

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

Aanplant Groot zeegras op het Balgzand juli 2002



januari 2003

Drs. S. van Pelt
Dr M.M. van Katwijk

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

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

*Aanplant Groot zeegras op het Balgzand
juli 2002*

31 januari 2003

Drs. S. van Pelt
Dr M.M. van Katwijk

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

Email: mvkatwyk@sci.kun.nl

Voorwoord

Dit rapport vat de resultaten samen van een onderzoek uitgevoerd door Afdeling Milieukunde van de Katholieke Universiteit Nijmegen in de periode juli-september 2002, welke heeft plaatsgevonden in opdracht van Rijkswaterstaat directie Noord-Holland (opdrachtnummer 99211079). Deze opdracht is een aanvulling op het project “Herintroductie van Groot zeegras in de westelijke Waddenzee” (RKZ-912), uitgevoerd door de afdeling Milieukunde (KUN) in samenwerking met Alterra Texel, in opdracht van RIKZ en Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland.

Colofon

*Van Pelt S, van Katwijk MM (2003).
Herintroductie Zostera marina in
de westelijke Waddenzee (2002-
2006). Aanplant Groot zeegras op
het Balgzand – juli 2002. Afdeling
Milieukunde, Katholieke
Universiteit Nijmegen.*

*Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
Directie Noord-Holland (RWS
DNH)*

*Uitvoering: Katholieke Universiteit
Nijmegen (KUN)*

*Kader: Maatregelenprogramma
Waddenzee, maatregel N17*

Publicatiedatum: februari 2003

Bijdragen van derden: zie dankwoord

*Contactpersoon: M. van Katwijk,
Afdeling Milieukunde, Faculteit
der Natuurwetenschappen,
Wiskunde en Informatica, KUN,
Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen,
mvkatwyk@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 Huidige opdracht	10
1.3.1 Achtergrond	10
1.3.2 Doelstelling	10
2 Materiaal en Methoden	11
2.1 Locatieselectie	11
2.1.1 Regionale schaal	11
2.1.2 Locale schaal	11
2.1.3 Juli-aanplant	11
2.2 Transplantatie	12
2.2.1 Donorpopulatie en verzamelwijze	12
2.2.2 Reciproke aanplant	12
2.2.3 Uitplanten	12
2.3 Monitoring	13
2.4 Analyses	13
2.4.1 Overleving aanplant juli 2002 ten opzichte van juni 2002	13
2.4.2 Vergelijking met overleving aanplanten in het verleden	14
3 Resultaten	15
3.1 Overleving transplantatie juli in vergelijking met juni en reciproke aanplant	15
3.2 Algemene observaties gedurende monitoringswerkzaamheden	16
3.2.1 17 juli	16
3.2.2 31 juli	16
3.2.3 19 september	17
3.2.4 Reciproke aanplant	17
3.3 Waterstand	17
3.3.1 Waterstand monitoringsdagen	17
3.3.2 Waterstand en wind juli	17
3.4 Weergegevens versus overleving aanplant 2002 en eerdere aanplanten	18
3.4.1 Overleving aanplanten	18
3.4.2 Overzicht klimatologische omstandigheden	19
3.4.3 Invloed weersomstandigheden op overleving	19
4. Conclusies & Discussie	21
4.1 Historische aanplanten	21
4.2 Aanplant juni 2002	21
4.3 Aanplant juli 2002	21
4.3.1 Weersomstandigheden	22
4.3.2 Ongunstig tijdstip	22
4.3.3 Ongeschiktheid locatie	23
4.4 Reciproke aanplant	24
5 Aanbevelingen	25
6 Dankwoord	27
7 Referentielijst	29
Bijlage 1 – Verzamelpunten	31
Bijlage 2 – Overleving aanplant juli	33

Samenvatting

Groot zeegras (*Zostera marina* L.) speelt een belangrijke rol in het Waddenzee-ecosysteem. In de jaren 1930 is het grotendeels verdwenen. In die periode werd de afsluitdijk aangelegd, maar trad ook een zeegrasziekte op in het gehele Noord-Atlantische gebied. Door verslechterde milieuomstandigheden heeft het zich vervolgens niet kunnen herstellen in de westelijke Waddenzee. Sinds eind jaren tachtig van de vorige eeuw zijn delen van de Waddenzee waarschijnlijk wel weer geschikt en wordt getracht door middel van transplantaties nieuwe, stabiele vestigingen te verkrijgen. Dit draagt bij aan herstel van natuurwaarden in de Waddenzee, ecologisch gezien belangrijk, en om die reden ook een doelstelling van Rijkswaterstaat.

In juli 2002 is een aanplant van 600 *Z. marina* planten uitgevoerd op het Balgzand, in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland. Een eerdere aanplant in juni was namelijk mislukt als gevolg van een verkeerde aanplantdiepte ten gevolge van een meetfout in NAP-hoogtemetingen. Hoewel een aanplant in juli minder gunstig is dan in juni (zeegras bevindt zich op dat moment midden in het groeiseizoen en reproductieve fase, waardoor relatief minder energie beschikbaar is voor vestiging en fysiologisch herstel na transplantatie), zijn eerdere ervaringen met transplantaties in juli niet ongunstig gebleken. Om deze reden werd een juli-aanplant toch verantwoord geacht.

Drie weken na de aanplant in juli was de overleving minder dan 15%. Vermoedelijk heeft dit te maken met de aanhoudende wind uit de meest geëxponeerde hoek, het noorden, gedurende de eerste 10 dagen na aanplant. Dit leidt meestal tot een hogere waterdynamiek en troebelheid. Tevens hebben we een verhoging van de waterstand op het Balgzand waargenomen, waardoor de duur van blootstelling aan bovengenoemde waterdynamiek is verhoogd, wat een negatief effect heeft op de overleving van Groot zeegras. Dit is in eerdere experimenten aangetoond. Het iets minder gunstige aanplanttijdstip, zie boven, heeft de slechte overleving van het zeegras waarschijnlijk bevorderd.

Bij zeegrasaanplant zal altijd rekening dienen te worden gehouden met toevallige klimatologische omstandigheden. Om deze reden is het in het project "Herintroductie van Groot zeegras in de westelijke Waddenzee 2002-2006" een risicospreiding in de ruimte en in de tijd opgenomen. Om die reden zullen volgens plan opnieuw transplantaties worden uitgevoerd in 2003.

Omdat de transplantaties in 2002 niet goed zijn verlopen, kan niet uitgesloten worden dat de geselecteerde plek niet gunstig genoeg is. De plek verschilt in een aantal kleine opzichten van locaties waar zeegrastransplantaties gedurende het eerste groeiseizoen of langer succesvol waren. De verschillen hebben met name te maken met de afstand tot de dijk en de daardoor langere periode van afstromend water. In dit rapport wordt gepleit om in 2003 alleen de hoger gelegen delen van de huidige aanplantlocatie te beplanten, en om als tweede aanplantlocatie uit te wijken naar een locatie waar een eerdere zeegrastransplantatie succesvol was.

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, welke 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 (van Katwijk *et al.* 2002).



Figuur 1.1 *Zostera marina* L.

Het zogenaamde robuuste type Groot zeegras was meerjarig en kwam rond de laagwaterlijn en dieper voor. Tot begin jaren 1930 kwam dit type in groten getale voor in de Waddenzee. Een infectieziekte ('wierziekte') en de intensieve bouw van dammen en dijken (met name de Afsluitdijk) droegen bij aan de totale verdwijning van dit type Groot zeegras uit de Waddenzee.

De flexibele vorm van *Z. marina* groeit rond NAP en is begin jaren 1970 sterk afgenomen,

en zelfs volledig verdwenen in de Westelijke Waddenzee.

Door de toegenomen troebelheid, en toegenomen nutriëntenbelasting van het water en intensieve schelpdiervisserij 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 en Wijgengangs 2000, van Katwijk, Wijgengangs en Hermus 2000), te weten zoutgehalte, nutriëntenbelasting en troebelheid van het water, en waterdynamiek (met name de duur van blootstelling). Ook is vastgesteld dat overleving optimaal is 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. Een terugkeer van *Z. marina* in de westelijke Waddenzee past in, en is onderdeel van, het beleid van Rijkswaterstaat waarin gestreefd wordt naar herstel van natuurwaarden in dit voor Nederland unieke gebied. Omdat het robuuste type volledig verdwenen is, wordt in eerste instantie getracht het flexibele type terug te krijgen.

De kans op natuurlijke vestiging van zeegrasspopulaties in dit deel van de Waddenzee is echter klein, vanwege een overheersend oostelijk gerichte 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 de westelijke Waddenzee.

Dit heeft geleid tot het project “Herintroductie Groot zeegras in de westelijke Waddenzee” (RKZ-912), 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. Dit programma loopt tot 2006 (van Katwijk *et al.* 2002).

