeren werden 10 random bodemmonsters verzameld met een PVC-steekbuis van 10 cm doorsnede. De steekbuis werd 30 cm het wad ingeduwd, waarna het verzamelde sediment (per locatie 2350 cm³) ter plekke werd uitgezeefd m.b.v. een 1 mm zeef. Het gezeefde monster werd vervolgens in plastic zakken koel bewaard. In het lab werden de monsters uiteindelijk met 5% formaline gefixeerd. De gefixeerde monsters werden met zoetwater gespoeld alvorens ze in fotobakken werden uitgezocht. Tijdens de analyse werd het aantal wadpieren (*Arenicola marina*), zagers (*Nereis diversicolor*) en alikruiken (*Littorina littorea*) geteld.

Wadslakjes (*Hydrobia ulvae*) werden apart bemonsterd en wel m.b.v. een PVC-steekbuis van 2,2 cm doorsnede. M.b.v. deze steekbuis werd per locatie tien keer 10 cm sediment verzameld. Het monster werd vervolgens met een zeef met een poriegrootte van 1 mm geschoond en ter plaatse geteld.

Ter inschatting van het strandkrabbenbestand (*Carcinus maenas*) werd de bij het NIOZ voor handen zijnde expertise aangesproken. Op 21 augustus 2003 werden op de drie Balgzand locaties tijdens hoogwater telkens 2 krabbenbemonsteringen uitgevoerd. Een boomkor van 1,0 m breedte (1 cm maaswijdte) werd hiertoe gedurende een minuut (~ 100 m) langs de aanplantlocaties gesleept. De boomkor was voorzien van een meetwiel, dat na elke trek werd afgelezen.

De Mokbaai kon niet bemonsterd worden, aangezien hier recentelijk munitie gevonden werd en de inzet van een sleepnet niet verantwoord was. De ingevroren monsters werden na enige tijd geanalyseerd. De krabben werden geteld en hun carapax gemeten en in grootteklassen (0,5 cm stappen) ingedeeld.

Bodemwater

De bodemwatermonsters werden verzameld t.b.v. bepaling van saliniteit en ammonium en fosfaat concentraties. Het bodemwater werd bemonsterd door lysimeters met een poreuze keramische cup van 5,5 cm lengte en 2 cm doorsnede circa 2 cm onder het wadoppervlak te plaatsen en deze vervolgens vacuüm te trekken met een 50 ml spuit. Het bodemwater werd met drie lysimeters per plot verzameld en gemengd bewaard in een 100 ml polyethyleen potje. Binnen 6 uur na monsternamen werd van deze monsters de saliniteit bepaald, waarna ze aangezuurd werden met citroenzuur tot een eindconcentratie van 1,25 mg/l. Tot aan het vervoer naar de KUN, drie dagen later,

werden ze koel bewaard (4°C), waar ze ingevroren werden bij een temperatuur van –18°C tot het tijdstip van analyse.

De saliniteit werd enkele malen door een defect apparaat onjuist gemeten en daarom werd de saliniteit opnieuw berekend m.b.v. de uitkomsten van aanvullende chemische analyses.

Sediment

De sediment monsters werden verzameld door drie PVC-steekbuizen zowel binnen als buiten de plots (doorsnede 2,8 cm) 10 cm in het sediment te steken. Het verzamelde materiaal werd (per drie) in één plastic zak gemengd en tot analyse bij een temperatuur van –18°C opgeslagen.

2.3.3 Hoogtemetingen

Hoogtemetingen werden op een aantal data (Tabel 2.3) i.s.m. de Informatiedienst Water van Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland uitgevoerd.

Tabel 2.3 Overzicht van data en locaties waar hoogtemetingen werden uitgevoerd

Datum	Locatie
19 maart 2003	Balgzand Mosselbank
15 april 2003	Balgzand B93
16 mei 2003	Mokbaai + Balgzand
9 september 2003	Balgzand B99 + B93

2.3.5 Vogelobservaties

De observaties en tellingen van Rotganzen werden relatief intensief uitgevoerd (Tabel 2.4). Van begin april tot eind mei 2003 werd ongeveer tweemaal per week een bezoek gebracht aan het Balgzand om tellingen te verrichten. Dit was in de meeste gevallen tijdens de laagwaterperiode (als het potentiële zeegras blootgesteld is), echter enkele malen werd er tijdens hoogwater geteld om te zien waar de Rotganzen zich dan bevinden.

Tabel 2.4 Overzicht van de data waarop Rotganstellingen werden uitgevoerd

Maand	Datum
April 2003	2, 8, 9, 22, 23, 29
Mei 2003	1, 6, 7, 13, 14, 21, 22, 27, 28

2.3.6 Zaadbehoud/Netten verwijderen

Op locatie B93 werden de zaadstengels van alle planten op 24 september 2003 ingraven. Alleen de zaadstengels werden 2-3 cm onder het sediment begraven. Hiertoe werd een klein geultje direct naast een plant gegraven dat na opvullen met de zaadstengels weer met het oorspronkelijke sediment werd opgevuld. Er werd dus geen sediment verplaatst van buiten naar binnen de plots. De vegetatieve scheuten werden

niet begraven om de planten de mogelijkheid te bieden zo lang mogelijk bovengronds te overleven.

De netten die in 2002 als zaadbehoudstechniek op het wad werden aangebracht, zijn op 27 oktober 2003 verwijderd. Een eerdere verwijdering werd vermeden om tijdens de lente en het groeiseizoen eventueel opgekomen planten niet te beschadigen.

2.4 Laboratoriumanalyses

Bodemwater

PO_4^{2-} en Cl^- gehalten werden colorimetrisch gemeten met een technicon AAII systeem volgens respectievelijk de ammoniummolybdaat met ascorbinezuurmethode (Henriksen 1965) en de mercuriothiocyanaat, ofwel de ferriammoniumsulfaatmethode (O'Brien 1962). NH_4^+ werd gemeten met een methode gebaseerd op reactie volgens Berthelot-reactie (natriumhypochloride met phenol, Krom 1980).

De saliniteit van het bodemwater werd oorspronkelijk in het veld gemeten met een draagbare saliniteitsmeter. Echter, nadat ontdekt was dat deze saliniteitsmeter incorrect functioneerde, werd besloten alle waarden opnieuw te berekenen. De berekening werd m.b.v. de Cl^- concentraties berekend volgens de volgende formule (Stumm & Morgan 1981):

$$\text{Saliniteit (\%)} = 1,80655 \cdot [\text{Cl}^- (\%)]$$

Sediment

De korrelgrootte van het sediment werd geanalyseerd m.b.v. een Malvern Laser Particle Sizer. Het organisch stofgehalte van het sediment werd, na ontkalken m.b.v. 30 % HCl, bepaald met een NA-1500 NCS-analyser. Alvorens met de analyses begonnen kon worden werd het bodemmateriaal 4 dagen gevriesdroogd. Het gevriesdroogde sediment werd vervolgens gezeefd (maas 1 mm) zodat stukjes schelp werden verwijderd. Hierna werd het gevriesdroogde sediment kort gemalen in een vijzel om een zo homogeen mogelijk monster te verkrijgen. Beide analyses werden bij het NIOO te Yerseke uitgevoerd.

De korrelgrootte van het sediment werd in vier categorieën ingedeeld: kleiner dan 63 μm , tussen 63 en 125 μm , tussen 125 en 250 μm en tussen 250 en 500 μm . Deze indeling komt respectievelijk neer op slib, zeer fijn zand, fijn zand en medium zand.

2.5 Statistische bewerkingen

Voor de grafische weergave van de gegevens werd hoofdzakelijk het software programma SigmaPlot (Versie 4.01) gebruikt. Alle berekeningen werden met MSExcel 2000 uitgevoerd, terwijl de statistische tests m.b.v. SPSS (Versie 11.01) werden uitgevoerd.

Vele parameters worden m.b.v. een *box-whisker plot* gepresenteerd. Deze grafische weergave geeft de verdeling van waarden aan door de twee middelste quartielen als staaf af te beelden. De mediaan wordt als horizontale streep in de staaf aangegeven, terwijl de extremen met de "*whiskers*" worden aangegeven.

De *paired T-test* werd gebruikt om verschillen tussen HD en LD te testen, aangezien waarnemingen telkens in paren hadden plaatsgevonden. Alle andere testen werden uitgevoerd m.b.v. de non-parametrische *Mann-Whitney U Test* aangezien in vele gevallen de data niet normaal verdeeld waren.

3. Resultaten

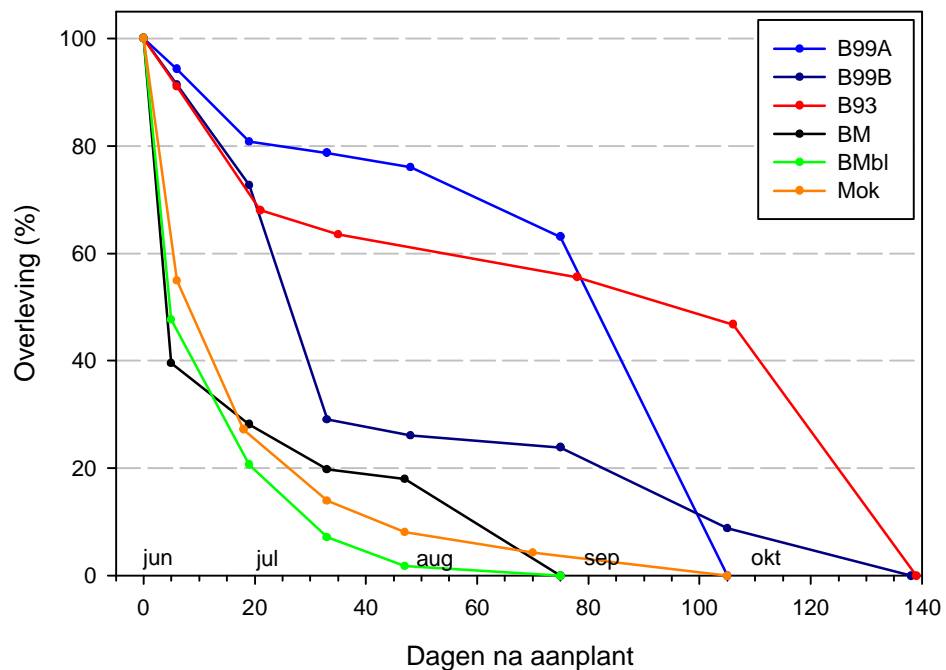
3.1 Zeegras

In totaal werden 2310 planten getransplanteerd. Dit getal ligt iets hoger dan de geplande hoeveelheid, aangezien ter zekerheid een klein aantal extra planten werd verzameld. De restplanten werden direct na de aanplant op een tevoren uitgekozen geschikte locatie gezet.

De resultaten van de zomermonitoring worden slechts gepresenteerd voor die locaties waar op dat moment nog planten groeiden.

3.1.1 Seizoensontwikkeling van de aanplant

De aanplant op locatie B93 overleefde over het gehele seizoen gezien het beste (Fig. 3.1). Zelfs op 24 september stond hier nog 50 % van het totaal aantal planten. Ook locatie B99 ontwikkelde zich sterk. Opvallend is hier het verschil tussen B99A en B99B. In juli verdween in 2 weken tijd ruim 40 % van de aanplant op locatie B99B, terwijl op locatie B99A vrijwel geen verandering werd waargenomen. Het is onduidelijk wat hiervan de oorzaak is geweest. Aan het eind van het groeiseizoen verdwenen de planten op locatie B99A eerder dan op locatie B99B en B93. Echter, op 27 oktober werden nergens meer planten aangetroffen.



Figuur 3.1 Overlevingspercentage van het aantal planten per plot dat gedurende het seizoen (aantal dagen na aanplant) overleefde. Het aanplanten vond plaats op dag 0.

Het aantal planten op de locaties BM, BM(bl) en Mok was na één week van de aanplant gehalveerd (Fig. 3.1). In de loop van het seizoen bleken de planten het op deze locaties erg moeilijk te hebben en waren in september allemaal verdwenen. De bladeren waren hier vaak bedekt met een dun laagje sediment. Op de onbeschutte locatie BM(bl) verdwenen de planten sneller dan bij de beschutting van de mosselbank (BM) op gelijke diepte.

Het aantal overlevende planten was significant hoger (paired T-test, $P < 0.05$) in de HD plots (onderlinge plantafstand 30 cm) dan in de LD plots (onderlinge plantafstand 50 cm) op de locaties B93 en BM (Tabel 3.1). Op locatie B99 lag de P -waarde net boven de significantiegrens, waarschijnlijk omdat de overleving bij de LD plots ook redelijk hoog was. Het grootste verschil tussen overleving bij HD en LD werd bij alle locaties tezamen gevonden (paired T-test, $P < 0.01$), hetgeen wijst op de algeheel betere overleving bij de HD.

Er werd geen significant verschil gevonden tussen de HD plots met zoden en de andere HD plots op locatie B99 (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Wel overleefden de 3 planten, die met zoden getransplanteerd waren, tot eind augustus.

Tabel 3.1 Aantal overlevende planten (mediaan) in de loop van het seizoen per aanplantlocatie en twee verschillende dichtheden; HD is hoge dichtheid en LD is lage dichtheid. Voor het gemak is telkens de eerste dag van de veldactiviteiten aangegeven (Veldactiviteiten beslaan max. 3 dagen)

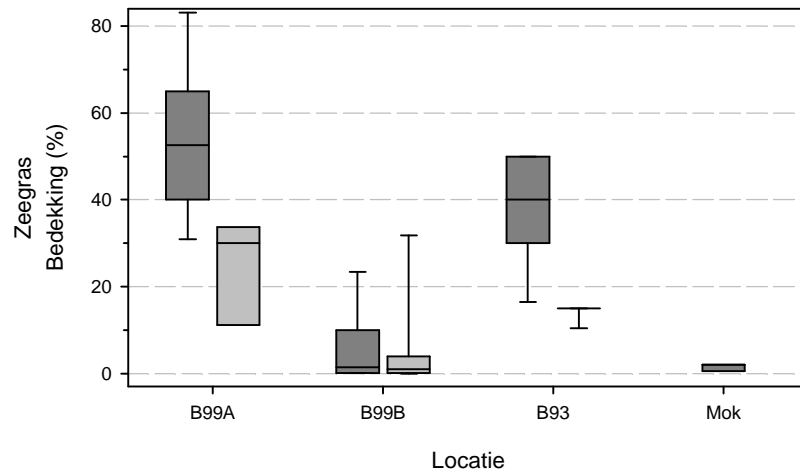
Datum	B99		B93		BM	
	HD	LD	HD	LD	HD	LD
11.06.03	37	37	37	37	37	37
17.06.03	35	35	34.5	33.6	19	11.5
30.06.03	29	27	27.5	22.5	13.6	5
14.07.03	22	13	25.5	21.5	11	2.5
29.07.03	19	12	-	-	10	2.5
25.08.03	14	12	21	20	0	0
24.09.03	0	0	19.5	17.5	0	0

De reciproke plot op de Hond/Paap in de Eems werd éénmalig na aanplant bezocht (op 2 september) en op dat moment stonden daar 28 planten (76 % overleving). Dit percentage lag iets hoger dan bij de aanplanten op locatie B99A en B93 in de westelijke waddenzee (Fig. 3.1). De planten in de Eems waren echter veel kleiner.