1.3 Huidige opdracht

1.3.1 Achtergrond

In het kader van bovengenoemd project zijn op 7 juni 2002 1400 zeegrasplanten vanuit een natuurlijke populatie getransplanteerd naar het getijdengebied Balgzand in Noord-Holland. Deze aanplant bleek na enkele weken een te laag overlevingspercentage te hebben om voor verder onderzoek bruikbaar te zijn. Aanvankelijk werd vermoed dat het lage succes een gevolg was van het grote gebied tussen de dijk en de plek van aanplant. Hierdoor blijft bij afgaand water nog gedurende een lange tijd water afkomstig uit dit gebied afstromen langs B1 en B2, ook als het waterniveau ter plaatse volgens de getijdenvoorspelling al onder NAP gezakt zou moeten zijn. Hierdoor is er gedurende een te lange tijd sprake van op de planten werkende waterdynamiek, wat een negatief effect heeft (van Katwijk & Hermus 2000).

Later bleek echter dat de planten 17 cm te diep uitgezet waren als gevolg van een meetfout in de NAP-hoogtemetingen, namelijk tussen NAP –17 en –27 cm in plaats van tussen NAP 0 en –10 cm. Hierdoor kon de verdwijning van de juni-aanplant goed verklaard worden. Eerdere experimenten hadden namelijk al aangetoond dat Groot zeegras zich op deze diepte zonder bescherming maar zelden kan handhaven, vanwege de blootstellingsduur aan waterdynamiek (Hermus 1995, van Katwijk & Hermus 2000).

1.3.2 Doelstelling

Om de continuïteit van de experimenten binnen het project te waarborgen is besloten een kleinere, extra aanplant uit te voeren in juli 2002, maar dan op de juiste hoogte, namelijk tussen NAP 0 en –10 cm NAP. De verwachting was dat de planten zich op deze diepte beter kunnen vestigen en stabiliseren. De planten zouden dan vervolgens de aanplant van juni vervangen binnen het monitoringsprogramma en als basis dienen voor verdere reeds geplande experimenten binnen het project.

Deze aanplant is uitgevoerd en gefinancierd in de vorm van een extra opdracht van Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland, als aanvulling op project RKZ-902. De overleving van de planten is geanalyseerd en vergeleken met de juni-aanplant. Hierbij is ook een analyse worden gemaakt van de weersomstandigheden gedurende de eerste drie weken na aanplant, en deze is vergeleken met de weersomstandigheden bij transplantaties uit het verleden.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Locatieselectie

2.1.1 Regionale schaal

Bij de aanplant in 2002 is gekozen voor de locatie Balgzand, in de kop van Noord-Holland. Deze locatie heeft een beschutte ligging ten opzichte van de grote (vaar)geulen in de Waddenzee en tegen de overheersende wind. Daarnaast is het een voormalige zeegraslocatie: tot de jaren '70 van de vorige eeuw heeft hier een populatie zeegras gestaan (Den Hartog & Polderman 1975). Bovendien zijn eerdere zeegrasaanplanten in dit gebied succesvol geweest gedurende één groeiseizoen, en overleeft een kleine aanplant al sinds 1999. Ook is er hier zoetwaterinvloed, door de nabijheid van de Balgzandkanaalspuisluis en de oostelijke IJsselmeerspuisluis in de Afsluitdijk, en de iets lagere saliniteit van het Marsdiep. Tenslotte is het Balgzand beschermd natuurgebied, waardoor schelpdiervisserij bijvoorbeeld niet toegestaan is. Hiermee voldoet deze locatie aan alle eisen die vooraf waren opgesteld (zie van Katwijk *et al.* 2002).

Het streefbeeld is dat vanuit het Balgzand het aangeplante Groot zeegras zich in de loop der tijd over de rest van de Waddenzee kan uitbreiden. Door zijn positie in het uiterste westen van de Waddenzee is het Balgzand bij uitstek hiervoor geschikt (zie van Katwijk *et al.* 2002).

2.1.2 Locale schaal

Met een aantal zeegras- en waddenexperts (Dick de Jong, Jaap de Vlas, Norbert Dankers, Zwanette Jager, Marieke van Katwijk) is een serie bezoeken gebracht aan het Balgzand om ter plaatse de meest gunstige plekken voor een zeegras aanplant te selecteren. Hierbij is met name gelet op de hardheid van het sediment en eenvormigheid van het landschap, ten behoeve van een optimale worteling van en nutriëntenbeschikbaarheid voor de planten, en een vergelijkbare situatie (qua hoogte en expositie) voor alle aanplant-locaties.

Uiteindelijk zijn hierbij twee vlakken geselecteerd in de zuidhoek van het Balgzand, 'B1' en 'B2' genoemd, waarin op een strook van NAP 0 tot -30 cm een aanplant mogelijk zou zijn. B2 ligt in de uitloper van een grote geul op het Balgzand, terwijl B1 wat directer hieraan ligt (zie van Katwijk *et al.* 2002).

2.1.3 Juli-aanplant

De juni-aanplant bleek te diep te zijn uitgezet, namelijk op gemiddeld NAP -22 cm in plaats van tussen 0 en -10 cm. Op deze diepte overleeft zeegras alleen onder zeer gunstige omstandigheden (Hermus 1995).

De juli-aanplant is daarom uitgevoerd op de oorspronkelijk geplande en optimaal geachte diepte tussen NAP 0 en -10 cm. Om een strook van deze diepte te vinden moesten extra hoogtemetingen gedaan worden. Die hebben plaatsgevonden op 8 juli, en zijn uitgevoerd in samenwerking met Klaas Groenveld, Informatiedienst Water RWS-DNN).

2.2 Transplantatie

2.2.1 Donorpopulatie en verzamelwijze

Met het schip 'Regulus', Rijkswaterstaat Directie Noord Nederland, zijn op 9 juli 2002 7 mensen vervoerd naar de getijdenplaat Hond/Paap, in het Eems-estuarium. Hier zijn in totaal ongeveer 650 planten, verdeeld over twee locaties, verzameld in het aanwezige natuurlijke *Zostera marina*-veld. Deze locaties komen overeen met twee van de drie locaties waarop op 6 juni planten verzameld zijn ten behoeve van de transplantatie van 7 juni. In Bijlage 1 staan de exacte locaties en coördinaten weergegeven.

Bij het verzamelen zijn de planten voorzichtig uitgegraven, waarbij de wortels van zand en klei schoongespoeld zijn met behulp van het aanwezige zeewater. Deze planten werden met aanhangend water in open plastic zakken in een koelbox op een temperatuur van ongeveer 10-15°C vervoerd en bewaard tot het moment van uitplanten.

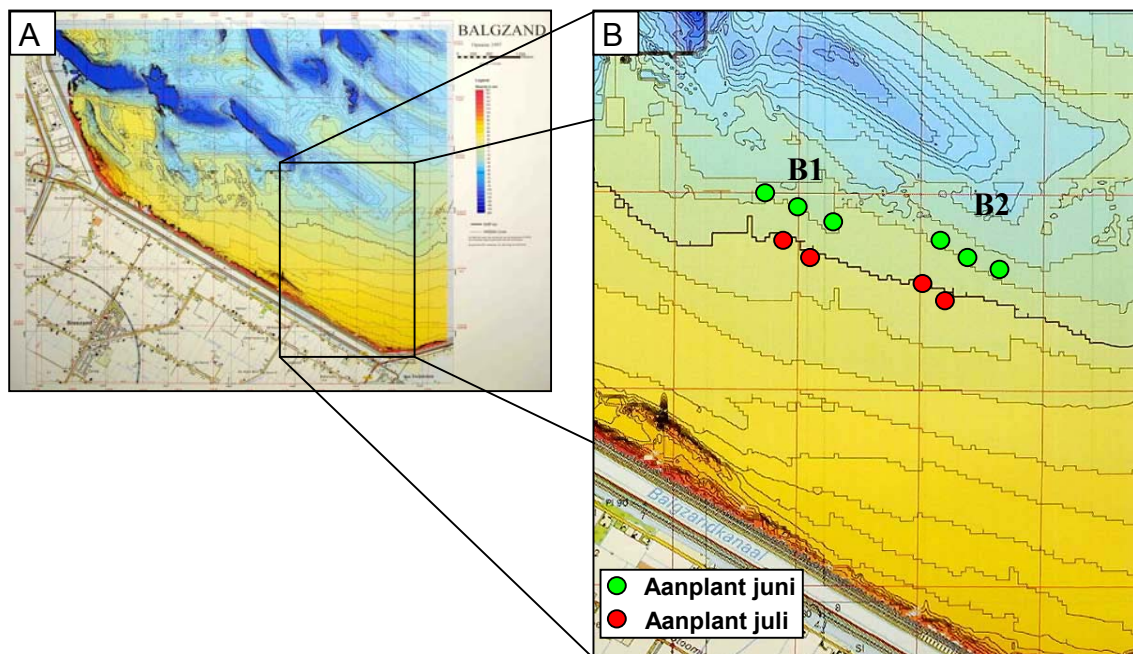
2.2.2 Reciproke aanplant

Om het effect van de transplantatie zelf te testen, zijn twee series van 37 uitgegraven planten uitgeplant op de Hond/Paap, op de verzameldag. Dit gebeurde op een plek waar geen *Z. marina* stond, maar wel in de omgeving. De locaties hiervan zijn ook weergegeven in Bijlage 1. Deze planten zijn dus slechts zeer kort de grond uit geweest in vergelijking met de overige planten. Voor een optimale vergelijking zouden zij ook pas de volgende dag aangeplant dienen te worden. Hiervoor is niet gekozen omdat de toegepaste aanplantmethode zich in het verleden al bewezen heeft (o.a. Hermus 1995, van Katwijk & Hermus 2000).