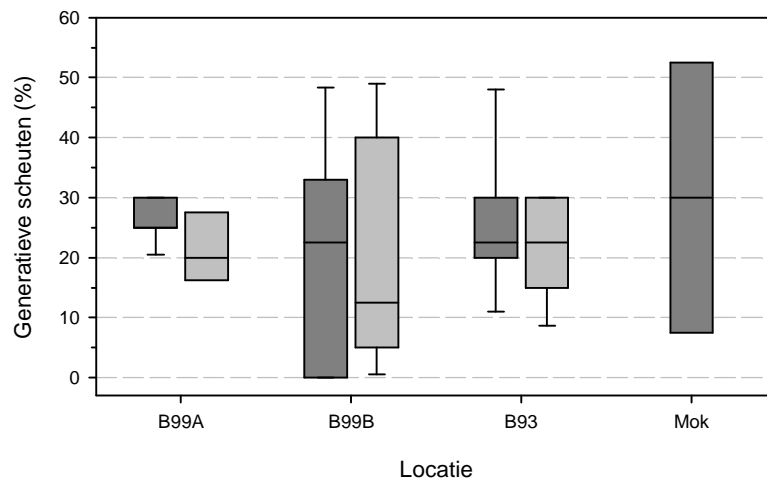
3.1.2 Zeegrasbedekking

De locaties B99A en B93 hadden een relatief hoge zeegrasbedekking, terwijl de locaties B99B en Mok een relatief lage bedekking vertoonden (Fig. 3.2). De Zeegrasbedekking op locatie B99A (53 en 30 %) lag duidelijk hoger dan op B93 (40 en 16 %).

Dat de HD een hogere dichtheid had dan de LD was voorgeprogrammeerd, aangezien de planten onderling op verschillende afstanden waren uitgezet. De scheve verdelingen bij B99B en Mok was te verklaren door het feit dat op het moment van waarneming al enkele plots een bedekking van bijna 0 % hadden. De bedekking in de HD plots op de locaties B99A en B93 was significant groter dan op de locaties B99B en Mok (Mann-Whitney U, $P < 0.01$).



Figuur 3.2 Percentage zeegrasbedekking op de locaties B99A, B99B, B93 en Mok eind augustus 2003. Donkergrijze en lichtgrijze bars representeren HD en LD.



Figuur 3.3 Aantal generatieve scheuten (%) t.o.v. totaal aantal scheuten per plant op de locaties B99A, B99B, B93 en Mok eind augustus 2003. Donkergrijze en lichtgrijze bars representeren HD en LD.

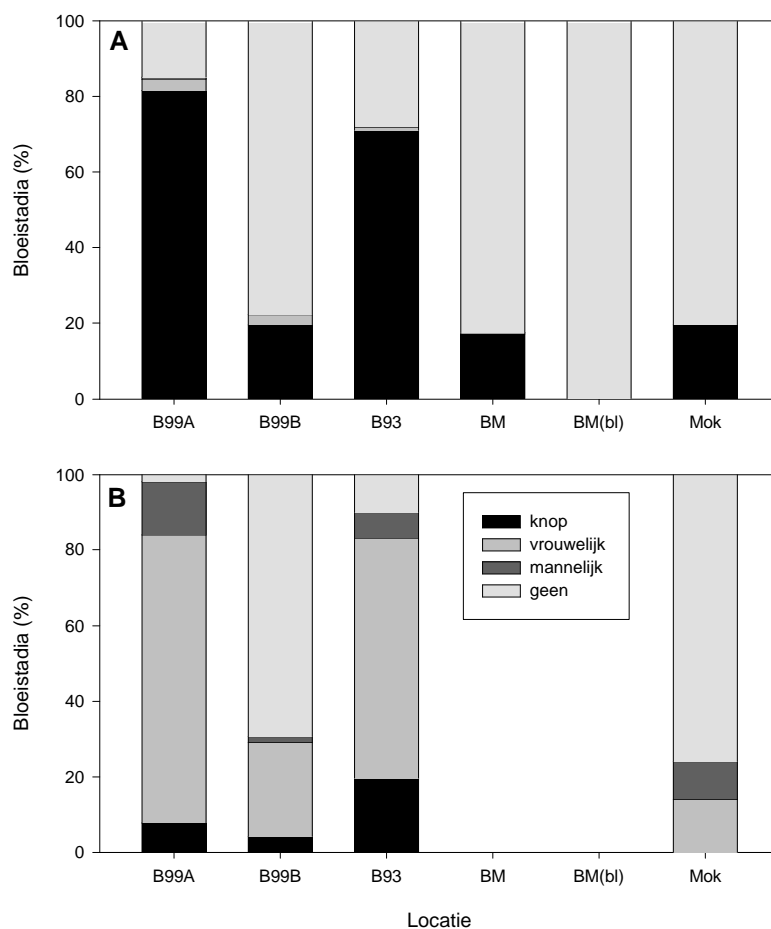
De zeegrasbedekking van de reciproke aanplant bedroeg begin september 3 %, terwijl het natuurlijk veld op de Hond/Paap een bedekking van 25 % vertoonde met vergelijkbare spreiding als bij B99A en B93. De reciproke aanplant bevond zich echter aan de rand van het veld, waar ook de natuurlijke bedekking beduidend lager lag dan in het veld. Dit kwam hoofdzakelijk doordat de individuele planten zeer klein en slecht ontwikkeld waren.

3.1.3 Generatieve scheuten

De mediaan van het aantal generatieve scheuten per plant lag bijna overal tussen de 20 en 30 % (Fig. 3.3), ondanks de waargenomen verschillen in overleving (Fig. 3.1) en zeegrasbedekking per plot tussen de locaties (Fig. 3.2). Er werden geen significante verschillen tussen verschillende dichtheden en locaties gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Opvallend was dat de variatie tussen de plots onderling op de locaties B99B en Mok duidelijk groter was dan op de andere locaties. Dit was vooral te verklaren doordat er bij B99B een aantal plots met planten waren, die alleen vegetatieve scheuten hadden. Bij Mok was het aantal planten zo laag dat slechts enkele planten het totaalpercentage sterk verhoogden.

In het natuurlijk veld op de Hond/Paap werd op 2 september een mediaan van 25 % generatieve scheuten gevonden met een vergelijkbare spreiding als op locatie B93. Bij de reciproke aanplant werden geen generatieve scheuten waargenomen.

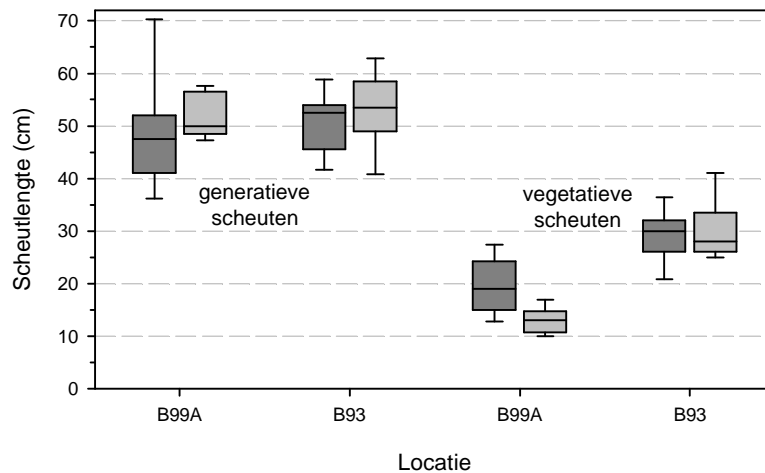
Op 24 september werden de generatieve scheuten op locatie B93 ingegraven om behoud van de zaden op de betreffende locatie te verzekeren. Echter, op 27 oktober werden enkele generatieve scheuten met onrijpe zaden losliggend en van de plots verwijderd aangetroffen. Deze waren zeer waarschijnlijk vrij gespoeld.



Figuur 3.4 Percentage bloeiastadia in juli (A) en augustus (B) per aanplantlocatie

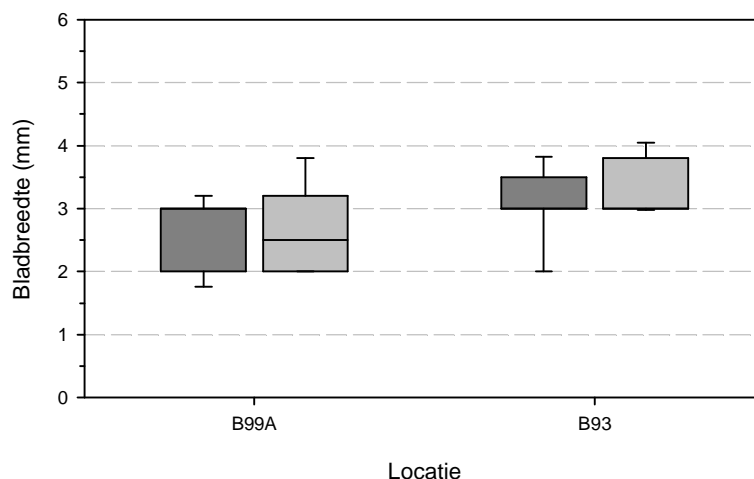
3.1.4 Scheutlengte en -breedte

De lengte van zowel generatieve als vegetatieve scheuten werd op twee locaties (B99A en B93) gemeten, omdat alleen hier voldoende planten aanwezig waren. De lengte van generatieve scheuten was ongeveer 50 cm, terwijl de lengte van vegetatieve scheuten op B99A en B93 ongeveer 15 en 30 cm was (Fig. 3.5). Echter, de lengte van vegetatieve scheuten van zowel de HD als de LD was significant groter op locatie B93 dan op locatie B99A (Mann-Whitney U, $P < 0.01$). Bovendien waren op locatie B99A de vegetatieve scheuten bij de HD significant langer dan bij de LD (Mann-Whitney U, $P < 0.05$). Bij de generatieve scheuten werden geen significante verschillen gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).



Figuur 3.5 Scheutlengte (cm) op de locaties B99A, en B93 op 10 september 2003. Linkergedeelte representeert de generatieve scheuten, het rechtergedeelte de vegetatieve scheuten. Donkergrijze en lichtgrijze bars representeren HD en LD.

De breedte van de vegetatieve scheuten in de HD plots was significant kleiner (Mann-Whitney U, $P < 0.05$) op locatie B99A dan op locatie B93 (Fig. 3.6). Ook leek er een verschil te bestaan tussen de scheutbreedtes in de LD op deze locaties, echter de P -waarde was 0,051 (Mann-Whitney U). Een verschil tussen scheutbreedtes bij HD en LD per locatie werd niet gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).



Figuur 3.6 Breedte (mm) van vegetatieve bladeren op de locaties B99A en B93 eind augustus 2003. Donkergrijze en lichtgrijze bars representeren HD en LD.

De lengte van de vegetatieve scheuten van het natuurlijke “oude” veld op locatie B99 had een mediaan van 25 cm. De breedte van deze scheuten had een mediaan van 2,6 mm. Deze waarden waren vergelijkbaar met die van aanplantlocatie B99A (Fig. 3.5 & 3.6). Lengte en breedte van de generatieve scheuten van planten in het natuurlijk veld van B99 waren begin september niet meer correct te meten aangezien deze scheuten zich in processen van afbraak bevonden dan wel geheel verdwenen waren.

3.1.5 Epifytenbedekking

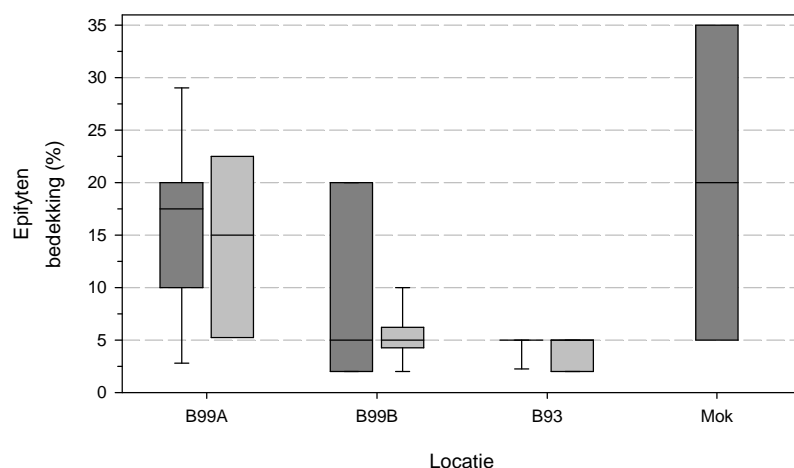
De epifytenbedekking op de bladeren was in de Mokbaai het hoogst met een mediaan van 20 %, terwijl zowel locatie B99B als B93 slechts een bedekking van rond de 5 % vertoonden (Fig. 3.7). Op locatie B99A werd de epifytenbedekking rond de 15 % geschat. Alleen de epifytenbedekking op de planten in de HD plots was significant hoger (Mann-Whitney U, $P < 0.05$) op locatie B99A dan op locatie B93.

De epifyten bedekking in reciproke aanplant en in het natuurlijke veld op de Hond/Paap in de Eems lag rond de 1 %.

3.1.6 Diepteverschillen bij B93

Op 9 september 2003 werd de hoogte van de plots op locatie B93 exact ingemeten (Tabel 2.3) en toen bleek dat de hoogteverschillen tussen de plots op dat moment geringer waren dan oorspronkelijk gepland. De ene helft van de aanplant stond op 9 september rond +7 cm NAP, terwijl de andere helft rond +4 cm NAP stond.

Het aantal overlevende planten was, voor de HD en de LD gezamenlijk, op 14 juli (Mann-Whitney U, $P < 0.05$) en op 27 augustus (Mann-Whitney U, $P < 0.01$) significant hoger op hoger gelegen plots dan op de lager gelegen plots. Op andere monitoringsdata werd geen verschil gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Bij vergelijking van alleen de plots met de HD onderling werd ook geen significant verschil gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Echter, op 15 juli en 27 augustus hadden significant meer planten bij LD overleefd bij de hoger gelegen plots dan bij de lager gelegen plots (Mann-Whitney U, $P < 0.05$).



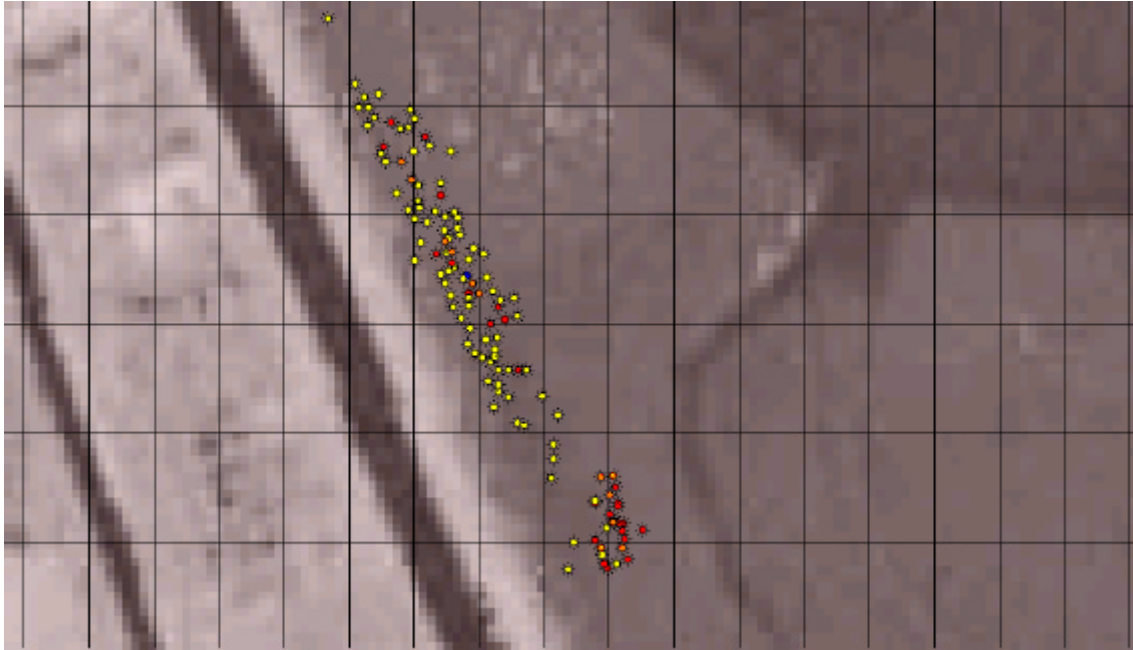
Figuur 3.7 Percentage epifytenbedekking op de bladeren van de planten op de verschillende locaties eind augustus 2003 Donkergrijze en lichtgrijze bars representeren HD en LD.