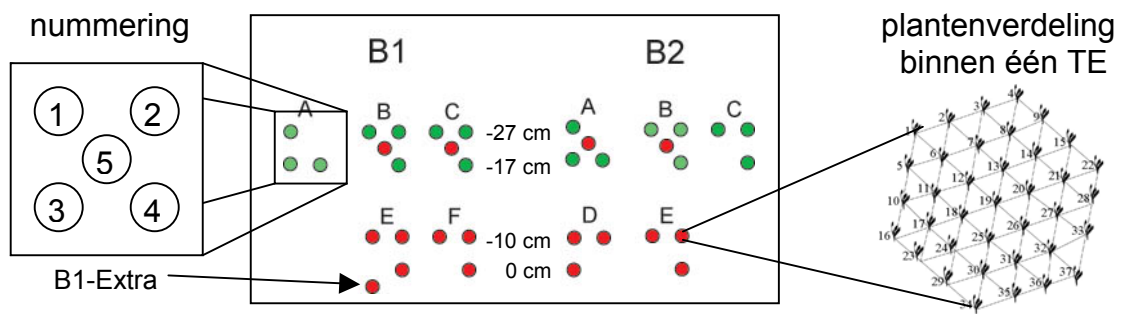
2.2.3 Uitplanten

In Figuur 2.1 is de opzet van de Groot zeegras aanplant van juni en juli 2002 weergegeven.

Op 7 juni 2002 zijn 1332 planten, verdeeld over 36 transplantatie-eenheden (TE's) aangeplant op gemiddeld NAP -22 cm op het Balgzand, verdeeld over twee locaties



Figuur 2.1 Locaties aanplant *Zostera marina* op het Balgzand, 2002. A. Overzicht gebied. B. Uitsnede met locaties aanplant juni en juli. Bron kaart: Rijkswaterstaat



Figuur 2.2 Schematische opzet aanplant 2002. Omdat er planten over waren, werd een extra plot ingezet: B1-Extra. Groen: aanplant juni; rood: aanplant juli.

(B1 en B2) en twee aanplantingsdichtheden (onderlinge afstand 30 cm en 50 cm). Een groen bolletje in Figuur B komt overeen met een serie van 3 combinaties van TE's. Één combinatie betekent één TE met onderlinge afstand van 30 cm en één van 50 cm. Met behulp van de boot 'Omdraai' (Alterra Texel) zijn op 10 juli 8 personen vervoerd naar de beoogde aanplantlocaties van de juli-aanplant. Hier werden in totaal 629 planten aangeplant (rode bolletjes) op NAP 0 en -10 cm (Figuur 2.2), verdeeld over 17 transplantatie-eenheden. Bij deze aanplant stonden alle planten binnen een TE 50 cm uit elkaar. Één rood bolletje in de figuur komt in dit geval overeen met 3 TE's. Figuur 2.2 geeft de ligging van de verschillende TE's van juni en juli ten opzichte van elkaar schematisch weer. Een groen bolletje in de figuur komt overeen met 2 TE's (één van 30 en één van 50 cm); elk rood bolletje is één TE. In juli is ook gekozen voor aanplant van enkele TE's op de juni-locaties, ter controle.

2.3 Monitoring

In de eerste weken na de aanplant werden de planten op de verschillende locaties op het Balgzand gemonitord. Hierbij werd het aantal overlevende planten geteld en algemene observaties gedaan over de lokale omstandigheden. De monitorings-data staan weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Monitoringsdata van de aanplanten van juni en juli 2002, op het Balgzand

Monitoring n°	Aanplant juni		Aanplant juli	
	Datum	dagen na aanplant	datum	dagen na aanplant
1	14 juni 2002	7	17 juli 2002	7
2	26 juni 2002	19	31 juli 2002	21
3	10 juli 2002	33	19 sep 2002	71
4	31 juli 2002	54		

2.4 Analyses

2.4.1 Overleving aanplant juli 2002 ten opzichte van juni 2002

Bij de analyses is in eerste instantie een vergelijking gemaakt tussen de overleving van de getransplanteerde planten van juni en juli. Deze zijn immers het meest vergelijkbaar, aangezien locatie en seizoen bijna identiek zijn. Hierbij is met name gekeken of de

diepte van aanplant invloed had op de overleving. Ook zijn de reciproke aanplanten van beide transplantaties met elkaar vergeleken.

Daarnaast zijn de weersomstandigheden van de eerste drie weken na beide aanplanten geanalyseerd om hun invloed op de resultaten te bepalen. Hierbij is gekeken naar het aantal zonuren, de gemiddelde dagtemperatuur, de gemiddelde windsnelheid en gemiddelde windrichting. Deze gegevens zijn opgevraagd bij het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI).

Tenslotte zijn de gemeten waterstanden van Den Helder in de eerste 3 weken na de juli-aanplant vergeleken met de voorspelde waarden en gerelateerd aan de weersomstandigheden. Deze zijn opgevraagd bij het Rijksinstituut voor Kust en Zee.

2.4.2 Vergelijking met overleving aanplanten in het verleden

Een overzicht is gemaakt van de overleving *Z. marina* transplantaties uit het verleden, namelijk april 1992 (Balgzand en Terschelling) en juni 1993 (idem). Ook deze zijn gecorreleerd aan de weergegevens van de eerste drie weken na aanplant. Hierbij zijn dezelfde variabelen geanalyseerd als bij de analyse van de aanplant van 2002. Ook deze zijn opgevraagd bij het KNMI.

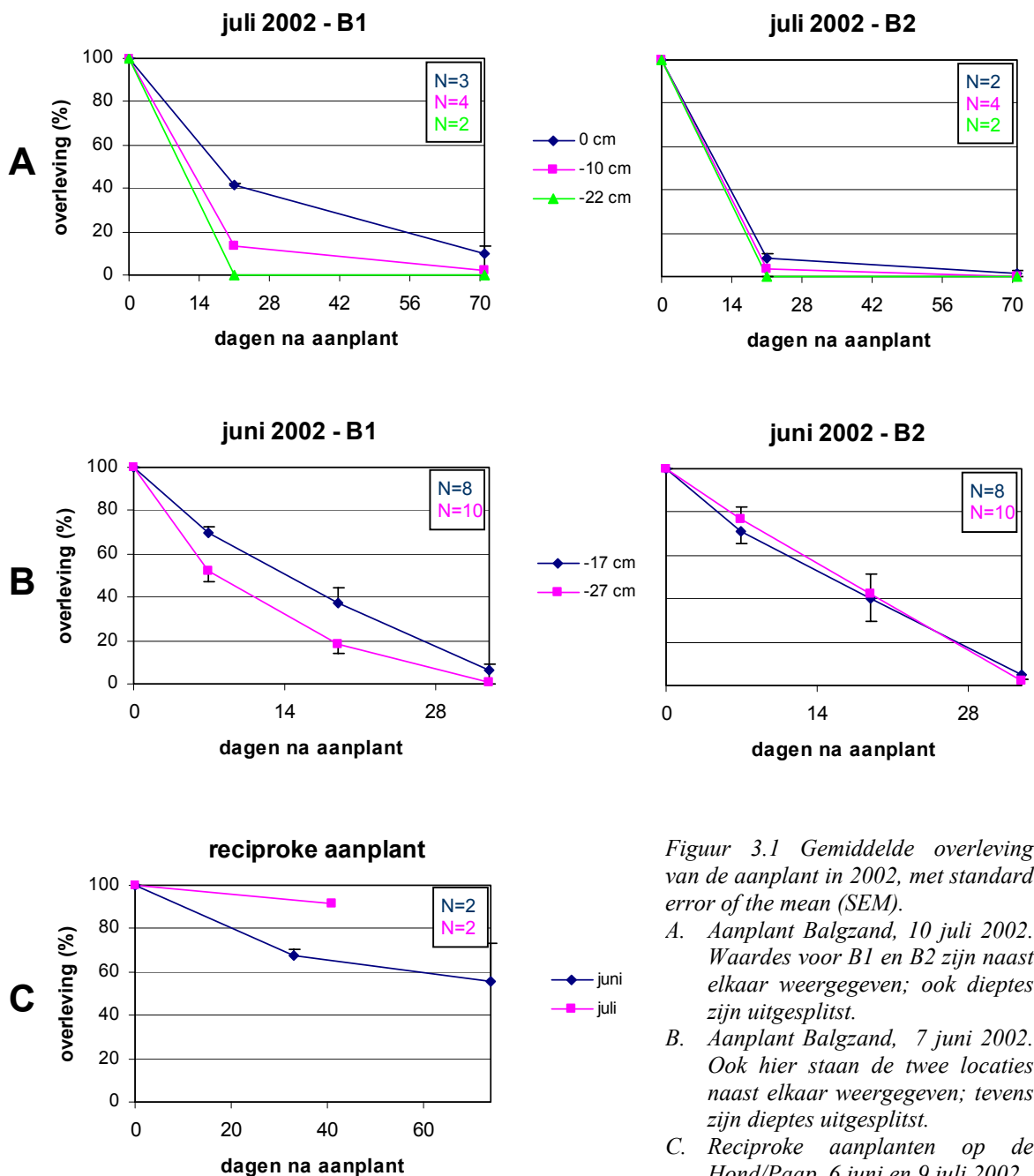
Met deze analyse werd getracht nog duidelijkere verbanden te vinden tussen weersomstandigheden en overleving. Deze dienden als aanvulling ten behoeve van de analyse van de overleving van de aanplant van juli 2002.