De generatieve scheuten bleken in augustus significant langer op de lager gelegen plots dan op de hogere plots bij vergelijking van de HD en de LD gezamenlijk (Mann-Whitney U, $P < 0.01$). Voor de lengte en breedte van de vegetatieve scheuten en voor de rijpheid van de generatieve scheuten werden geen verschillen tussen de dieptes aangetroffen (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Voor zee gras- en epifytenbedekking werden ook geen verschillen in diepte gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).

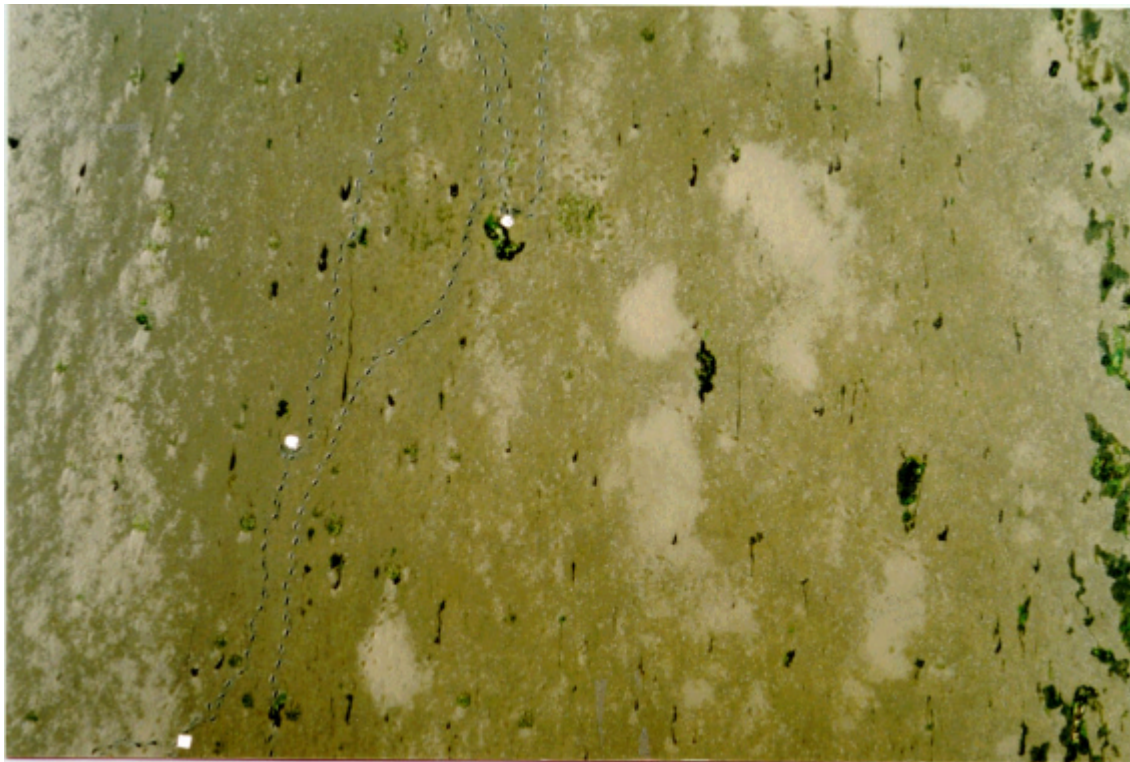
3.1.7 Natuurlijk opgekomen “oude” veld bij B99

Het aantal natuurlijk opgekomen planten en het bijbehorende areaal op locatie B99 werd meermaals in het seizoen geschat om een indruk van dit zee grasveldje te krijgen (Tabel 3.2). De eerste keer dat zee gras werd gevonden was op 16 april 2003 bij plant 050 (Fig. 3.8). Op deze datum werden 3 scheuten van ongeveer 5 cm lengte gevonden, die waarschijnlijk van een meerjarige plant stamden. Om vertrappen van zaailingen te voorkomen, werd nog tot 14 mei 2003 gewacht met een vervolfbezoek. Op deze datum werd bevestigd dat er op verschillende plekken zaailingen van Groot Zee gras waren gekiemd. Naar schatting stonden er 500 tot 1000 jonge planten. Opnieuw werd besloten de locatie zo veel mogelijk met rust te laten, zodat de planten ongestoord konden ontwikkelen.

Op 14 juli 2003 werd een inventarisatie van de natuurlijk opgekomen planten uitgevoerd. Door het gehele gebied, waar in 2002 planten stonden, werden transecten gelopen en elke positie van plant of plantengroep werd met een GPS opgenomen (Fig. 3.8). In totaal werden 114 posities vastgelegd en naar schatting representeerde dit 500 tot 800 planten. De totale lengte van het veld (afstand tussen noordelijkste en zuidelijkste plant) was 878 m, terwijl de geschatte breedte van het veld 68 m bedroeg. Het areaal dat zee gras herbergt werd geschat op ongeveer 5,1 ha.



Figuur 3.8 Overzicht van zeegrasplanten langs de dijk (lichte diagonale band) op locatie B99; Planten aanwezig in 2002 (rode punten) en plantengroepen in 2003 (rode en gele punten), aanplant 2003 (oranje punten), plant 050 (blauw punt)



Figuur 3.9 Vliegerfoto gemaakt op 29 juli 2003 op locatie B99A. De 3 witte vlekken zijn veldmarkeringen van 1 m². De bovenste witte vlek ligt precies tussen een plot met LD en een plot met HD. Verder zijn voetstapsoren en macroalgen te herkennen.

Met behulp van een vliegercamera werd op 29 juli 2003 gepoogd een overzicht van dit natuurlijke zeegrasveldje te krijgen. De symmetrische vormen van de aanplanten waren zichtbaar op de foto's, maar de herkenning van individuele zeegrasplanten was niet mogelijk, o.a. door de aanwezige macro-algen (Fig. 3.9). Daarom kon m.b.v. deze methode geen betrouwbare schatting van het aantal planten en de dichtheid verkregen worden.

Op 28 augustus 2003 werd er opnieuw een inventarisatie van het zeegrasveldje gemaakt. Er werden enkele nieuwe planten gevonden. Het aantal planten werd opnieuw geschat op 500 tot 800, zoals ook al in juli 2003. Op 9 september 2003 werd deze locatie opnieuw bezocht en geconstateerd dat de bovengrondse delen van de planten zich in een afbraakproces bevonden.

De laatste inventarisatie werd op 24 september 2003 uitgevoerd. Vrijwel alle bovengrondse delen van het zeegras waren verdwenen. Slechts enkele plantresten werden in het gedeelte bij B99B gevonden.

Tabel 3.2 Overzicht van het geschat aantal planten en het begroeide areaal per observatiedatum in het natuurlijk opgekomen "oude" veld op locatie B99

Datum	Geschat aantal planten	Geschat areaal
3 februari	0	0
5 maart	0	0
16 april	3*	1 m ²
15 mei	500-1000	4,5 ha
14 juli	500-800	5,1 ha
28 augustus	500-800	5,1 ha
24 september	100	1 ha

*) rond deze plek werden tevens zeer kleine kiemplantjes waargenomen. Om vertrappen van kiemende zaden te voorkomen werden extra activiteiten gestaakt.

3.1.8 Opkomst bij aanplantlocaties 2002

In het begin van het groeiseizoen 2003 werden de locaties, waar in 2002 zeegras werd aangeplant en zaadstengels werden gedeponereerd, regelmatig bezocht om de opkomst van zeegrasplanten te inventariseren. In de loop van het voorjaar werd echter duidelijk dat op deze locaties weinig tot geen zeegras op zou komen. Op 15 mei 2003 werden op locatie B1-0-A4 (van Pelt *et al.* 2003) slechts twee planten gevonden, beide naast een plot waar ingraven als zaadbehoudstechniek was gebruikt. Opvallend was dat de zaadbehoudlocaties met netten erosiegaten onder het net vertoonden. Hierdoor zou het mogelijk kunnen zijn dat zowel zaadstengels in de winter als kiemen in het voorjaar door netbewegingen verdwenen.

Op 27 augustus 2003 werden deze locaties nogmaals bezocht, omdat de planten volgroeid zouden moeten zijn en daardoor gemakkelijker te lokaliseren. Er werden in totaal 7 planten gevonden op zowel B1-0 als op B1-10 (van Pelt *et al.* 2003). Alleen de

twee planten die reeds in het voorjaar waargenomen waren, bevonden zich enkele meters van de oorspronkelijke zaadstengeldepositie-locatie. De andere planten groeiden op meerdere tientallen meters afstand van deze zaadstengeldepositie-locaties, waardoor hun plot van oorsprong niet was te bepalen. Alle planten waren relatief klein en hadden alleen vegetatieve scheuten.

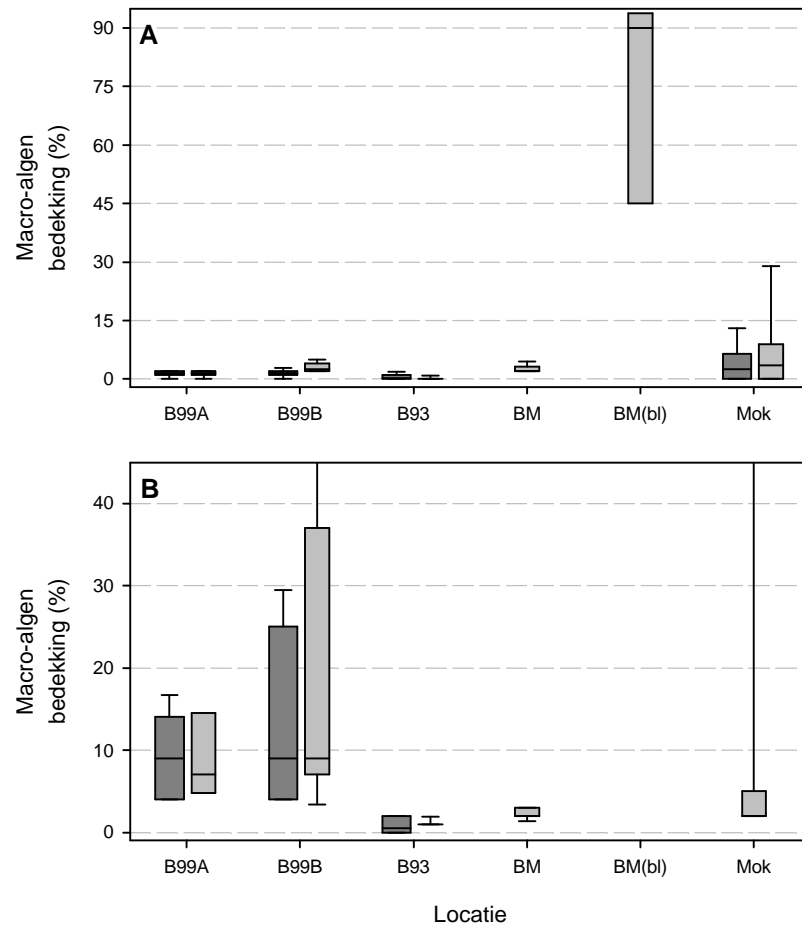
3.2 Macro-algen

Het percentage macro-algenbedekking bleek in juli 2003 op de meeste locaties onder 10% te liggen (Fig. 3.10A). Locatie BM(bl) vormde hierop een uitzondering. Op de mosselbank zelf (BM) werden vrijwel geen algen gevonden, terwijl de mosselbank werd omringd door een centimeters dikke laag van macro-algen, die bedekkingspercentages van 45 tot 95 % bereikte (Fig. 3.10A). In de Mokbaai hadden m.n. de ondiepe plots te lijden onder hoge macro-algenbedekking. Er werden geen significante verschillen tussen HD en LD gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).

De macro-algenbedekking in augustus 2003 was op locatie B99 aanzienlijk hoger dan in de maand daarvoor (Fig. 3.10B). Op locatie B99 lag de mediaan in augustus rond 9 %. Op locatie B99B was dit vergelijkbaar, echter de verdeling was hier scheef, veroorzaakt door slechts enkele plots waar relatief veel macro-algen aanwezig waren. Opvallend is de significant lagere algenbedekking op locatie B93 (Mann-Whitney U, $P < 0.05$), t.o.v. beide eerder genoemde locaties, met een waarde van slechts 1-2 % zowel voor HD als LD. Ook op locatie BM waren vrijwel geen algen te vinden (Fig. 3.10B). Bij BM(bl) werd geen waarneming uitgevoerd, echter de dikke laag algen die in juli rondom de mosselbank werd waargenomen, was in augustus niet meer aanwezig. In de Mokbaai was de algenbedekking vergelijkbaar met de voorgaande maand, echter enkele plots verdwenen geheel onder de algen.

Begin september lag de macro-algenbedekking in het natuurlijke veld in de Eems en bij de reciproke aanplant op ongeveer 1 %.

De vier meest voorkomende genera, in volgorde van dominantie, waren: Zeesla (*Ulva spp.*), Darmwier (*Enteromorpha spp.*), Draadwier (*Chaetomorpha spp.*) en Knoopwier (*Gracilaria spp.*). In de Mokbaai werd vrijwel alleen Zeesla aangetroffen, terwijl op andere locaties er meestal een combinatie van de meest voorkomende genera aangetroffen. Op locatie B99A was daarbij Draadwier dominant, terwijl het op locatie B99B Zeesla was. Alle bovengenoemde soorten werden in geringe gelijke dichtheden op locatie B93 gevonden.

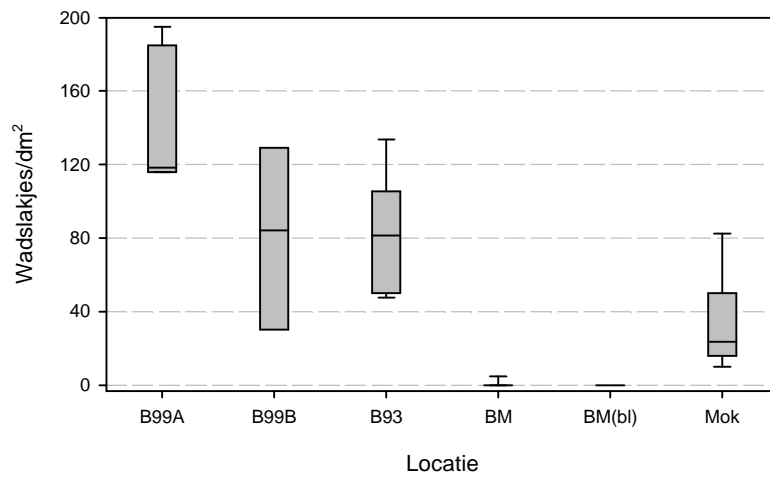


Figuur 3.10 Percentage macro-algenbedekking op de locaties B99A, B99B, B93, BM en Mok in juli 2003 (A) en augustus 2003 (B). Donkergrijze en lichtgrijze bars representeren HD en LD. BM en Mok werden alleen buiten plot weergegeven, aangezien hier geen planten meer aanwezig waren.

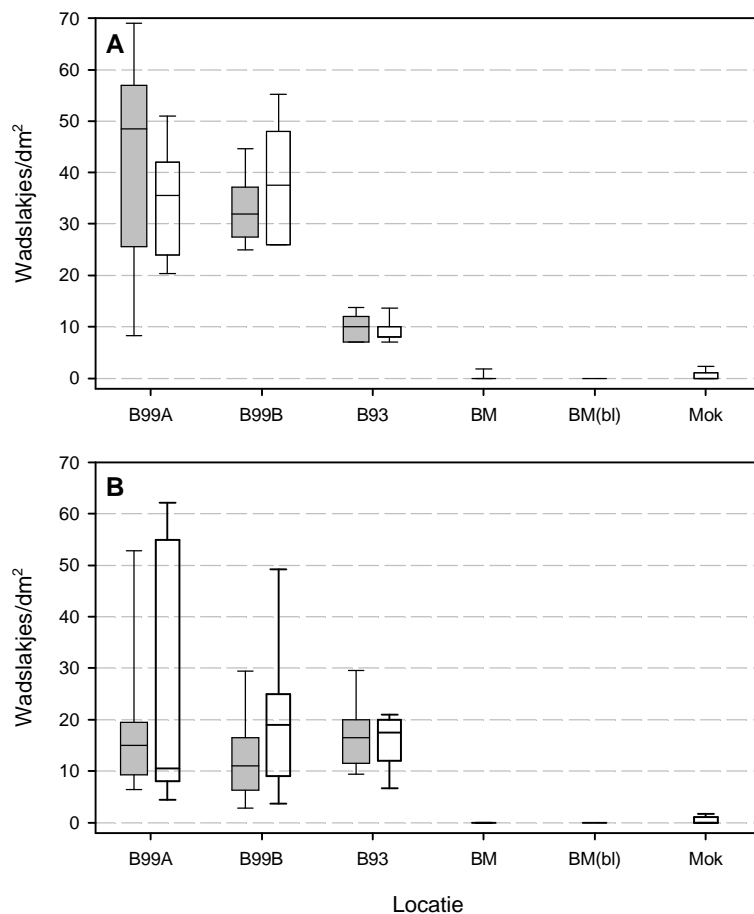
3.3 Fauna

3.3.1 Grazers

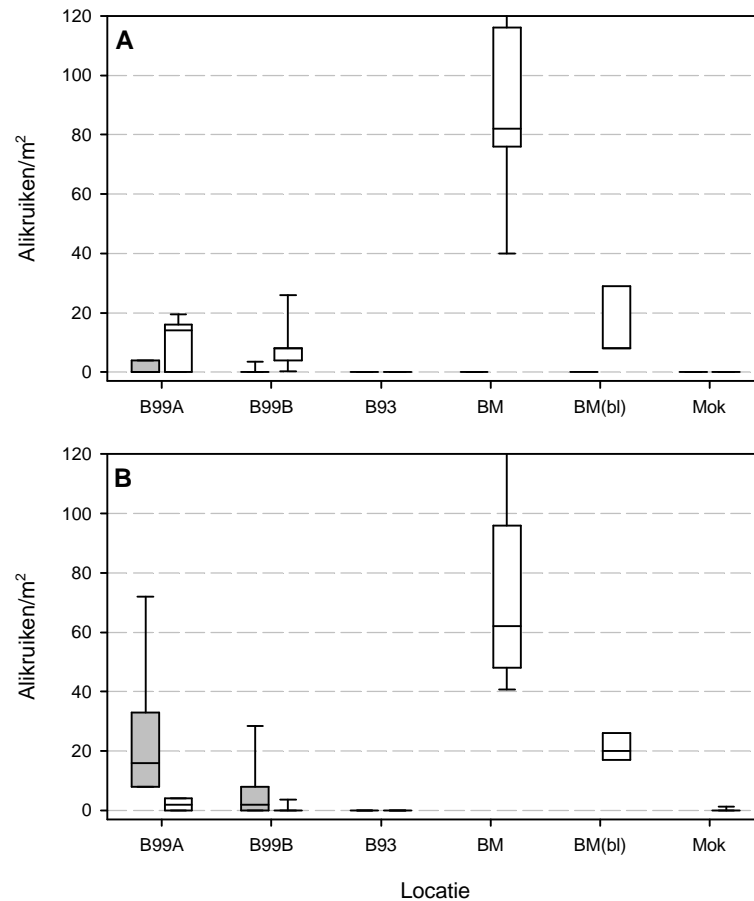
Het aantal wadslakjes per dm^2 , als resultaat van de steekbuizenbemonstering in augustus, was op locatie B99A het hoogste met een mediaan van 120 individuen per dm^2 (Fig. 3.11). Op zowel locatie B99B en B93 werd een mediaan van ongeveer 80 wadslakjes per dm^2 gevonden, terwijl op en rond de mosselbank nauwelijks wadslakjes werden gevonden. In de Mokbaai werd een mediaan van 20 wadslakjes per dm^2 gevonden (Fig. 3.11). Het aantal wadslakjes op locatie B99A was significant hoger (Mann-Whitney U, $P < 0.05$) dan op de locaties B93 en Mok.



Figuur 3.11 Wadslakjesdichtheid buiten plots (individuen/dm²) in augustus 2003 op de verschillende aanplantlocaties als resultaat van steekbuizenbemonstering



Figuur 3.12 Wadslakjesdichtheid (individuen/dm²) op de verschillende aanplantlocaties als resultaat van kwadraattellingen binnen (grijs) en buiten (wit) de plots in juli 2003 (A) en augustus 2003 (B)



Figuur 3.13 Alikruikendichtheid (individuen/m²) op de verschillende aanplantlocaties als resultaat van kwadraattellingen binnen (grijs) en buiten (wit) de plots in juli 2003 (A) en augustus 2003 (B).

Bij het tellen van de wadslakjes m.b.v. een kwadraat werden aanzienlijk lagere dichtheden gevonden dan m.b.v. de steekbuizen (Fig. 3.12). Echter, deze methode leverde wel een goede indicatie op over waar de wadslakjes te vinden zijn. Locatie B99A en B99B waren ook hier locaties met de hoogste dichtheid aan wadslakjes, gevolgd door locatie B93. Dit werd zowel in juli (Fig. 3.12A) als in augustus (Fig. 3.12B) waargenomen, hoewel het verschil tussen de locaties in augustus geringer was. Echter, er werd alleen in juli een significant lager aantal wadslakjes op locatie B93 gevonden dan op B99A en op B99B (Mann-Whitney U, $P < 0.05$). De aantallen op locaties BM, BM(bl) en Mok waren in beide maanden onbeduidend (Fig. 3.12). Verschillen tussen binnen en buiten de plots werden niet gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).

Op de Hond/Paap werd in begin september in het natuurlijke veld m.b.v. de steekbuizenmethode een dichtheid met een mediaan van 67 wadslakjes/dm² gevonden.

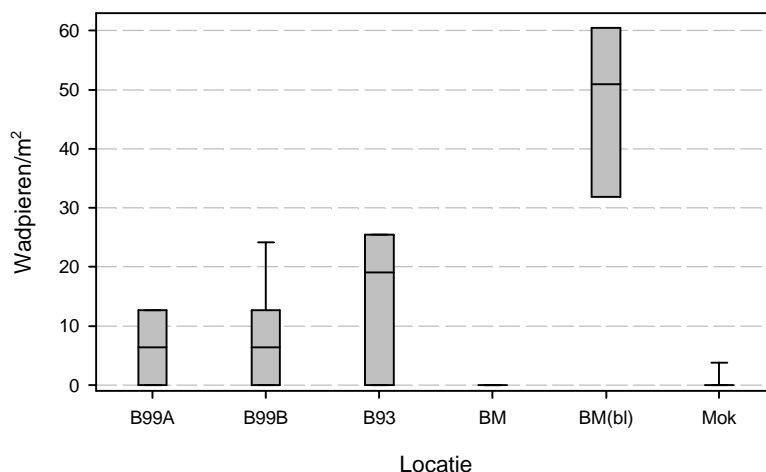
Alikruiken werden m.b.v. van de steekbuizen niet gevonden, echter wel met de kwadratenmethode (Fig. 3.13). De hoogste alikruikendichtheid werd in zowel juli als in augustus bij de mosselbank gevonden. Hier werden dichtheden van ruim 100 individuen/m² gevonden. In juli 2003 werden op alle locaties vooral alikruiken buiten de plots gevonden (Fig. 3.13A), terwijl in augustus 2003 de meeste alikruiken binnen de

plots gevonden werden (Fig. 3.13B). Op de locatie B93 en Mok werden vrijwel nooit alikruiken waargenomen. Opvallend is het significant groter aantal alikruiken binnen de plots dan buiten de plots (Mann-Whitney U, $P < 0.05$) op locatie B99A in augustus (Fig. 3.13). Op de Hond/Paap werden in september geen alikruiken waargenomen.

3.3.2 Wadpieren

De wadpierendichtheid lag op zowel locatie B99A als op B99B op 6 individuen per m^2 (Fig. 3.14). De wadpierendichtheid op locatie B93 lag iets hoger met een mediaan van 19 individuen/ m^2 . Bij de mosselbank werden geen wadpieren gevonden, terwijl 70 m ten noorden daarvan op locatie BM(bl) significant meer wadpieren werden gevonden met een mediaan van 50 individuen/ m^2 (Mann-Whitney U, $P < 0.01$).

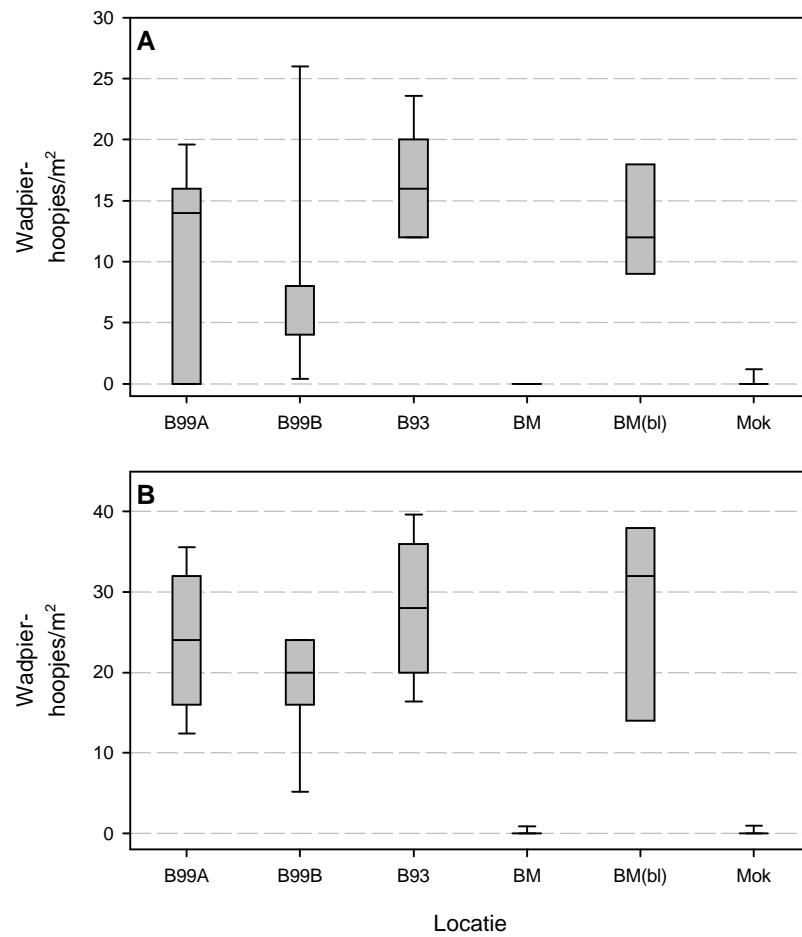
In de Mokbaai werden bij de aanplantlocaties vrijwel geen wadpieren gevonden (Fig. 3.14). Westelijk in de baai lag gedurende het gehele seizoen een duidelijke wadpiergrens: aan de hoger gelegen kant waren overal wadpierhoopjes te zien, terwijl deze aan de lager gelegen kant ontbraken. De zeegrasplots lagen dieper dan deze wadpiergrens, hetgeen verklaart dat bij de plots nauwelijks wadpieren werden gevonden.



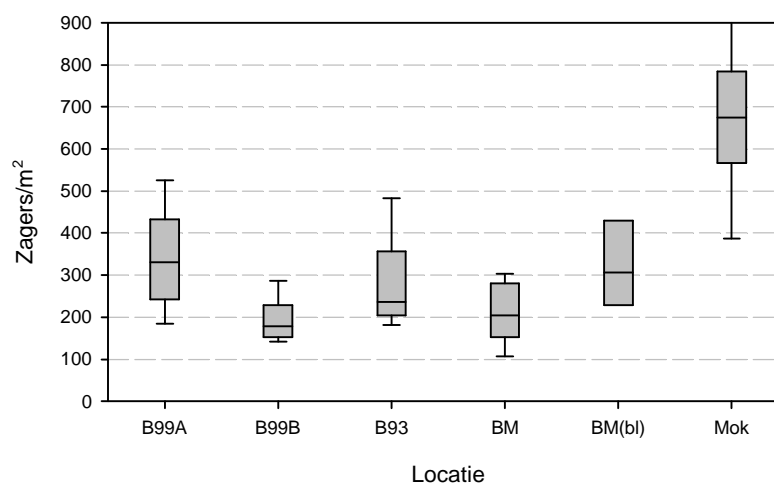
Figuur 3.14 Wadpierendichtheid (individuen/ m^2) op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003.

De dichtheid van de wadpierhoopjes was in juli ongeveer twee maal zo laag als in augustus (Fig. 3.15). Het aantal hoopjes lag zowel in juli als in augustus het hoogst op de locaties B93 en BM(bl) met gemiddeld respectievelijk 15 en 30 hoopjes per m^2 . In beide maanden werden geen hoopjes waargenomen op BM en Mok.

De dichtheid van wadpierenhoopjes leek iets hoger te zijn dan de dichtheid van de wadpieren zelf, behalve op locatie BM(bl) (Fig. 3.14 en 3.14). Wel was duidelijk te zien dat hogere wadpierendichtheden met een hoge hoopjesdichtheid was gecorreleerd. De hoopjesdichtheid gaf dus een redelijk betrouwbare indicatie over de dichtheden aan wadpieren op de verschillende locaties.



Figuur 3.15 Wadpiere dichtheid (individuen/m²) op de verschillende aanplantlocaties als resultaat van kwadraattellingen in juli 2003 (A) en augustus 2003 (B).



Figuur 3.16 Zagersdichtheid (individuen/m²) op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003

3.3.3 Zagers

De dichtheid van de zagers op het Balgzand lag grofweg tussen de 220 en 350 individuen/m², terwijl in de Mokbaai een mediaan van bijna 700 individuen/m² werd gevonden (Fig. 3.16). De zagerdichtheid op locatie B99A was significant hoger dan op B99B (Mann-Whitney U, $P < 0.05$). Verder werden geen significante verschillen gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).