3 Resultaten

3.1 Overleving transplantatie juli in vergelijking met juni en reciproke aanplant

In Figuur 3.1A staan de overlevingspercentages van de aanplant van juli 2002 weergegeven.

Na drie weken stond bij B1 nog 41 % van het aantal planten bij NAP 0 cm tegen 14 % bij -10 cm. Bij B2 stond bij NAP 0 cm na 3 weken slechts nog 8 % van de aangeplante hoeveelheid planten, bij -10 cm nog 3%. Na 70 dagen stond bij B1 op NAP 0 cm nog 10% van het oorspronkelijk aantal planten; op alle andere locaties was de overleving op dat moment verwaarloosbaar klein.



Figuur 3.1 Gemiddelde overleving van de aanplant in 2002, met standard error of the mean (SEM).

A. Aanplant Balgzand, 10 juli 2002. Waardes voor B1 en B2 zijn naast elkaar weergegeven; ook dieptes zijn uitgesplitst.

B. Aanplant Balgzand, 7 juni 2002. Ook hier staan de twee locaties naast elkaar weergegeven; tevens zijn dieptes uitgesplitst.

C. Reciproke aanplanten op de Hond/Paap, 6 juni en 9 juli 2002.

De planten op locatie B1 vertoonden na drie weken een significant hogere overleving dan B2 (one-way ANOVA, $P < 0.01$). Ook stonden hier op NAP 0 cm significant meer planten dan op -10 cm (one-way ANOVA, $P < 0.01$). Bij B2 was dit niet het geval (one-way ANOVA, $P > 0.05$). Na 70 dagen waren er geen significante verschillen meer tussen het succes bij B1 en B2 (one-way ANOVA, $P > 0.05$). Wel deden de planten op NAP 0 cm (B1+B2 samen) het significant beter dan die op NAP -10 cm (one-way ANOVA, $P < 0.05$).

Ter vergelijking staat de overleving van de aanplant van juni 2002 weergegeven in Figuur B. De overleving toen was bij B1 op -17 en -27 cm vergelijkbaar met de juli aanplant bij B1 op 0 en -10 cm.

De juni-aanplant bij B2 deed het, in tegenstelling tot de juli-aanplant, aanvankelijk beter dan bij B1. Na drie weken was echter geen verschil in succes waar te nemen tussen B1 en B2.

De juli-aanplant bij -22 cm had, zowel bij B1 als bij B2, een veel slechtere overleving dan de juni-aanplant op dezelfde (gemiddelde) diepte: na drie weken waren alle planten verdwenen (Figuur 3.1A).

In Figuur C is te zien dat de reciproke aanplant van juli een vergelijkbare overleving had als de reciproke aanplant van juni.

In Bijlage 2 staan de overlevingsgetallen van alle afzonderlijke plots weergegeven.

3.2 Algemene observaties gedurende monitoringswerkzaamheden

3.2.1 17 juli

Op 17 juli was het slechts mogelijk om een zeer beperkte monitoring uit te voeren aangezien het water niet afstroomde. Zelfs op het voorspelde laagwatertijdstip stond er nog zo'n 7 cm water op het wad. Dit was echter zeer turbulent en troebel (de bodem was niet zichtbaar), waardoor het aantal aanwezige planten niet geteld kon worden. Op 0/-10 cm waren wel enkele planten zichtbaar, op -22 cm werden geen planten teruggevonden. Een betrouwbare telling kon echter niet uitgevoerd worden.

Er woei er een vrij harde noordenwind op het Balgzand. Dit leek ter plaatse de oorzaak te zijn van de turbulentie en troebelheid: de wind ging recht tegen het afstromend water in. Er leek zelfs een kleine branding aanwezig te zijn ter hoogte van de juni-aanplant op dat moment.

3.2.2 31 juli

Dit was de eerste keer sinds de aanplant op 10 juli dat een echte monitoring werd uitgevoerd. De overgebleven planten waren kleiner dan op het moment van aanplanten. Veel bladeren waren afgebroken of beschadigd. Ook had nog slechts een klein deel bloeistengels (rond de 25%), waar dit eerst meer dan 50% was. Veel planten hadden bruine bladeren (soms tot wel 80%), bedekt met sediment en veel epifyten. Dit was stukken meer dan op het moment van aanplanten (hooguit 20-40%). Ook waren de planten zwak aangezien bij sommigen de bladeren zeer gemakkelijk afbraken. Dit bleek ook uit het feit dat er een aantal plantjes waren waarbij de bladeren allemaal afgebroken waren op 3-10 cm boven het maaiveld. Bij aankomst bij B1-E1 (NAP -10 cm) stond er nog 10-15 cm water. Op dat tijdstip (17.10 u) zou het waterniveau volgens de getijdenvoorspelling tussen de -30 en -40 cm moeten liggen. Na verloop van tijd was het water voldoende ver(der) afgestroomd om te monitoren. Vanwege onweersdreiging werd het verblijf op het wad zo kort mogelijk gehouden.

3.2.3 19 september

De enkele planten die er op deze datum nog stonden waren klein (bladlengte maximaal 20 cm) en hadden geen bloeistengels. Verder zagen ze er groen en gezond uit, met slechts een lage epifytenbedekking (10-20%).

3.2.4 Reciproke aanplant

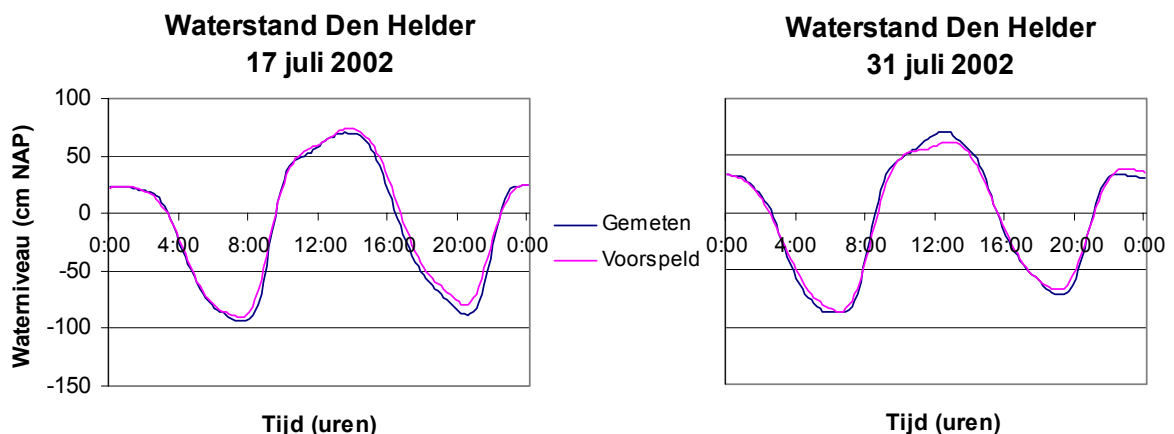
Zowel de reciproke aanplant van juni als die van juli op de Hond/Paap zagen er bij alle monitoringsbezoeken goed uit; ze waren in alle opzichten vergelijkbaar met de 'natuurlijke' planten in de omgeving. Ze waren even lang en hadden gezonde, lange en vertakte bloeistengels met bloemen en zaden.

In vergelijking met de aanplant op het Balgzand waren ze groter en groener (minder epifyten: 10-20%). Het sediment was slijkgiger en er waren veel wadslakjes aanwezig, zowel in de omgeving als op de bladeren. Bovendien vielen alle plekken droog.

3.3 Waterstand

3.3.1 Waterstand monitoringsdagen

In Figuur 3.2 staan zowel het volgens het astronomisch model voorspelde als het werkelijke (gemeten) zeewaterniveau bij Den Helder op de monitoringsdata 17 en 31 juli weergegeven.



Figuur 3.2 Waterstand bij Den Helder op de monitoringsdagen 17 en 31 juli. Zowel de voorspelde (paars) als de werkelijke (blauw) waterstand zijn weergegeven. Bron: RIKZ.

Op 17 juli werd in Den Helder een verlaging gemeten van 16 cm (tweede laagwaterperiode), terwijl er op het Balgzand juist sprake was van sterke verhoging (pers. obs. S. van Pelt, zie 3.2.1). De gemiddelde windrichting was die dag 15° (N), de gemiddelde snelheid 5,4 m/s.

Op 31 juli was er wederom sprake van lichte verlaging bij Den Helder gedurende de tweede laagwaterperiode (9 cm), terwijl op het Balgzand juist lichte verhoging werd waargenomen. Nu was de gemiddelde windrichting 279° (W) en de gemiddelde snelheid 2,8 m/s.

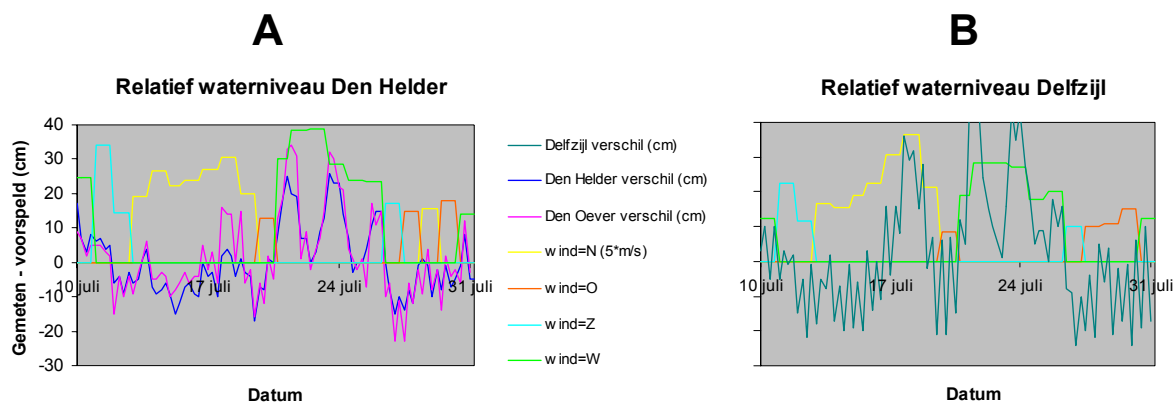
3.3.2 Waterstand en wind juli

Figuur 3.3A geeft de waterstandsverhogingen en -verlagingen weer van de eerste drie weken na de aanplant zoals gemeten bij Den Helder en Den Oever. Hierbij wisselen

hoog- en laagwatergegevens elkaar af (dit betekent in praktijk dus 4 waardes per dag). Daarnaast is in dezelfde grafiek per dag de gemiddelde windrichting weergegeven zoals gemeten bij De Kooy, uitgesplitst in 4 windrichtingen. De hoogte is een maat voor de gemiddelde windsnelheid.

Figuur B is vergelijkbaar met A; hier echter staan de waterstandsgegevens van Delfzijl weergegeven, samen met de windgegevens zoals gemeten in Eelde.

Te zien is dat vanaf de derde dag na de aanplant tot de elfde dag er een continue noordenwind woei, zowel in het westen als in het oosten van de Nederlandse Waddenzee. Tevens valt af te lezen dat alleen bij een westen- of noordwestenwind een grote kans op verhoging te verwachten is, bij alle drie de meetstations. Dit komt echter niet overeen met onze veldwaarnemingen op 17 juli, toen op het Balgzand juist sprake was van een extreme verhoging.



Figuur 3.3 Verskil tussen gemeten en voorspeld hoog- en laagwaterniveaus gedurende de eerste drie weken na aanplant op 10 juli 2002, voor (A) Den Helder (blauw) en Den Oever (paars) en (B) Delfzijl (groen). Positieve waardes betekenen verhoging, negatieve verlaging. Tevens is de daggemiddelde windrichting weergegeven, uitgesplitst in vier windrichtingen. De hoogte correspondeert met 5 maal de windsnelheid in m/s. in (A) staan de windgegevens van De Kooy weergegeven, in (B) die van Eelde. Te zien is dat met name een westenwind kan zorgen voor een verhoogde waterstand bij deze meetstations. Bron: RIKZ en KNMI.

3.4 Weergegevens versus overleving aanplant 2002 en eerdere aanplanten

3.4.1 Overleving aanplanten

In Tabel 3.1 staat een overzicht van de overlevingspercentages van eerdere *Zostera marina* aanplanten op Balgzand en Terschelling (Van Katwijk & Schmitz 1993, Hermus 1995), samen met de overlevingspercentages van de aanplanten van 2002.

Tabel 3.1 Overleving in % (3 weken na aanplant) van Groot zee gras aanplanten op verschillende dieptes

n ^o	Aanplant	Overlevingspercentage			
		NAP 0	NAP -10 cm	NAP -20 cm	NAP -40 cm
1	Balgzand april 1992	2	-	24	22
2	Terschelling april 1992	21	-	8	10
3	Terschelling juni 1992	76	-	58	4
4	Balgzand juni 1993**	45	165*	111*	0
5	Terschelling juni 1993	126*	118*	107*	1
6	Terschelling juli 1993	-	-	100	61
7	Balgzand juni 2002	-	-	34	-
8	Balgzand juli 2002	28	8	0	-

* overlevingspercentages boven 100% geven aan dat er nieuwe scheuten zijn gevormd (Hermus 1995)

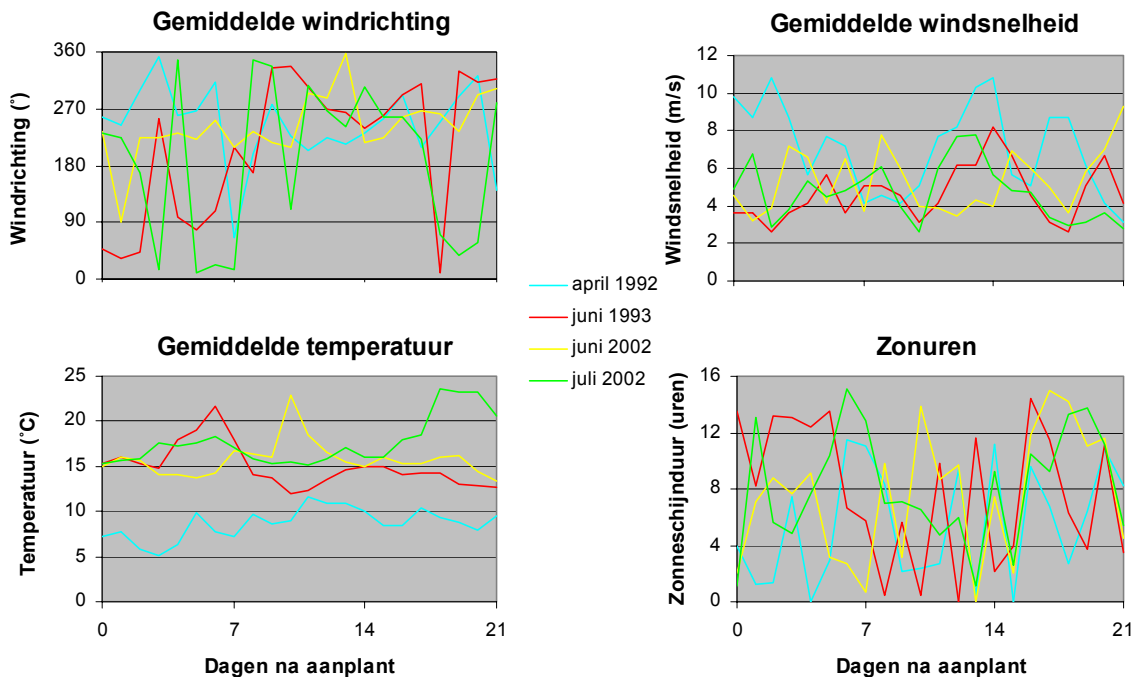
** overlevingspercentages na vier weken

– niet onderzocht in het betreffende experiment

Te zien is dat in april 1992 het succes van de aanplant erg laag was, op alle dieptes, terwijl in juni 1992, en juni en juli 1993 de overleving wel goed was. De aanplanten van 1993 waren succesvol tot een diepte van NAP –20 cm en namen daarna af, terwijl de aanplant van juni 1992 het minder goed deed op NAP –20 cm. Na de winterperiode 1993/1994 werden zowel bij Balgzand als Terschelling alleen bij de locaties van NAP 0 en –10 cm nog kiemplanten aangetroffen (Hermus 1995).