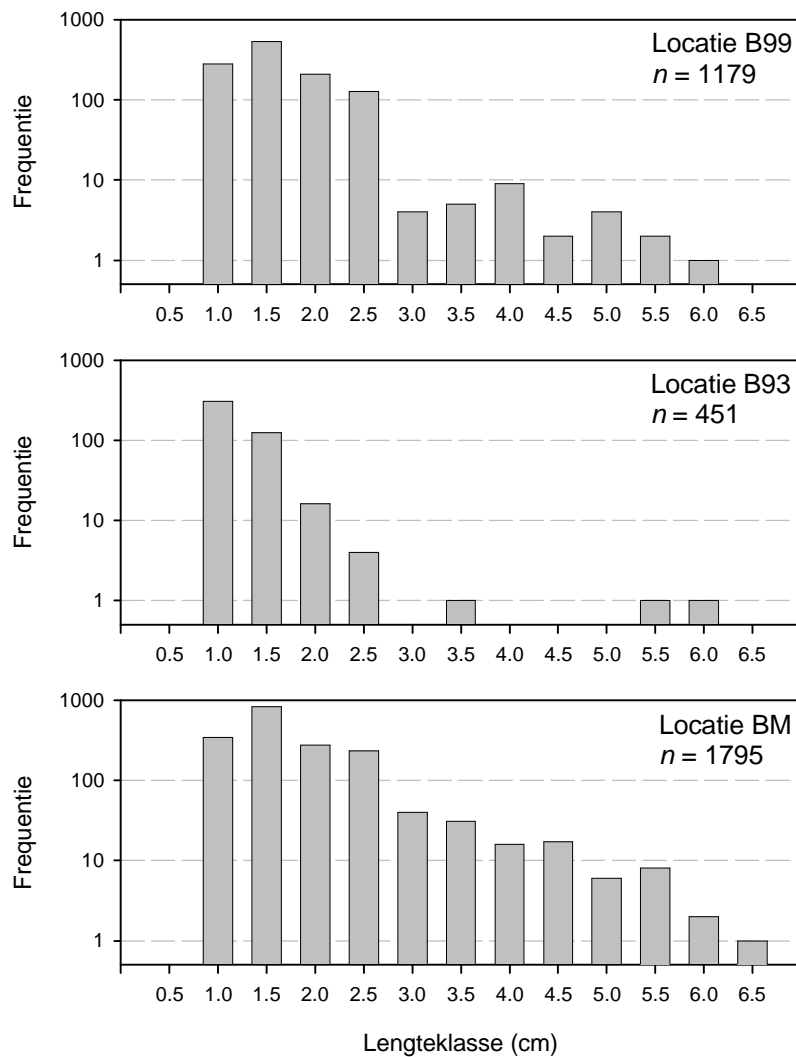
3.3.4 Krabben

De dichtheden van strandkrabben waren respectievelijk 5,8, 1,3 en 7,1 individuen per m² op de locaties B99, B93 en BM. Op deze drie locaties bleken vooral de lengteklassen van kleiner of gelijk aan 2,5 cm (gebaseerd op carapax lengte) sterk vertegenwoordigd te zijn (Fig. 3.17). Op locatie B93 ontbraken grotere dieren vrijwel geheel. Op locatie BM waren nog enkele tientallen individuen per lengteklasse vanaf 3,0 cm aanwezig, terwijl krabben met een carapax van meer dan 6,0 cm nog slechts individueel werden gevonden. Op locatie B99 waren de grotere lengteklassen iets geringer vertegenwoordigd dan op locatie BM.

Tabel 3.3 Percentage van het aantal plots per locatie waar krabben werden waargenomen in juli en augustus 2003 tijdens laag water

	B99A	B99B	B93	BM	BM(bl)	Mok
Juli	17	14	8	50	33	33
Augustus	12	18	7	-	-	0

Het aantal krabben dat bij laag water in zowel juli als augustus visueel werd waargenomen was relatief gering (Tabel 3.3). Op locatie B99 werden ongeveer in 15 % van de plots krabben gevonden. Het aantal krabben op locatie B93 was iets lager met 8 %. Het aantal krabben op de mosselbank en in de Mokbaai lag een stuk hoger, vooral veroorzaakt door het gering aantal plots met planten. Hierdoor viel het percentage hoog uit bij slechts een enkele krab. De krabben die werden waargenomen, bijna nooit meer dan één per plot, behoorden vrijwel altijd tot de kleinste lengteklassen (Fig. 3.17). De krabbendichtheid binnen de plots lag bij laag water altijd ruim onder 1 m⁻².

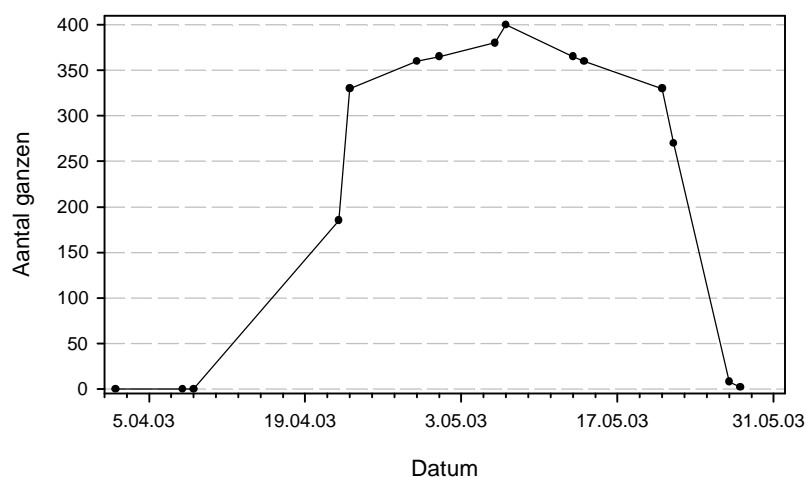


Figuur 3.17 Aantal strandkrabben per lengteklasse (cm) op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003

3.3.5 Rotganzen

Rotganzen werden vanaf 22 april 2003 bij het Balgzand waargenomen (Fig. 3.18). Gedurende de volgende waarnemingen was er een constant aantal van ruim 350 op het Balgzand te vinden. Op 22 mei 2003 werden de laatste rotganzen waargenomen.

Uit de observaties is gebleken dat de rotganzen zich hoofdzakelijk op twee vaste locaties op het Balgzand concentreerden. De eerste locatie was binnendijks langs het kanaal ter hoogte van het Kooyhoekschor en de tweede locatie was het Kooyhoekschor zelf (Fig. 2.1). De Rotganzen werden nooit bij de zeegraslocaties waargenomen.

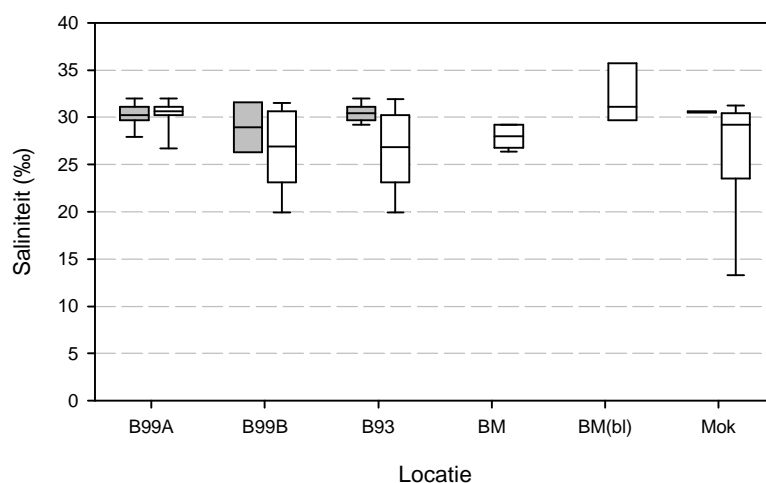


Figuur 3.18 Aantal rotganzen bij het Balgzand in april en mei 2003

3.4 Bodemwater

3.4.1 Saliniteit

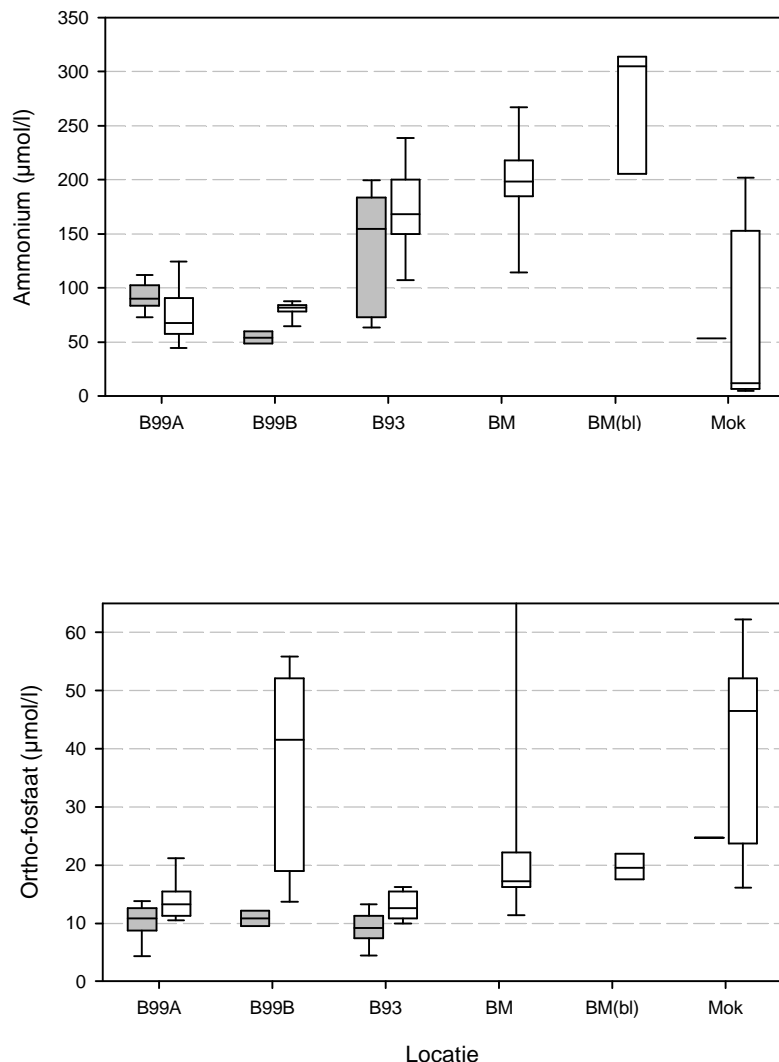
De saliniteit van het bodemwater lag op bijna alle locaties tussen 25 en 33 ‰ (Fig. 3.19). Enkele waarnemingen in de Mokbaai vielen relatief laag uit, waarschijnlijk veroorzaakt door kwel uit de directe omgeving, hetgeen de scheve verdeling verklaart. Op locatie B99B en B93 lijkt de saliniteit binnen de plots hoger te liggen dan buiten de plots, echter een significant verschil werd hier niet gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Ook bestond geen significant verschil tussen de saliniteit binnen en buiten de plots op de locaties B99A, B99B en B93 gezamenlijk (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).



Figuur 3.19 Saliniteit (‰) van bodemwater op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003; binnen (grijs) en buiten (wit) de plots. Deze figuur representeert alleen HD plots.

3.4.2 Ammonium en fosfaat

De ammonium concentraties verschillen aanzienlijk per locatie (Fig. 3.20A). Op locatie B99 werden zowel bij A als bij B concentraties tussen 50 en 100 $\mu\text{mol/l}$ gevonden. Op locatie B93 lag de mediaan rond 160 $\mu\text{mol/l}$ en was de spreiding iets groter. Bij locatie BM werden de hoogste ammonium concentraties gemeten van 200 tot 300 $\mu\text{mol/l}$. Bij locatie Mok was de spreiding het grootst, echter de mediaan lag rond 20 $\mu\text{mol/l}$ (Fig. 3.20A). Opvallend is dat de locaties die verder van het vaste land verwijderd lagen de hoogste ammonium concentraties vertoonden. Significante verschillen tussen binnen en buiten de plots werden niet gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Wel lag de ammonium concentratie buiten de plots op locatie B93 significant hoger dan buiten de plots op B99A en B99B (Mann-Whitney U, $P < 0.05$).



Figuur 3.20 Ammonium (A) en ortho-fosfaat (B) concentraties ($\mu\text{mol/l}$) op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003; binnen (grijs) en buiten (wit) de plots. Deze figuur representeert alleen HD plots.

Op de locaties in het Balgzand, waar op het moment van bemonstering planten groeiden, waren de ortho-fosfaat concentraties opvallend constant met een mediaan van ongeveer 10 $\mu\text{mol/l}$ (Fig. 3.20B). Buiten de plots lagen deze concentraties gedeeltelijk veel hoger; op locatie B99B werd een mediaan van 40 $\mu\text{mol/l}$ gevonden. Toch werden geen significante verschillen in ortho-fosfaat concentraties tussen binnen en buiten de plots gevonden voor deze locaties (Mann-Whitney U, $P > 0.05$), omdat het aantal waarnemingen laag was. Bij een gezamenlijke analyse van de locaties B99A, B99B en B93 bleek de ortho-fosfaat concentratie wel significant hoger buiten de plots dan binnen de plots (Mann-Whitney U, $P < 0.01$). Op de mosselbank had de ortho-fosfaat concentratie een mediaan van ongeveer 20 $\mu\text{mol/l}$, terwijl in de Mokbaai nog hogere concentraties met een mediaan van 47 $\mu\text{mol/l}$ werden gevonden (Fig. 3.20B).

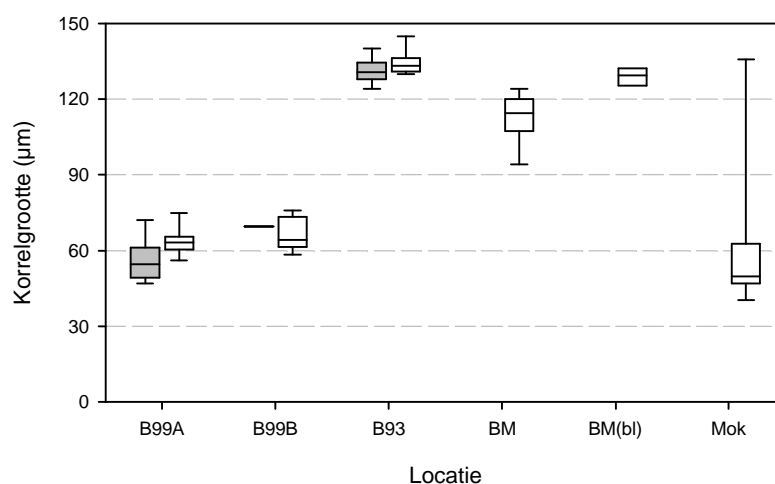
3.5 Sediment

In de Mokbaai werden planten vrijwel altijd bedolven onder een laagje sediment aangetroffen, vooral achter de mosselbank op -50 NAP.

3.5.1 Korrelgrootte

De medianen van de korrelgrootte van de sedimentmonsters lagen op de locaties B99A en B99B rond de 60 μm , zowel binnen als buiten de plots (Fig. 3.21). Voor de andere locaties op het Balgzand (B93, BM(bl) en BM) lagen de medianen ongeveer tweemaal zo hoog rond 120 μm . In de Mokbaai werd een mediaan van 50 μm gevonden, echter wel met een zeer grote spreiding. Significante verschillen tussen binnen en buiten de plots werden niet gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).

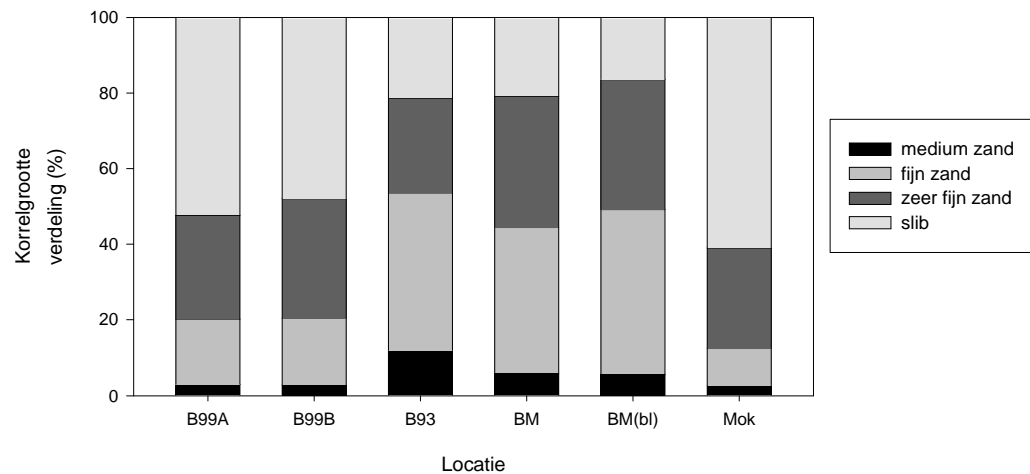
Bij de reciproke aanplant op de Hond/Paap lag de mediaan bij 145 μm , terwijl deze in het natuurlijke veld 97 μm bedroeg.