3.4.2 Overzicht klimatologische omstandigheden

In Figuur 3.4 zijn de klimatologische gegevens van de eerste drie weken na zes van de bij 3.4.1 genoemde aanplanten weergegeven (no's 1,2,4,5,7,8). Hierin staan respectievelijk de gemiddelde windrichting, gemiddelde windsnelheid, aantal zonuren en de etmaalgemiddelden van temperatuur uitgezet tegen de dagen na aanplant.



Figuur 3.4 Klimatologische omstandigheden in De Kooy gedurende de eerste drie weken na vier verschillende aanplanten, te weten april 1992 (Balgzand en Terschelling, in blauw), juni 1993 (idem, in rood), juni 2002 (Balgzand, geel) en juli 2002 (idem, groen). Bron: KNMI.

3.4.3 Invloed weersomstandigheden op overleving

De bovenstaande gegevens kunnen globaal samengevat worden zoals weergegeven is in Tabel 3.2. Wat het meest opvalt is de aanvankelijk harde wind in combinatie met een lage temperatuur en zonuren in april 1992. De windrichting in juli 2002 is als ongunstig aangemerkt vanwege de lange aaneengesloten periode van noordenwind. Op het Balgzand is het noorden namelijk de meest geëxponeerde zijde.

Tabel 3.2 Klimatologische omstandigheden (t.o.v. gemiddelde voor de tijd van het jaar) en overleving na verschillende Groot zeegrass aanplanten.

Aanplant	Windrichting	Windsnelheid	Temperatuur	Zonuren	Overleving
Balgzand april 1992	Gemiddeld	Hoog	Laag	Laag	Slecht
Terschelling april 1992	Gemiddeld	Hoog	Laag	Laag	Slecht
Balgzand juni 1993	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld	Goed
Terschelling juni 1993	Gemiddeld	Laag	Gemiddeld	Gemiddeld	Goed
Balgzand juni 2002	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld	Slecht
Balgzand juli 2002	Ongunstig	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld	Slecht

4. Conclusies & Discussie

4.1 Historische aanplanten

De overleving van de aanplanten op Balgzand en bij Terschelling in april 1992 op -20 cm en 0 cm NAP bleek ongeveer vergelijkbaar met de overleving van de planten op Balgzand in juni en juli 2002. De slechte overleving van het Groot zee gras in april 1992 is waarschijnlijk te wijten aan de slechte weersomstandigheden na de aanplant: lage temperatuur, weinig zonuren maar vooral ook een harde wind die langere blootstelling aan golfdynamiek kan veroorzaken, wat niet bevorderlijk is voor de overleving van de planten (van Katwijk & Hermus, 2000).

In juni 1993 daarentegen hadden de aanplanten op Balgzand en Terschelling op zowel 0, -10 als -20 cm NAP een betere overleving dan de aanplanten in 2002.

4.2 Aanplant juni 2002

Hoe dieper planten staan, hoe langer ze blootgesteld worden aan golfdynamiek (van Katwijk, 2001). Dit kan de planten aantasten en dus een oorzaak zijn voor het lage overlevingspercentage van de aanplant van juni. In 1993 was de overleving van het Groot zee gras op Balgzand op NAP -20 cm echter wel goed, namelijk 111 procent na 4 weken. In andere gevallen echter verdween de aanplant vrij snel. Ook zijn na een winterperiode nooit kiemplanten teruggevonden op deze diepte (Hermus 1995). NAP -20 cm is waarschijnlijk een grensgeval: andere factoren bepalen of een plant zich wel of niet kan handhaven. Bij nog grotere dieptes zijn de overlevingskansen ook onder gunstige omstandigheden zeer laag (zie Tabel 3.1).

Eerdere veldexperimenten met beschermende kooien vormen een duidelijke aanwijzing voor de samenhang tussen diepte van de aanplant, waterdynamiek en overlevingskans van een aanplant. Uit veldexperimenten zonder beschermende maatregelen bleek dat de zone waarin aanplant succesvol kan zijn ca. NAP +15 tot -20 cm (van Katwijk en Schmitz 1993, Hermus 1995) terwijl Groot zee gras qua lichtlimitatie moet kunnen groeien in de range van ca. NAP + 30 cm tot NAP -100 cm (van Katwijk & Hermus 2000). Groot zee gras bleek zich met bescherming wel uit te kunnen breiden tot een diepte van NAP -105 cm. De kooien bleken vooral een dempend effect op de waterdynamiek te hebben. Het aanplanten van zee gras beneden -20 cm NAP heeft dus waarschijnlijk alleen zin met een bescherming die enkele jaren in stand blijft tot een gezond en dichtbegroeid zee grasveld is ontstaan. In een groot veld beschermen de planten elkaar onderling tegen waterdynamiek.

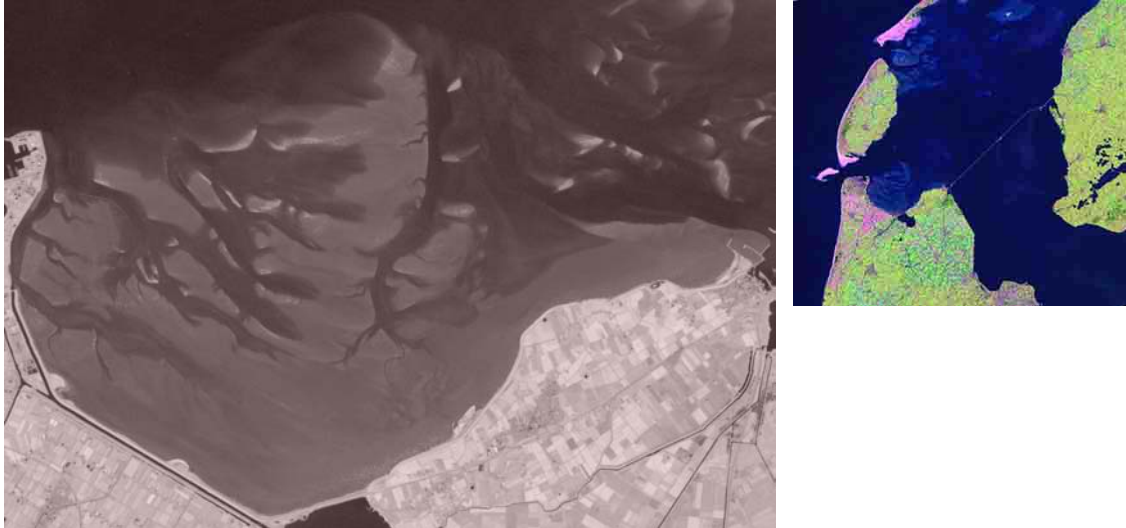
4.3 Aanplant juli 2002

De belangrijkste oorzaak voor het verdwijnen van de aanplant van juli ligt waarschijnlijk in de weersomstandigheden vlak na de aanplant. Dit ongunstig effect werd waarschijnlijk nog versterkt door het tijdstip van aanplanten.

4.3.1 Weersomstandigheden

Gedurende de eerste periode na de transplantatie, waarin de planten nog zeer kwetsbaar zijn, is er sprake geweest van een aanhoudende noordenwind in de Waddenzee, namelijk vanaf de 3^e tot en met de 10^e dag.

Het noorden is de meest geëxponeerde zijde van het Balgzand, zoals ook te zien is in Figuur 4.1. Deze wind zorgt voor een opstuwung van het water in de Balgzand-baai, vanwaaruit geen afstroming mogelijk is in zuidelijke, zuidwestelijke of –oostelijke richting. Dit verklaart de veldwaarneming op 17 juli dat er bij een noordenwind slechts



Figuur 4.1 Satellietbeelden van het Balgzand. Te zien is dat de noordkant de meest geëxponeerde zijde is, met name voor de locatie van onze aanplant (zie ook Figuur 2.1). Bron: Rijkswaterstaat

zeer weinig water afstroomt bij eb. Zowel Den Helder als Den Oever hebben wel afstromingsmogelijkheden in zuidelijke richting, waardoor geen verhoging waargenomen zal worden bij een noordenwind. Een gemeten verhoging of verlaging bij Den Helder dan wel Den Oever betekent dus niet automatisch hetzelfde voor het Balgzand.

Vanwege de expositie naar het noorden, kan een noordenwind meer grip krijgen op het water. Bij afstromend water in tegengestelde richting levert dit turbulentie op indien de waterlaag slechts 1-1,5 dm diep is (pers. comm. D. de Jong). In het veld werd dit waargenomen als een soort branding. Deze grote waterkracht kan een desastreus effect hebben op pas aangeplante zeegrasplanten die daar aan blootstaan. Daarnaast wordt hierdoor de troebelheid van het water verhoogd, vanwege opwervend sediment. Hierdoor worden de planten ook nog eens sterk beperkt in hun fotosynthese. Dit gebeurt niet alleen direct (hogere k-waarde), maar ook indirect, aangezien het slib weer neerslaat op de planten als het water rustiger wordt.

Ook het feit dat de overleving van de controle-aanplant in juli op de juni-locatie stukken lager (namelijk 0%) is dan de juni-aanplant zelf pleit voor bovengenoemde verklaringen.

4.3.2 Ongunstig tijdstip

Biologisch gezien is mei de meest gunstige maand om een zeegras-transplantatie uit te voeren. De planten zijn dan groot en sterk genoeg om zich opnieuw te kunnen vestigen na transplantatie. Juli is een risicovolle periode aangezien de planten zich dan midden in hun groeifase bevinden. Veel energie wordt gestoken in het produceren van bloeistengels en bladgroei. Er is dus relatief minder beschikbaar om opnieuw te kunnen

wortelen na een transplantatie. Bovendien zijn de bovengrondse delen relatief groter, waardoor er relatief en absoluut meer kracht op de wortels wordt uitgeoefend ten gevolge van de waterdynamiek.

Echter, in het verleden hebben wel succesvolle aanplanten in juli plaatsgevonden, zoals bijvoorbeeld in 1993 voor de kust van Terschelling (zie Tabel 3.1, voorts Hermus 1995).

4.3.3 Ongeschiktheid locatie

Naast bovenstaande verklaringen, zijn er ook een aantal andere factoren die zo'n negatieve invloed kunnen hebben op het slagen van de aanplant, dat de locaties B1 en B2 niet geschikt zijn voor een zeegrasaanplant. Deze worden hieronder opgesomd:

1. Eb probleem

Op de locaties B1 en B2 is sprake van een groot achterliggend afstromend gebied, namelijk de zuidhoek van het Balgzand. Daardoor blijft nog lange tijd na het theoretische laagwatertijdstip water afstromen. Onder andere in Figuur 4.1 is te zien dat de afwateringsgeulen (tevens ook vloedgeulen) van het gebied tussen B1/B2 en de Slikhoek (zuid-oosthoek Balgzand, nabij de Van Ewijksluisbrug) door de aanplantlocaties lopen. Hierdoor treedt er gedurende langere tijd waterkrachtwerking op, in vergelijking met een locatie op vergelijkbare diepte vlak aan de dijk. Succesvolle aanplanten in het verleden op het Balgzand – i.e. dat de planten zich in ieder geval gedurende één groeiseizoen konden handhaven – stonden veel dicht bij de dijk dan dit seizoen (50-700 m i.p.v. 1300-1400 m). Deze waren tevens verder richting het noordwesten uitgezet, in de richting van de Balgzandkanaalspuiuis.

2. Vloed-problemen

De locaties B1 en B2 zijn direct gelegen aan de rand van (de uitlopers van) de grote Balgzandgeul. Elke getijdencyclus stroomt hier dan ook veel watervolume langs. Ook is het mogelijk dat het Amsteldiep invloed heeft op de locaties van 2002, vooral bij een noorden- of noordoostenwind. B1 en B2 liggen namelijk in het verlengde van deze geul. Door het faseverschil in getij met de Balgzandgeul zou het in een dergelijk geval kunnen betekenen dat er twee maal een 'vloed'golf langskomt per hoogwaterperiode, wat misschien ook tot turbulentie zou kunnen leiden vanwege botsende waterstromen. Dit is in het veld echter nog nooit door ons waargenomen.

3. Slikkigheid locatie

In vergelijking met de locaties van de (succesvolle) aanplanten in 1993 en 1999 is het sediment bij B1 en B2 wat harder. Dit kan een direct gevolg zijn van de bij 1. en 2. genoemde waterdynamiek. Ook de populatie op de Hond/Paap staat over het algemeen op een wat slikkigere ondergrond. In het veld was te zien dat veel planten in eerste instantie wel geworteld waren. De bladeren scheurden en braken eerst af; vervolgens pas verdween de rest van de plant.

4. Epifyten

In juli werd waargenomen dat de overlevende planten een hoge epifytenbedekking hadden. Dit heeft een groot negatief effect op de fotosynthese. Er zijn ook geen wadslakjes of andere grazers waargenomen, die deze epifyten zouden kunnen consumeren. Deze zijn wel dicht bij de dijk te vinden, onder andere op en nabij de daar aanwezige macroalgen. Deze hoge epifytenbedekking is waarschijnlijk echter eerder een gevolg van de uitgebleven groei van de bladeren dan een oorzaak.

De planten die in september nog aanwezig waren hadden een lagere epifytenbedekking, slechts 10-20%.

5. Zoutgehalte

Eerdere aanplanten bevonden zich dicht bij het zoetwaterinlaatpunt bij de Balgzandkanaalspuihuis. Veldmetingen wezen echter uit dat het bodemwater ook op B1 en B2 een laag zoutgehalte had, rond de 22 PSU. Dit is voor Groot zeegras een gunstig zoutgehalte.

6. Macroalgenbedekking

Uitbundige (macro)algengroei heeft een negatief effect op Groot zeegras. Door hun snelle groei winnen ze de concurrentie om licht. Ook kunnen ze hele stukken sediment bedekken – met eventueel zeegras – dat daardoor anoxisch wordt. Dit seizoen echter was er sprake van slechts een kleine hoeveelheid macroalgen in vergelijking met voorgaande jaren (pers. comm. M. van Katwijk, N. Dankers). De maximale bedekking van macroalgen op de aanplantlocatie was 5%.

4.4 Reciproke aanplant

De reciproke aanplanten van juni en juli op de Hond/Paap hadden een vergelijkbare, goede overleving. Deze was hoger dan die op het Balgzand. Dit kan verschillende oorzaken hebben:

1. Deze planten zijn slechts zeer kort uit het sediment geweest en hebben dus geen negatief effect ondervonden van 24 uur ‘op het droge’, en vervoer. In het verleden echter had de bij deze proef gebruikte verzamel- en transportwijze geen groot negatief effect op de overleving van de planten op de aanplantlocatie. Deze was steeds vergelijkbaar met de reciproke aanplant (Hermus 1995).
2. De planten hebben een beschutte ligging vanwege het omringende zeegrasveld. Deze kan de waterdynamiek laten afnemen. Dat er weinig waterdynamiek is wordt ook bevestigd door de hoge slikgigtheid ter plaatse.
3. Het *Z. marina* veld is midden op de Hond/Paap gelegen, op een rug. Hierdoor is er een betere afwatering bij eb, namelijk naar alle kanten, in vergelijking met de locaties op het Balgzand.
4. Een noordenwind heeft in de Eemsmonding een minder negatief effect. Ten eerste is hier het noordwesten de meest geëxponeerde zijde. Daarnaast stuwt een noordenwind het water niet in één hoek op, maar kan dit grotendeels door de zich langs de plaat bevindende geulen stromen, waardoor het relatief droog blijft op de Hond/Paap. Er zal ook minder sprake zijn van turbulentie, omdat de wind niet recht ingaat tegen de eb-stroom op de plaat.
5. Op de reciprook aangeplante zeegrassen zaten wel veel wadslakjes, deze kunnen epifytengroei tegengaan.

5 Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit rapport is een aantal aanbevelingen opgesteld ten behoeve van toekomstige transplantaties.

Omdat niet éénduidig is of het niet aanslaan van de planten door de noordenwind, tijdstip, locatie of mogelijk een combinatie hiervan veroorzaakt is, raden we het volgende aan¹:

1. Een aanplant dient bij voorkeur eerder dan juli plaats te vinden. In juli kan wel, maar dit brengt grotere risico's met zich mee. Het zou alleen plaats dienen te vinden als het uit noodzaak geboren is, zoals ook in het onderhavige onderzoek.
2. Er moet enige voorbehoud gemaakt worden ten aanzien van de locatie. Hiervoor zou bijvoorbeeld ook op een andere plek een aanplant uitgevoerd kunnen worden, waar het achterliggende afstromende gebied kleiner is, of het hoger is t.o.v. NAP, waardoor een eventuele aanplant minder lang bloot zal staan aan waterdynamiek. Ten noordwesten van B1 liggen locaties die aan deze voorwaarden voldoen. Daar bevindt zich tevens een locatie waar een aantal *Z. marina* planten al sinds 1999 overleven.

Er is vooralsnog geen aanleiding om de transplantatiemethode te wijzigen, aangezien deze in voorgaande experimenten (o.a. in juni 1992 en 1993) wel succesvol was.