Figuur 3.21 Korrelgroottemediaan (μm) van het sediment op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003; binnen (grijs) en buiten (wit) de plots.

Het sediment op de locaties B99A en B99B bestond voor 50 % uit slib (Fig. 3.22), hetgeen in vergelijking met de andere locaties op het Balgzand (ongeveer 20 %) zeer hoog was. In de Mokbaai lag het aandeel van het slik zelfs op 60 %. Op de locaties B93, BM en BM(bl) was vooral het fijne zand relatief sterk vertegenwoordigd. Ook het aandeel medium zand lag hier iets hoger dan op de andere locaties (Fig. 3.22). Het aandeel zeer fijn zand lag op alle onderzochte locaties rond 25 %.

Bij de reciproke aanplant op de Hond/Paap was het aandeel fijn zand 65 %, terwijl het aandeel slib slechts 5 % was. In het natuurlijk veld op de Hond/Paap maakte het aandeel van slib, zeer fijn zand en fijn zand telkens éénderde van het totaal uit. Het aandeel van het medium zand was hier slechts 1 %. De verdeling van de korrelgrootte van het sediment in het natuurlijke veld op de Hond/Paap was dus het meest met de locaties BM en B93 te vergelijken.

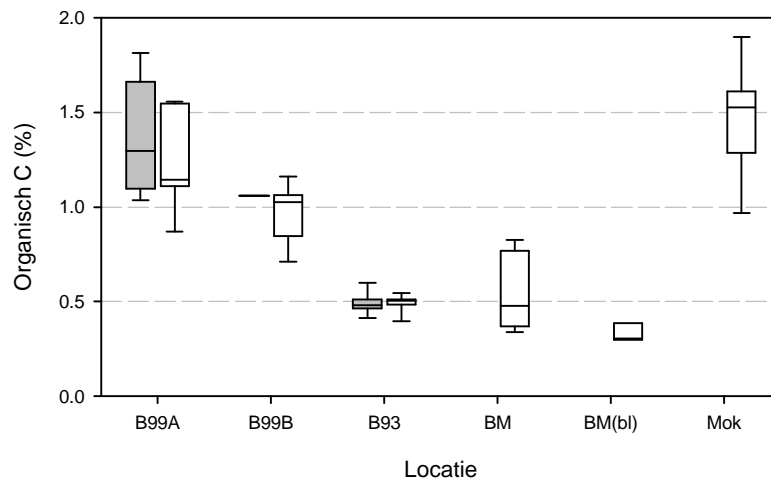


Figuur 3.22 Verdeling van de korrelgrootte van het sediment in vier categorieën (slib, zeer fijn zand, fijn zand en medium zand) op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003.

3.5.2 Organisch koolstofgehalte

De mediaan van het organisch koolstofgehalte lag op locatie B99A zowel binnen als buiten de plots bij 1,2 %, terwijl dit op locatie B99B 1,0 % was (Fig. 3.23). Echter, het organisch koolstofgehalte buiten de plots was op locatie B99A niet significant hoger dan op locatie B99B (Mann-Whitney U, $P > 0.05$). Op de locaties B93 en BM werd een organisch koolstofgehalte van 0,5 % gevonden (Fig. 3.23). Het laagste koolstofgehalte van 0,3 % werd op locatie BM(bl) gevonden, terwijl de hoogste waarde van 1,5 % in de Mokbaai werd waargenomen.

Op geen enkele locatie werd een significant verschil tussen binnen en buiten de plots gevonden (Mann-Whitney U, $P > 0.05$).



Figuur 3.23 Organisch Koolstof (%) van het sediment op de verschillende aanplantlocaties in augustus 2003; binnen (grijs) en buiten (wit) de plots.

De organisch koolstofgehalten in de Eems waren lager dan de gehalten op het Balgzand. Bij de reciproke aanplant op de Hond/Paap lag het organisch koolstofgehalte op 0,14 %, terwijl in het natuurlijk veld een mediaan van 0,36 % werd gevonden.

4. Discussie

4.1 Zeegrasaanplant

De resultaten van het transplanteren van Groot Zeegras in 2003 waren hoopgevend. Ondanks dat enkele aanplanten na twee maanden waren verdwenen, hielden aanplanten op andere locaties stand tot het inzetten van de herfst (Fig. 3.1). Vooral op locatie B93 wisten de planten zich tot ver in oktober te handhaven. Dit in tegenstelling tot de resultaten van het herintroductieproject uit het jaar 2002 (van Pelt *et al.* 2003). In dat jaar werden twee aanplanten uitgevoerd, waarbij het merendeel van de planten na 8 weken was verdwenen.

De ontwikkeling van de planten op locatie B99 was opmerkelijk (Fig. 3.1). De sterke afname op locatie B99A in september is zeer waarschijnlijk toe te schrijven aan de afbraakprocessen, die door de vele macro-algen die op deze locatie aanspoelden in gang werden gezet. Ook het relatief hoge organische stofgehalte op deze locatie kan een aanzet tot vroeg inzetten van afbraakprocessen zijn geweest (Fig. 3.23). Dit gebeurde mogelijk ook met de planten op locatie B99B. Opmerkelijk hier is echter de flinke teruggang van de planten in begin juli. Aangezien deze twee locaties slechts enkele tientallen meters van elkaar verwijderd zijn, zou men verwachten dat een dergelijke teruggang ook op locatie B99A waar te nemen geweest zou zijn. Hier werd juist op dat moment een zeer stabiele populatie aangetroffen (Fig. 3.1). Wel lagen enkele van de plots op locatie B99B langs een priel die direct met de hoofdgeul op het Balgzand verbonden is. Mogelijkerwijs hebben de planten tijdens het seizoen 2003 op B99B daar onder te lijden gehad. Echter, op deze locatie groeiden sinds 1999 jaarlijks tussen de 10 en 25 planten (van Pelt *et al.* 2003).

Het langzaam verdwijnen van de aanplant op de locaties BM, BM(bl) en Mok is waarschijnlijk terug te voeren op de relatief grote diepte waar ze werden aangelegd. In de Mokbaai werden de planten bovendien meestal onder een laagjes sediment aangetroffen. Al deze aanplanten bevonden zich op -20 cm NAP of dieper (Tabel 2.1). In het verleden verdwenen dergelijke aanplanten in de Waddenzee ook op deze diepte (van Katwijk & Hermus 2000). Echter, met extra beschutting overleven de planten op grotere dieptes, bv. op -50 cm NAP op Terschelling (van Katwijk 2003) en achter mosselbanken is op grotere diepte zeegras te vinden in de Waddenzee (Reise 1985). Vandaar dat in 2003 de verwachtingen toch hoog waren voor de locaties BM en Mok. In ieder geval op de onderzochte locaties, was de beschermende functie van de mosselbanken mogelijk niet voldoende om zeegras te herintroduceren.

Ondanks dat een aantal planten zich op de locaties BM en Mok aanvankelijk leken te vestigen en ontwikkelen, kwijnden ze uiteindelijk weg. Het snelst verdwenen de planten bij BM(bl), waar geen enkele beschutting aanwezig was (Fig. 3.1). Het langzamer verdwijnen van de planten op locatie BM zou wel op een beschuttende functie van de mosselbank terug te voeren kunnen zijn. De planten die in de Mokbaai het langst volhielden waren juist die, die ondieper stonden en niet die eventueel beschutting van de oesterbank genoten. Vooral de diepere aanplanten werden vaak onder een dun laagje sediment aangetroffen, hetgeen door hoge turbulentie achter de oesterbank veroorzaakt geweest zou kunnen zijn. Het hoge slibaandeel in het sediment op deze locatie zou hiervan de oorzaak geweest kunnen zijn (Fig. 3.22). Zowel de mossel- als ook de oesterbank boden de aanplanten dus niet het beoogde beschermende effect zodat Groot Zeegras zich op deze locaties permanent zou kunnen vestigen.

Het verschil in succes tussen de plots met hoge en lage dichtheid was aanzienlijk, waarbij de hoge dichtheid in significant hogere overleving resulteerde (Tabel 3.1).

Mogelijkerwijs geven de planten elkaar bij een onderlinge afstand van 30 cm meer wederzijdse beschutting tegen golfslag dan bij 50 cm en kunnen ze daardoor beter standhouden. Hoe groter de planten, hoe groter deze wederzijdse beschutting. Op de vliegerfoto is ook te zien hoe er in het midden van de LD plot een gat zonder planten was ontstaan, terwijl de bijbehorende HD plot een egale bedekking vertoonde (Fig. 3.9). Ook is de kans op kruisbestuiving groter als planten dichterbij elkaar staan (Reise 1985). In de Oostzee bleek 20 cm afstand tussen planten onderling gunstiger dan 40 cm (Worm & Reusch 2000). Het lijkt daarom ook zinvol de onderlinge afstand tussen de planten in een plot op maximaal 30 cm te houden. Olesen & Sandjensen (1994) vonden dat natuurlijke veldjes van Groot Zeegras in de Oostzee een goede kans van meerjarige overleving hadden als ze uit meer dan 32 scheuten bestonden. Het aantal planten in de plots van 37 bij aanplant ligt daar ruim boven, maar zou bij een hoger aantal misschien een nog grotere kans op meerjarige overleving op het Balgzand kunnen bieden.

De zeegrasbedekking op de locaties B93 en B99A was relatief hoog met maximaal 80 % (Fig. 3.2), zelfs vergeleken met de 25 % bedekking in het hart van de donorpopulatie in de Eems. Deze hoge bedekking was o.a. terug te voeren op een zeer goede ontwikkeling van de planten na de aanplant. De planten op deze locaties waren dan ook in staat geweest een ruime hoeveelheid bloeistengels te vormen (Fig. 3.3), die in verschillende rijpheidsstadia werden waargenomen (Fig. 3.4). Zaad daarentegen werd vrijwel nooit gevonden. Dit was ook het geval in 2002 op locatie B99, waar de toen aanwezige 26 planten geen zaad geproduceerd leken te hebben (pers. waarn. Hermus). Waarnemingen aan de natuurlijke opkomst in 2003 (Fig. 3.8) bewezen echter, dat er weldegelijk zaad geproduceerd moet zijn geweest. Daarom bestaan er hoge verwachtingen t.a.v. de kieming van Groot Zeegras op locatie B99 in 2004.

Wat betreft ontwikkeling van zaadstengels (Fig. 3.3) en rijping van zaden waren de waarnemingen op locatie B93 goed te vergelijken met die op locatie B99. Op locatie B93 was reeds in 1993 (vandaar de naam) een transplantatie uitgevoerd met een succesvolle ontwikkeling van de planten tijdens het groeiseizoen (van Katwijk & Hermus 2000). In het daarop volgende voorjaar werden geen planten waargenomen en werd vermoed dat de zaden voortijdig kiemden door extreem lage zoutgehalten in januari (van Katwijk 2000). Door de daarop volgende periode van vorst vroren de gekiemde planten waarschijnlijk dood. Ook zouden andere typische eigenschappen van deze locatie, zoals stroming of sedimentkarakteristiek een rol gespeeld kunnen hebben. Zo concludeerden van Katwijk & Wijgangers (2000) dat de kieming positief beïnvloed wordt door een slibrijk sediment met een permanent laagje water. Het blijft dus spannend of het Groot Zeegras op deze locatie in het voorjaar van 2004 zal ontkiemen. In dit opzicht was het interessant dat de lengte (Fig. 3.5) en de breedte (Fig. 3.6) van de scheuten op locatie B93 significant groter waren dan op locatie B99A. De lengte en breedte van de vegetatieve scheuten van de natuurlijke populatie op de Hond/Paap waren gemiddeld 30 cm en 2,7 mm respectievelijk (pers. med. P. Erfstemeijer). Dit zijn vergelijkbare waarden met die op locatie B93 gevonden werden (§ 3.1.4) en zou een indicatie kunnen zijn dat Groot Zeegras zich op deze locatie goed kan ontwikkelen.

De overleving van de planten bij de reciproke aanplant op de Hond/Paap was weliswaar iets hoger dan op de locaties B99A en B93 (§ 3.1.1), de zeegrasbedekking was daarentegen veel lager bij de reciproke aanplant en zelfs in het natuurlijke veld op de Hond/Paap (§ 3.1.2). Het percentage generatieve scheuten was op het Balgzand vergelijkbaar met de waarnemingen in het natuurlijke veld op de Hond/Paap, terwijl de

reciproke aanplant helemaal geen generatieve scheuten produceerde (§ 3.1.3). De epifytenbedekking was op het Balgzand, m.n. op locatie B99, aanzienlijk hoger dan op de Hond/Paap (§ 3.1.5), maar daarvoor was de dichtheid van grazers op het Balgzand ook beduidend hoger dan op de Hond/Paap (§ 3.3.1). Wat betreft macro-algen werden de hoogste dichtheden op locatie B99 gevonden, terwijl de dichtheden op B93 vergelijkbaar waren met die op de Hond/Paap (§ 3.2). De sedimentanalyses lieten zien dat bij de reciproke aanplant het aandeel fijn zand veel hoger en daarmee het slibgehalte lager was dan in het natuurlijke veld op de Hond/Paap en op alle locaties op het Balgzand (§ 3.5.1). De combinatie van bovenstaande resultaten zouden kunnen verklaren dat de aanplanten op locatie B99A en B93 op het Balgzand beduidend beter ontwikkelden dan de reciproke aanplant op de Hond/Paap. Verder waren de onderzochte factoren op locatie B93 het meest vergelijkbaar met die van de donorpopulatie in de Eems, waardoor deze locatie voor de ontwikkeling van een permanente zeegraslocatie zeer geschikt geacht kan worden.

Zoals in de resultatenrapportage 2002 reeds als vermoeden werd geuit (van Pelt *et al.* 2003) bleek locatie B99 een relatief stabiele vestiging van Groot Zeegrass op het Balgzand te vormen. Het zeegras is op enkele plekken in het noordelijke deel van deze locatie ook in 2003 weer zeer talrijk opgekomen. Deze grote uitbreiding van locatie B99 in 2003 moet het resultaat geweest zijn van een succesvolle voorplanting in 2002. Dit gebeurde ondanks het vermoeden dat door het geringe aantal planten en de grote afstand tot elkaar, kruisbestuiving moeizaam tot stand zou komen. Dit had dus in 2002 weldegelijk plaatsgevonden, en waarschijnlijk ook in 2003. De aanplant in 2003 heeft bovendien nog extra planten en zo nieuw genetisch materiaal toegevoegd. Hierdoor werd de kans op inteeltdepressie geminimaliseerd (Reusch 2001) en zo de kans op succesvolle voortplanting verhoogd. Als de omgevingsfactoren gunstig zijn, zouden in 2004 opnieuw veel planten kunnen ontkiemen.

4.2 Biologische omgevingsfactoren

4.2.1 Epifyten en algen

Het feit dat de planten op locatie B93 zich tot aan het inzetten van de herfst konden handhaven (Fig. 3.1) zou mede veroorzaakt geweest kunnen zijn door de relatief gunstige omstandigheden wat betreft epifyten- en macroalgenontwikkeling. Voor zowel de epifytenbedekking op de bladeren van minder dan 5 % (Fig. 3.7) als ook de macroalgenontwikkeling van minder dan 3 % (Fig. 3.10) gedurende de zomer was locatie B93 de gunstigste van alle onderzochte locaties.