¹) deze aanbevelingen zijn voor een deel al verwerkt in de toekomstplannen binnen het lopend project "Herintroductie van Groot zee gras in de westelijke Waddenzee":

1. Er is nadrukkelijk gekozen voor een risicospreiding van de activiteiten in ruimte en tijd, om tegenvallers zoals in onderhavig rapport beschreven op te vangen.
2. In principe zijn alle aanplanten gepland voor juni. Dit is later dan het meest optimale moment voor aanplanten –mei. In die periode zijn echter nog rotganzen aanwezig, die op *Z. marina* kunnen fourageren.
3. In 2003 zal ook een alternatieve locatie getest worden, waar in het verleden (1993) een succesvolle aanplant heeft plaatsgevonden. Op deze locatie, met een kleiner achterliggend gebied dan B1, zijn in september zaden en zaadstengels geplaatst. Daarnaast worden op B1 twee verschillende dieptes getest, te weten NAP +10 en 0cm. Tevens zal waarschijnlijk een aanplant uitgevoerd worden bij bovengenoemde '1999'-locatie.

6 Dankwoord

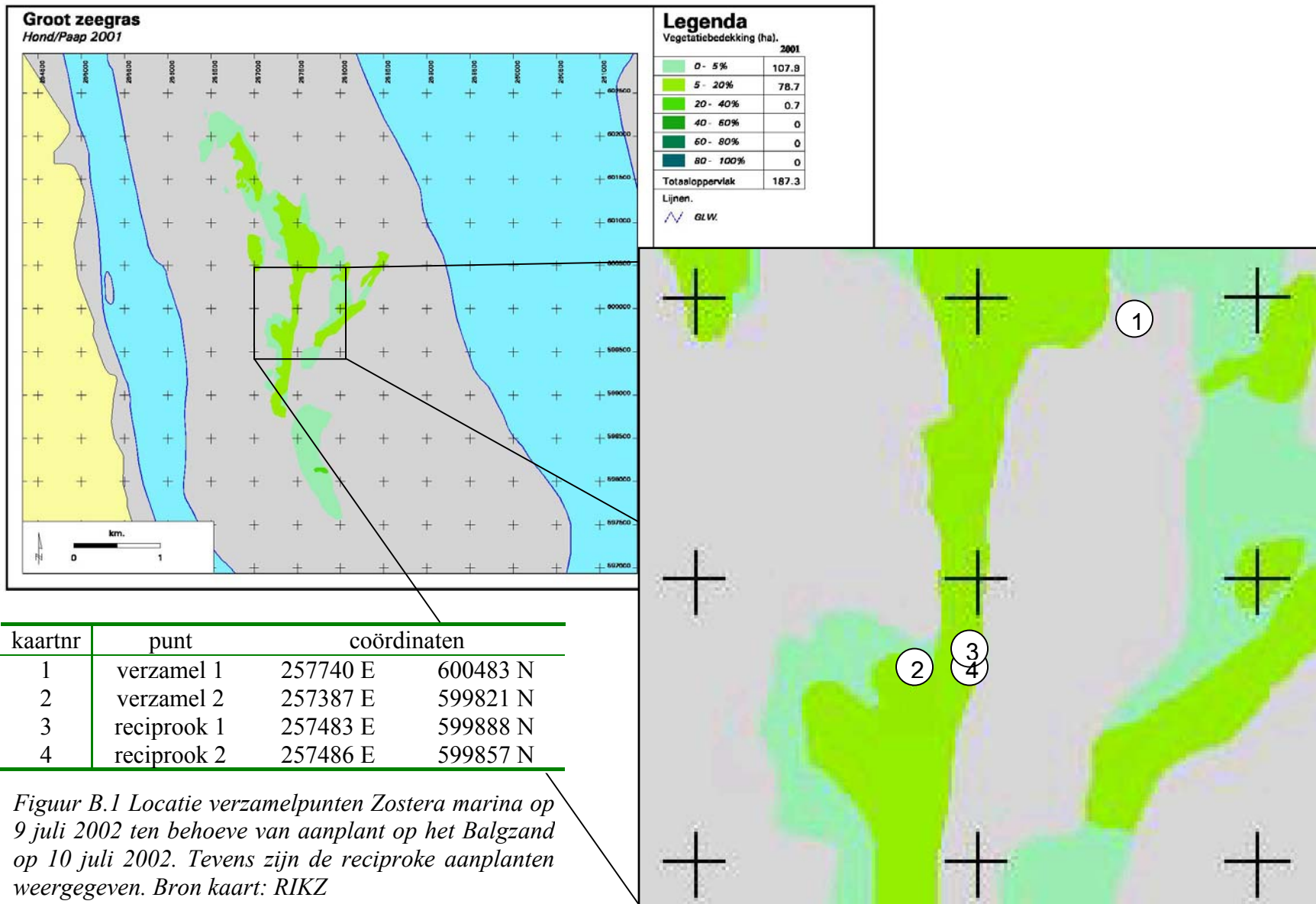
Veel dank zijn wij verschuldigd aan de assistenten in het veld tijdens de transplantatie- en monitoringswerkzaamheden: Karin Hermus, Zwanette Jager, Mieke Jansen, Inge Mutsaers, Gabi Obenhauser, Aukje Olthuis, Rinus van Pelt, Camilla Roos, Ellis Schipper, Marco van Wieringen en Claudia van Zoelen.

Daarnaast willen we Klaas Groenveld (Informatiedienst Water RWS) bedanken voor het uitvoeren van de hoogtemetingen op het Balgzand, en Piet-Wim van Leeuwen (Alterra Texel) en de bemanning van de 'Regulus' (RWS Directie Noord Nederland) voor het vervoer over water op 9 en 10 juli.

Met name willen we Ellis Schipper bedanken voor het uitvoeren van de analyses van de weersomstandigheden na de aanplanten uit het verleden.

7 Referentielijst

- DEN HARTOG C & POLDERMAN PJG (1975) Changes in the seagrass populations of the Dutch Waddenzee. *Aquatic Botany* 47:21-28
- 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*
- VAN KATWIJK MM (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*
- VAN KATWIJK MM (2000) Possibilities for restoration of *Zostera marina* beds in the Dutch Wadden Sea. *PhD thesis University, Nijmegen*
- VAN KATWIJK MM & HERMUS DCR (2000) Effects of water dynamics on *Zostera marina*: transplantation experiments in the intertidal Dutch Wadden Sea. *Marine Ecology Progress Series* 208:107-118
- VAN KATWIJK MM EN SCHMITZ GHW (1993) Herintroductie van Zeegras in de Waddenzee. Beplantingen 1991 en 1992. *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*
- VAN KATWIJK MM EN WIJGERGANGS LJM (2000) Enkele voorwaarden voor kieming en zaailingontwikkeling van Groot zeegras (*Zostera marina*). *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*
- VAN KATWIJK MM, WIJGERGANGS LJM EN HERMUS DCR (2000) Standplaatsonderzoek Groot zeegras (*Zostera marina* L.). Vergelijking van vier Nederlandse zeegrasvelden. *Department of Aquatic Ecology and Environmental Biology, University of Nijmegen*
- VAN KATWIJK MM, VAN PELT S EN 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*



Bijlage 2 – Overleving aanplant juli

locatie	absoluut			relatief (%)		
	10-jul	31-jul	19-sep	10-jul	31-jul	19-sep
B1						
E1	37	7	0	100	19	0
E2	37	5	1	100	14	3
E4	37	15	6	100	41	16
E-Extra	37	16	2	100	43	5
B5	37	0	0	100	0	0
F1	37	5	1	100	14	3
F2	37	3	1	100	8	3
F4	37	15	3	100	41	8
C5	37	0	0	100	0	0
gemiddeld alle dieptes				100	20	4
SEM alle dieptes				0	5,8	1,8

B2						
D1	37	1	0	100	3	0
D2	37	0	0	100	0	0
D3	37	4	1	100	11	3
A5	37	0	0	100	0	0
E1	37	0	0	100	0	0
E2	37	4	0	100	11	0
E4	37	2	0	100	5	0
B5	37	0	0	100	0	0
gemiddeld alle dieptes				100	4	0
SEM alle dieptes				0	1,7	0,3

Totaal (B1+B2)						
gemiddeld alle dieptes				100	12	2
SEM alle dieptes				0	3,7	1,0

Overlevingspercentages opgesplitst per diepte									
juni	diepte (cm)	7-jun		14-jun		26-jun		10-jul	
		gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM
B1	-17	100	0	70	2,7	37	7,0	6	2,9
	-22	100	0	52	4,6	18	4,5	1	0,4
B2	-17	100	0	71	5,8	40	10,1	5	2,6
	-22	100	0	77	5,3	42	9,3	2	0,9
juli	diepte (cm)	10-jul		31-jul		19-sep			
		gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM		
B1	0	100	0	41	0,9	10	3,2		
	-10	100	0	14	2,2	2	0,7		
	-22	100	0	0	0,0	0	0,0		
B2	0	100	0	8	2,7	1	1,4		
	-10	100	0	3	2,6	0	0,0		
	-22	100	0	8	0,0	0	0,0		
reciproke	diepte (cm)	6-jun		9-jul		19-aug			
		gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM	gemiddeld	SEM		
juni		100	0	68	2,7	55	17,6		
juli				100	0	92	0,0		