Op locatie B99A werd de epifytenbedekking rond de 15 % geschat. Planten deden het hier goed tijdens het seizoen en tevens kwamen hier de meeste wadslakjes voor (Fig. 3.11). Toch zou de vroegtijdige achteruitgang van het aantal planten vanaf eind augustus op deze locatie (Fig 3.1) eventueel aan deze hoge epifytenbedekking te wijten geweest kunnen zijn. Doordat er relatief minder licht voor het zeegras beschikbaar was, zouden afbraakprocessen zich eerder in gang gezet kunnen hebben.

Het aanspoelen van macroalgen op locatie B99, hetgeen door van Pelt *et al.* (2003) reeds werd opgemerkt, lijkt zeker een rol te spelen. In mindere mate op locatie B99A, maar vooral op locatie B99B werden eind augustus 2003 de hoogste macroalgenbedekkingspercentages waargenomen (Fig. 3.10). Locatie B99A lijkt net iets gunstiger te liggen, doordat een kleine verhoging van de wadplaat ten noord-oosten juist

ophoping van macro-algen vertoont en zo het zeegras beschermt (Fig. 3.8). Een deel van locatie B99B daarentegen ligt precies voor een priel waar de algen zich gemakkelijk verzamelen en vervolgens ophopen.

4.2.2 Fauna

Uit de resultaten van de observaties in 2003 bleek dat rotganzen massaal bij het Balgzand arriveerden en even zo abrupt weer vertrokken (Fig. 3.18). Het wordt in het algemeen aangenomen, dat rotganzen op één dag in eind mei of begin juni gezamenlijk hun tocht naar het Noorden beginnen. Het lijkt daarom ook verstandig een aanplant zo te plannen dat het risico van vraat op de aanplant minimaal is. De aanplantdatum 11 juni 2003 leek daarom veilig, aangezien alle rotganzen op het Balgzand al op 22 mei vertrokken waren (Fig. 3.18). Ook andere vogelsoorten kunnen natuurlijk op zeegras foerageren, echter hun aantallen en effecten zijn doorgaans geringer. Eventueel zou de abrupte daling van het aantal planten in juli op locatie B99B (Fig. 3.1) door een toevallige begrazing door vogels te verklaren kunnen zijn. Echter, het zeegrasareaal in het Balgzand blijft voorlopig nog te klein om foeragerende vogels aan te trekken.

Wadslakjes (*Hydrobia ulvae*) hebben een positief effect op de ontwikkeling van de zeegrassen, doordat ze op epifyten grazen (Philippart 1995; Schanz *et al.* 2000). Tevens is hun voorkomen een indicatie voor een beschutte ligging van de locatie (Reise 1985, Schanz *et al.* 2000) hetgeen ook zeegras ten goede komt.

Opnieuw vielen de locaties B99 en B93 positief op, omdat hier de hoogste aantallen wadslakjes gevonden werden (Fig. 3.11 & 3.11). De hoogste wadslakjesdichtheid werd op de meest beschutte locatie B99 gevonden, terwijl op de diepere mosselbank vrijwel geen wadslakjes werden aangetroffen. Ondanks het vergelijkbaar aantal wadslakjes op B99 en B93, was de epifytenbedekking op locatie B99 een stuk hoger dan op B93 (Fig. 3.7).

Ook alikruiken zijn epifytengrazers en hebben daardoor een positief effect op de ontwikkeling van zeegras. Alikruiken werden het gehele seizoen aangetroffen, maar vooral de grote dichtheid op de mosselbank (BM) was opvallend (Fig. 3.13). In juli werden de alikruiken vooral buiten de plots aangetroffen, terwijl in augustus significant meer alikruiken binnen de plots werden gevonden. In juli waren de zeegrasplanten nog niet zo sterk ontwikkeld, zodat de alikruiken hierop intensief konden grazen. In augustus waren de planten blijkbaar een zeer aantrekkelijk substraat geworden. Op locatie B93 werden in augustus vrijwel geen alikruiken meer gevonden (ook niet buiten de plots). Waarschijnlijk was op en rond deze locatie te weinig geschikt substraat (naast het aanwezige zeegras vooral algen) aanwezig, zodat de alikruiken zich op een andere locatie vestigden om te foerageren op epifyten.

Wadpieren kunnen een negatief effect op transplantaties van Klein Zeegras hebben door omwoeling van het sediment (Philippart 1994). Eventueel speelt een dergelijk effect ook bij Groot Zeegras. Uit een door Beukema & de Vlas (1979) opgestelde dichtheidskaart van wadpieren op het Balgzand, bleek dat de hoeveelheid wadpieren rond locatie B93 groter was dan rond locatie B99, hetgeen overeenkomt met de gevonden waarden in de voorliggende studie (Fig. 3.14 & 3.14). Verder komt het aantal wadpieren op alle locaties overeen met dat in natuurlijke zeegrasvelden (van Katwijk *et al.* 2000b). Ook werden er vorig jaar op het Balgzand minder wadpieroepjes in juli gevonden dan aan het eind van de zomer (van Pelt *et al.* 2003). Wadpieren hebben

echter bij de aangetroffen dichtheden waarschijnlijk geen effect op de overleving van Groot Zeegras (van Katwijk *et al.* 2000b).

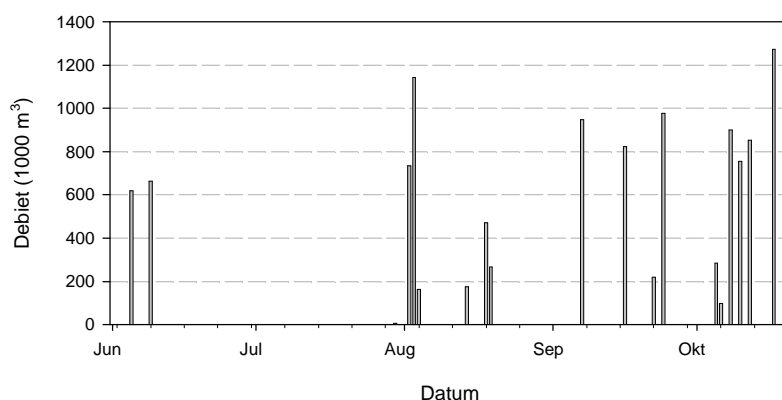
Zagers staan er bekend om zaden van Klein Zeegras te eten (Reise 1985, Hughes *et al.* 2000) en daarom zou dit ook bij Groot Zeegras het geval kunnen zijn. Hoge dichtheden van zagers zouden daarom vooral in de herfst en winter van invloed kunnen zijn op de voortplanting van het zeegras. De in 2003 gevonden dichtheden van ongeveer 300 en 700 individuen/m² op het Balgzand en in de Mokbaai (Fig. 3.16) waren relatief hoog in vergelijking met dichtheden gevonden in 2002 (van Pelt *et al.* 2003). Als zagers inderdaad zaad van Groot Zeegras eten, zou het mogelijk kunnen zijn, dat zagers een significant aandeel van de geproduceerde zaden tot zich nemen en het aantal zaailingen in het voorjaar van 2004 hierdoor wordt verlaagd. De hoge dichtheid van zagers in de Mokbaai zou vooral van invloed kunnen zijn op de kieming in 2004 van de weinige zaden die daar eventueel gerijpt zijn (Fig. 3.4).

Het aantal strandkrabben bij hoogwater op locatie B93 was dusdanig laag (ongeveer 1 m⁻²), dat een negatief effect op een daar aanwezig zeegrasveld niet werd verwacht (Davis *et al.* 1998). Het zijn ook m.n. de volwassen krabben (carapax > 4 cm) die een beschadigend effect kunnen hebben. Aangezien het merendeel van de gevangen krabben tot de kleinere lengteklassen behoorde (Fig. 3.17), werd verwacht dat zelfs op de locaties B99 en BM, waar de dichtheid van de krabben een stuk hoger lag, geen bioturbatie door krabben te vinden zou zijn.

4.3 Fysisch-chemische omgevingsfactoren

De saliniteit van het bodemwater was op alle locaties relatief stabiel en lag meestal rond de 30 ‰ (Fig.3.18). De lagere waarnemingen in de Mokbaai zouden te wijten kunnen zijn aan de kwel die hier aanwezig was. De saliniteitsmetingen zijn slechts éénmalig in augustus gemeten en het zou weldegelijk mogelijk kunnen zijn dat extremere waarden op de aanplantlocaties voorgekomen zijn. Vooral de nabijheid van de spuisluis Oostoever bij het Balgzand zou kortstondig lagere zoutgehaltes op het Blagzand (m.n. locatie B99) kunnen veroorzaken. De spuisluis kan echter alleen bij laag water spuien en daarom zijn effecten op de saliniteit van het bodemwater op de aanplantlocaties waarschijnlijk toch minimaal. De waargenomen zoutgehaltes van 13 tot 36 ‰ vielen ruim binnen de tolerantiegrenzen van Groot Zeegras (Tutin 1938, Luther 1951, Wium-Andersen & Borum 1984).

De abrupte teruggang van het aantal planten op locatie B99A eind augustus en op locatie B99B eerder in het seizoen zou eventueel te maken gehad kunnen hebben met spuiactiviteiten van de sluis bij Oostoever. Echter, er werd in de gehele maand juli en tussen 19 augustus en 7 september niet gespuid (Fig. 4.1). Hierdoor lijken extreem lage saliniteit of slechte waterkwaliteit niet van invloed te zijn geweest op de teruggang van het aantal planten op locatie B99. Daarentegen zou een verklaring voor de teruggang van het aantal planten op locatie B99A aan het eind van het seizoen kunnen zijn, dat de aangespoelde macro-algen afbraakprocessen in gang zetten, waardoor ook het aanwezige zeegras voortijdig werd afgebroken. Het hoge gehalte van organische koolstof in het sediment op locatie B99 (Fig. 3.23) zou deels veroorzaakt kunnen zijn door de macroalgen en een vroege inzet van afbraakprocessen bevorderd kunnen hebben.



Figuur 4.1 Debiet (1000 m³) van spuisluis Oostoever van 1 juni tot 20 oktober 2003 (Bron: RWS).

Wel moet er nog op gewezen worden dat lage saliniteit een kieming van zeegraszaden kan inzetten (b.v. Hootsman *et al.* 1987). Dit speelt dus vooral een rol bij de overwintering van de zaden. Voortijdige kieming van zeegras verhoogt natuurlijk het risico dat de jonge spruiten bij een enkele nachtvorst bevroren. Ook ijsgang kan een afname van zeegrasarealen veroorzaken (Davis & Short 1997, Morelissen 2000). Echter, in de winter van 2002-2003 werd veel ijs langs de dijk van het Balgzand aangetroffen (van Pelt *et al.* 2003) en zou de opkomst van zeegras op locatie B99 toch spectaculair worden. Ook andere zeegraslocaties in de Waddenzee, b.v. in de Eems en bij Terschelling, worden regelmatig door kruierend ijs bedekt terwijl hier toch van oudsher en nog steeds zeegras voorkomt.

Mede als gevolg van het opkomen van enkele planten op één locatie, waar zaadstengels in 2002 werden ingegraven (paragraaf 3.1.8), werd besloten deze methode ook in 2003 toe te passen. Er werd tevens voor gekozen alleen de bloeistengels in te graven en niet de gehele planten. Dit werd reeds door van Pelt *et al.* (2003) voorgesteld en was mogelijk omdat zaadstengels slechts op locatie B93 ingegraven konden worden en alle daarvoor gereserveerde tijd alhier ingezet kon worden. De planten en zaadstengels op locatie B99 waren al grotendeels verdwenen, mogelijk door het optreden van afbraakprocessen (Fig. 3.1). Door alleen de zaadstengels in te graven konden de planten op B93 vrijwel ongestoord blijven, terwijl de zaden toch door een laagje sediment beschermd werden.

Hierdoor werd de locatie maar éénmalig, kort en minimaal verstoord. Eind oktober werden zaadstengels op locatie B93 losgeslagen waargenomen, waarschijnlijk door waterbewegingen.

Groot Zeegras is van nature aangepast aan lage nutriëntconcentraties (Borum *et al.* 1989, Hemminga *et al.* 1991, Pedersen & Borum 1992). Verrijking van de waterkolom met nitraat, ammonium of fosfaat kan zowel leiden tot verhoogde groei (b.v. Bohrer *et al.* 1995, van Katwijk *et al.* 1999) als tot verminderde groei (b.v. Nelsen & Waaland 1997, van Katwijk *et al.* 1997). De ammoniumconcentraties in het bodemwater, waargenomen op het Balgzand, lagen binnen het relatief brede bereik (10 tot 300 $\mu\text{mol/l}$) waarin Groot Zeegras kan groeien (o.a. Hemminga *et al.* 1994, van Lent & Verschuure 1994).

De relatief hogere ammoniumgehalten van het bodemwater op locatie B93 zouden ertoe geleid kunnen hebben, dat de planten hier langere en bredere bladeren ontwikkelden dan op locatie B99 (Fig. 3.5 & 3.6), waar het ammoniumgehalte aanzienlijk lager lag (Fig. 3.20A). Een dergelijk effect van nutriëntenverrijking in sedimenten is vaker waargenomen (o.a. Short 1987, van Lent *et al.* 1995). Bovendien lagen de ortho-fosfaatconcentraties op het Balgzand lager op die plekken waar planten groeiden (Fig. 3.20B) en daarom lijken de planten ortho-fosfaat voor hun groei uit het bodemwater opgenomen te hebben.

5. Conclusies & Aanbevelingen

5.1 Belangrijkste resultaten en conclusies van activiteiten in 2003

- De overleving van de aanplanten op de locaties B93 en B99 was zeer hoog. De planten verdwenen pas aan het eind van het seizoen, nadat ze aanzienlijke hoeveelheden zaadstengels geproduceerd hadden. De combinatie van gunstige biologische en fysisch-chemische parameters maakt m.n. B93 uitermate geschikt voor de herintroductie van Groot Zeegras.
- Het grote verschil in overleving van de aanplanten tussen de locaties B99A en B99B duidt op een grote variatie op kleine schaal. Dit wijst op het belang van risicospreiding in de ruimte en tijd, zodat invloeden van toevallige incidenten op de overleving van alle transplantaties geminimaliseerd worden.
- De overleving van de aanplanten in de Mokbaai en bij de Mosselbank op het Balgzand was zeer laag en alle planten waren na ruim 2 maanden verdwenen. De beschermende werking van de mosselbanken was dus niet voldoende om de aanplanten op deze diepere locaties te ondersteunen.
- Aanplanten met een hoge dichtheid overleefden en groeiden significant beter dan die met een lage dichtheid. De hoge dichtheid heeft dus voor toekomstige aanplanten de voorkeur.
- Het natuurlijke “oude” veld op locatie B99 had in 2003 schattingswijze 500 tot 800 planten op een areaal van 5,1 ha. Dit veld lijkt zich als stabiele Groot Zeegraslocatie te ontwikkelen.

5.2 Aanbevelingen voor de geplande activiteiten in 2004

- In 2004 zal vooral ingezet moeten worden op “versterking door aanplant”. De meest geschikte aanplantlocaties zijn, als resultaat van het werk van de afgelopen twee seizoenen, gevonden en het gros van alle activiteiten van het seizoen 2004 moet zich dus richten op het vergroten van het aantal planten op deze meest geschikte locaties; B93 en B99. Als de natuurlijke opkomst op locatie B99 net zo talrijk wordt als in het jaar 2003, zou de “versterking door aanplant” zich vooral op locatie B93 moeten richten. Op het Balgzand kunnen dan twee zeegrasvelden ontwikkelen, die verdere verspreiding in de westelijke Waddenzee mogelijk maken.
- Aangezien in 2003 de aanplanten met hoge dichtheid een significant betere overleving hadden dan de aanplanten met een lage dichtheid is het verstandig in 2004 alleen met een hoge dichtheid door te gaan. Wel zou overwogen kunnen worden het aantal planten per plot te vergroten, bij gelijkblijvende onderlinge afstand, om zo onderlinge beschutting van planten te ondersteunen en mogelijk de kans op overleven te vergroten.

- Overwogen moet worden of een gunstige locatie ten zuiden van B99B als aanplantlocatie wordt toegevoegd. Op deze locatie werd in 1972 een transplantatie doorgevoerd en werden in 2002 verkenningen uitgevoerd. Hier valt echter niet te monitoren tijdens het broedseizoen, i.v.m. broedende vogels (o.a. rodelijstsoorten) op het Kooyhoekschor. Wel zou het eventueel mogelijk kunnen zijn op deze locatie aan het eind van het seizoen zaadstengels te deponeren.
- Als er ondiepere mosselbanken met een geschikte aanplantlocatie bestaan, zou hier alsnog een aanplant doorgevoerd kunnen worden. Dit zou dan een nieuwe poging zijn om zeegras met natuurlijke beschutting te transplanteren.

6. Dankwoord

Om te beginnen willen wij de vele vrijwilligers bedanken, die het project vooral in het veld, maar ook in het lab, op welke wijze dan ook ondersteund hebben. Te noemen zijn: Peter Klok, Lies Klok, Tobias Knittel, Judith Kochmann, Dorothea Kohlmeier, Geertje de Kort, Dimphy Kuijpers, Suzanne Lubbe, Esther Lucassen, Paul Mollen, Stephanie Nitza, Joost Pietersen, Robin Rasin, Brechje Rijkers, Wouter Suykerbuyk, Annemarie Teunissen, Nancy Verlinden, Arie Vonk en Lisa Wiesmann.

We willen Jan van Dijk, Dirk Kuiper, Bram Fey en Koos Zegers van de Phoca (LNV) speciaal bedanken, omdat zij ons regelmatig naar het Balgzand brachten, zodat we in het broedseizoen onze bemonstering vanaf de zeezijde konden uitvoeren en de mosselbank aan de andere kant van de geul konden bereiken. De bemanningen van de Stern (NIOZ), de Regulus en de Capella (beide RWS DNN) zijn wij ook dank verschuldigd.

Alles zou niet mogelijk zijn geweest zonder de prima samenwerking met het Landschap Noord-Holland, in het bijzonder met Do van Dijck, Meindert Otter, Ron van 't Veer en Jan Zijp. Daarnaast willen we Piet-Wim van Leeuwen bedanken voor zijn bijdrage aan het veldwerk en André Meijboom van Alterra Texel voor het ondersteunen van de macrofaunaanalyses. Henk van der Veer en Hans Witte van het NIOZ willen we bedanken voor het inzetten van hun expertise op het gebied van de krabbenbemonsteringen. Ook zijn we dank verschuldigd aan Klaas Groenveld (Informatiedienst Water RWS DNH) voor het uitvoeren van alle hoogtemetingen op het Balgzand en in de Mokbaai. Germa Verheggen-Kleinheerenbrink en Jelle Eygers en Roy Peters (Aquatische Ecologie KUN) bedanken we voor de assistentie bij het uitvoeren van de chemische analyses van het bodemwater. Vanuit de KUN zijn de activiteiten ondersteund door Freek Bleeker, Stan van Pelt en Martin Versteeg.

Norbert Dankers (Alterra Texel) bedanken we voor zijn brede ondersteuning van het project, waarbij te noemen; het onvermoeid ondersteunen van veldactiviteiten, het begeleiden van studenten die op Texel gestationeerd waren en het organiseren van materialen, transport en personele ondersteuning. Uiteraard hebben we ook dankbaar gebruik gemaakt van Norbert Dankers uitgebreide kennis van schelpdieren en het waddengebied in het algemeen.

Tenslotte willen we de stuurgroep van het project – Ruud Bout (KUN), Zwanette Jager (RIKZ), Martine Otterman (KUN), Marco van Wieringen (RWS DNH)– bedanken voor hun bijdragen aan het project in 2003 (zowel tijdens vergaderingen als op het wad) en voor hun verbeteringen van en aanvullingen op een eerdere versie van dit rapport, evenals de begeleidingscommissie – Sytze Braaksma (LNV Directie Noord), Art Groeneweg (AGI), Dick de Jong (RIKZ), Aante Nicolai (RWS DNN), Jaap de Vlas (RIKZ).

7. Literatuur

- BEUKEMA JJ & DE VLAS J (1979) Population parameters of the lugworm, *Arenicola marina*, living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Neth J Sea Res* 13 (3/4):331-353
- BOHRER T, WRIGHT A, HAUXWELL J & VALIELA I (1995) Effect of epiphyte biomass on growth rate of *Zostera marina* in estuaries subject to different nutrient loading. *Biol Bull (Woods Hole)* 189:260
- BORUM J, MURRAY L & KEMP WM (1989) Aspects of nitrogen acquisition and conservation in eelgrass plants. *Aquat bot* 35:289-300
- DAVIS RC, SHORT FT & BURDICK DM (1998) Quantifying the effects of green crab damage to eelgrass transplants. *Rest Ecol* 6:297-302
- DAVIS RC & SHORT FT (1997) Restoring eelgrass, *Zostera marina* L., habitat using a new transplanting technique: The horizontal rhizome method. *Aquat Bot* 59:1-15
- GIESEN WBJT, KATWIJK MM VAN, HARTOG C DEN (1990) Temperature, salinity, insolation and wasting disease of eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Dutch Wadden Sea in the 1930's. *Neth J Sea Res* 25:395-404
- GOOR ACJ VAN (1919) Het zeegras (*Zostera marina* L.) en zijn beteekenis voor het leven der visschen. *Rapp Verh Rijksinst Visscherij* I(4):415-498
- HARTOG C DEN (1994) Suffocation of a littoral *Zostera* bed by *Enteromorpha radiata* . *Aquat Bot* 47:21-28
- HARTOG C DEN & POLDERMAN PJG (1975) Changes in the seagrass populations of the Dutch Waddenzee. *Aquat Bot* 47:21-28
- HEMMINGA MM & DUARTE C (2000) Seagrass Ecology. *Cambridge University Press*, 298 pp
- HEMMINGA MA, KOUTSTAAL BP, SOELEN J VAN & MERKS AGA (1994) The nitrogen supply to intertidal eelgrass (*Zostera marina*). *Mar Biol* 118:223-227
- HEMMINGA MA, HARRISON PG & LENT F VAN (1991) The balance of nutrient losses and gains in seagrass meadows. *Mar Ecol Prog Ser* 71:85-96
- HENRIKSEN A (1965) An automated method for determining low level concentration of phosphate in fresh and saline waters. *The Analyst* 90:29-34
- HERMUS DCR (1995) Herintroductie van zeegras in de Waddenzee. het verloop van de beplantingen in 1992-1994 & zaadexperimenten. *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*

- HOOTSMANS MJM, VERMAAT JE, VIERSSEN W VAN (1987) Seed-bank development, germination and early seedling survival of two seagrass species from the Netherlands: *Zostera marina* L and *Z. noltii* Hornemann. *Aquat Bot* 28:275-285
- HUGHES RG, LLOYD D, BALL L & EMSON D (2000) The effects of the polychaete *Nereis diversicolor* on the distribution and transplanting success of *Zostera noltii*. *Helgol Mar Res* 54:129-136
- JONGE VN DE (1990) Schade door kokkelvisserij en mosselzaadvisserij aan restanten van zeegrasvoorkomens in Waddenzee en Eems estuarium. *Notitie GWWS-90.12062 Rijkswaterstaat Tidal Waters Division, The Netherlands*
- JONGE VN DE & JONG DJ DE (1992) Role of tide, light and fisheries in the decline of *Zostera marina* L. in the Dutch Wadden Sea. *Neth.Inst.Sea Res.Publ.Ser.* 20:161-176
- KATWIJK MM VAN (2003). Reintroduction of eegrass (*Zostera marina* L.) in the Dutch Wadden Sea, a research overview and management vision. In: Wolff WJ, Essink K, Kellermann A. van Leeuwe M.A. Challenges to the Wadden Sea area, *Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium*
- KATWIJK MM VAN (2000) Possibilities for restoration of *Zostera marina* beds in the Dutch Wadden Sea. *PhD thesis University, Nijmegen*
- KATWIJK MM VAN (1992) Herintroductie van zeegras in de Waddenzee. 1. Mesocosmexperimenten met Groot zeegras (*Zostera marina* L.). *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*
- KATWIJK MM VAN, PELT S VAN & DANKERS N (2002) Herintroductie van Groot zeegras in de westelijke Waddenzee (2002-2006) – Inventarisatie van bestaande kennis, selectie van locaties en plan van aanpak. *Department of Environmental studies, University of Nijmegen. Werkdocument RIKZ/OS/2002.609x*
- KATWIJK MM VAN & HERMUS DCR (2000) Effects of water dynamics on *Zostera marina*: transplantation experiments in the intertidal Dutch Wadden Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 208:107-118
- KATWIJK MM VAN, HERMUS DCR, JONG DJ DE, ASMUS RM, JONGE VN DE (2000a) Habitat suitability of the Wadden Sea for restoration of *Zostera marina* beds. *Helgol Mar Res* 54:117-128
- KATWIJK MM VAN & WIJGERGANGS LJM (2000) Enkele voorwaarden voor kieming en zaailingontwikkeling van Groot zeegras (*Zostera marina*). *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*
- KATWIJK MM VAN, WIJGERGANGS LJM & HERMUS DCR (2000b) Standplaatsonderzoek Groot zeegras (*Zostera marina* L.). Vergelijking van vier Nederlandse zeegrasvelden. *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*

- KATWIJK MM VAN, SCHMITZ GHW, GASSELING AM & AVESAATH PH VAN (1999) The effects of salinity and nutrient load and their interaction on *Zostera marina* L. *Mar Ecol Prog Ser* 190:155-165
- KATWIJK MM VAN, VERGEER LHT, SCHMITZ GHW & ROELOFS JGM (1997) Ammonium toxicity in eelgrass *Zostera marina*. *Mar Ecol Prog Ser* 157:159-173
- KROM M (1980) Spectrophotometric determination of ammonia; a study of modified Berthelot reaction using salicylate and dichloroisocyanurate. *The Analyst* 105:305-316
- LENT F VAN, VERSCHUURE JM & VEGHEL MLJ VAN (1995) Comparative study on populations of *Zostera marina* L. (eelgrass): In situ nitrogen enrichment and light manipulation. *J Exp Mar Biol Ecol* 185:55-76
- LENT F VAN & VERSCHUURE JM (1994) Intraspecific variability of *Zostera marina* L. (eelgrass) in the estuaries and lagoons of the southwestern Netherlands:II. Relation with environmental factors. *Aquat Bot* 48:59-75
- LUTHER H (1951) Verbreitung und Oekologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland. *Acta Bot Fenn* 50:1-72
- MORELISSSEN B (2002) De ontwikkelingen van zeegras in de Nederlandse Waddenzee. *Middelburg, Rijksinstituut voor Kust en Zee, 50 pp.*
- NELSON TA & WAALAND JR (1997) Seasonality of eelgrass, epiphyte, and grazerbiomass and productivity in subtidal eelgrass meadows subjected to moderate tidal amplitude. *Aquat Bot* 56:51-74
- O'BRIEN J (1962) An automated analysis of chlorides in sewage wastes. *Eng* 33:670-672
- OLESEN B & SANDJENSEN K (1994) Patch dynamics of Eelgrass *Zostera marina*. *Mar Ecol Prog Ser* 106:147-156
- PEDERSEN MF, BORUM J (1992) Nitrogen dynamics of eelgrass *Zostera marina* during a late summer period of high growth and low nutrient availability. *Mar Ecol Prog Ser* 80:65-73
- PELT S VAN, KATWIJK MM VAN & DANKERS N (2003) Herintroductie van Groot zeegras in de westelijke Waddenzee (2002-2006) – Aanplant Groot zeegras op het Balgzand, juli 2002. *Department of Environmental studies, University of Nijmegen.*
- PHILIPPART CJM (1995) Effects of shading on growth, biomass and population maintenance of the intertidal seagrass *Zostera noltii* Hornem in the Dutch Wadden Sea. *J Exp Mar Biol Ecol* 188:199-213
- PHILIPPART CJM (1994) Interactions between *Arenicola marina* and *Zostera noltii* on a tidal flat in the Wadden Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 111:251-257

- POLDERMAN PJG & HARTOG C DEN (1975) De zeegrassen in de Waddenzee. *K Ned Natuurh Veren Wet Meded* 107:1-32
- REISE K (1985) Tidal Flat Ecology. An Experimental Approach to Species Interactions. *Ecological Studies* 54, Springer-Verlag Berlin
- REUSCH TBH (2001) Fitness-consequences of geitonogamous selfing in a clonal marine angiosperm (*Zostera marina*). *J Evol Biol* 14:129-138
- SCHANZ A, POLTE P, ASMUS H & ASMUS R (2000) Currents and turbulence as a top-down regulator in intertidal seagrass communities. *Biol Mar Medit* 7:278-281
- SHORT (1987) Effects of sediment nutrients on seagrasses: literature review and mesocosm experiment. *Aquat Bot* 27:41-57
- STUMM W & MORGAN JJ (1981) Aquatic Chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. *John Wiley & Sons, New York*
- TUTIN TG (1938) The autecology of *Zostera marina* in relation to its wasting disease. *New Phytol* 37:50-71
- WIUM-ANDERSEN S & BORUM J (1984) Biomass variation and autotrophic production of an epiphyte-macrophyte community in a coastal Danish area: I eelgrass (*Zostera marina* L.) biomass and net production. *Ophelia* 23:33-46
- WORM B & REUSCH TBH (2000) Do nutrient availability and plant density limit seagrass colonization in the Baltic Sea? *Mar Ecol Prog Ser* 200:159-166

Bijlage 1 Breedte- en lengtegraden van de aanplantlocaties

Locatie	Breedte	Lengte	Locatie	Breedte	Lengte
B99A-1	52 55.44	4 48.00	B99B-1	52 55.30	4 48.17
B99A-2	52 55.45	4 47.99	B99B-2	52 55.29	4 48.17
B99A-3	52 55.47	4 47.96	B99B-3	52 55.26	4 48.17
B99A-4	52 55.48	4 47.96	B99B-4	52 55.25	4 48.16
B99A-5	52 55.53	4 47.91	B99B-5	52 55.25	4 48.18
B99A-6	52 55.54	4 47.90	B99B-6	52 55.30	4 48.16
B93-1	52 54.50	4 50.08	B93-4	52 54.46	4 50.12
B93-2	52 54.51	4 50.11	B93-5	52 54.47	4 50.15
B93-3	52 54.51	4 50.14	B93-6	52 54.47	4 50.20
BM1	52 55.91	4 49.23	BM(bl)1	52 55.95	4 49.28
BM2	52 55.91	4 49.27	BM(bl)2	52 55.94	4 49.36
BM3	52 55.91	4 49.31	BM(bl)3	52 55.93	4 49.41
BM4	52 55.90	4 49.35			
BM5	52 55.89	4 49.41			
BM6	52 55.88	4 49.40			
MOK1	53 00.27	4 45.59	MOK7	53 00.22	4 45.47
MOK2	53 00.29	4 45.59	MOK8	53 00.23	4 45.46
MOK3	53 00.30	4 45.60	MOK9	53 00.25	4 45.43
MOK4	53 00.31	4 45.55	MOK10	53 00.23	4 45.38
MOK5	53 00.30	4 45.55	MOK11	53 00.24	4 45.36
MOK6	53 00.28	4 45.54	MOK12	53 00.26	4 45.34

