

# Vestiging van binnendijkse brakwater vegetatie langs de Groninger kust

Vlak achter de Groninger kust is in twee voormalige landbouwgebieden de mogelijkheid onderzocht om hier brakwater vegetatie te herstellen. Omdat de zaadbank in de bodem onvoldoende (geen) doelsoorten bevatte, is er geëxperimenteerd met het inbrengen van achtergebleven plantmateriaal uit de vloedmerken. Is er daarbij verschil in kwaliteit tussen het voorjaars- en najaarsvloedmerk? En wat te doen met de grote kans op distels in deze gebieden? De mogelijkheden voor brakwater vegetatie zijn onderzocht in de Emmapolder en de Klutenplas in Noord Groningen.

## Herstel brakke vegetatie

In de jaren 90 van de vorige eeuw is het Zoetwaterplan Noord Groningen ingesteld met als doel de verzilting van het grondwater in landbouwpercelen achter de zeedijk tegen te gaan. Als gevolg van het inlaten van zoetwater in tocht- en kavelsloten verdween de natuurlijke brakwater vegetatie die met name langs de slootwallen voorkwam en ontstond een scherpe grens tussen de zoetwater vegetatie binnendijks en zoutwater (kwelder) vegetatie buitendijks. Ter compensatie van dit verlies en ter bevordering van een geleidelijker zoet-zoutwaterovergang, heeft de Provincie Groningen voorgesteld 100-150 ha aan landbouwpercelen aan te kopen en in te richten als binnendijkse brakwatergebieden ([www.groningerlandschap.nl](http://www.groningerlandschap.nl)).

Als inrichtingsmaatregel wordt meestal volstaan met het verwijderen van de nutriëntrijke bovenlaag van de voormalige landbouwgrond en het graven van geulen en waterpartijen om de zilte kwelstroom onder de zeedijk door te bevorderen. Verwacht wordt dat de brakwater doelsoorten zich vanzelf in het gebied zullen vestigen wanneer de abiotische omstandigheden hiervoor gunstig zijn. Onduidelijk is echter wat de doelsoorten zijn

(kader 1) en of spontane vestiging van deze soorten een reële verwachting is. Indien de kans op spontane vestiging van doelsoorten gering is, kan gekeken worden of het actief inbrengen van plantmateriaal de ontwikkeling van brakwater vegetatie kan bevorderen.

In het huidige artikel richten wij ons op de volgende vragen:

(1) hoe kunnen we op een zo objectief mogelijke manier tot een doelsoortenlijst



Fig. 1. De ligging van de onderzochte brakwater herstelgebieden Emmapolder en Klutenplas in Noord Groningen.

**Jan Bakker, Mineke Wolters, Marja Smith, Saskia de Vries & Yzaak de Vries**

voor binnendijkse brakwater vegetatie komen? (2) wat is de samenstelling van de zaadvoorraad in de bodem van binnendijkse brakwater herstelgebieden: zijn er nog doelsoorten aanwezig of kunnen er massaal ongewenste akkeronkruiden als distels opkomen? (3) kan door het inbrengen van plantmateriaal de vestiging van doelsoorten worden bevorderd? (4) wat is het effect van bodemsaliniteit, grondwaterstand en bedekking van de aanwezige vegetatie op de vestiging van doelsoorten uit het ingebrachte plantmateriaal? Voor antwoorden op deze vragen zijn twee binnendijkse brakwater herstelgebieden onderzocht (fig.1).

## Twee binnendijkse brakwater herstelgebieden Emmapolder

Ten noorden van Uithuizen is in de Emmapolder (ingedijkt in 1943) een perceel van 20 ha (De Ruidhorn) in 1994 in bezit gekomen van de Vereniging Natuurmonumenten. Om de natuurwaarde van het gebied te verhogen heeft Natuurmonumenten diverse beheermaatregelen genomen. In 1998 zijn een plas en drie slenken aangelegd. Deze plas wordt gedeeltelijk gevoed door het zilte kwelwater dat onder de dijk doorsijpelt. Bovendien is het perceel ingezaaid met graszaad om snelle vestiging van distels te voorkomen. In 2002 is van een groot deel van het perceel de voed-

**Foto 1.** Overzicht Klutenplas met greppelstructuur na oppervlakkige ontgroning (foto: W.E. van Duin).

### Kader 1. Doelsoorten van binnendijkse brakwater vegetatie

Om zo objectief mogelijk het succes van de ontwikkeling van binnendijkse brakwater vegetatie te evalueren, gaan we in op het begrip doelsoorten van brakwater vegetatie. Aan de hand van de ecologische beschrijving in 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al., 1996, 1998) is nagegaan welke plantengemeenschappen kunnen voorkomen in brakke tot zilte milieus. Daarnaast is met behulp van de Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland (Weeda et al., 2002, 2003) onderzocht of deze plantengemeenschappen langs de Groninger kust zijn aangetroffen. Aan de hand van gegevens uit de Landelijke Vegetatie Databank (in beheer bij Alterra/Wageningen UR) is onderzocht welke plantengemeenschappen zijn aangetroffen langs de vastelandkust van Noord-Nederland. Alle 1100 beschikbare vegetatiekundige opnamen uit de periode 1936-1999 zijn met behulp van het programma ASSOCIA geassocieerd op associatieniveau. Deze classificatie is gebruikt om terug te gaan naar de synoptische tabellen in 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al., 1996, 1998). Uitgaande van een frequentie van voorkomen > 50% en voorkomend in de genoemde 1100 opnamen zijn 47 soorten beschouwd als doelsoorten (tabel 1). Weliswaar wordt in de Standaardlijst van de Nederlandse flora per soort de indicatie 'zoet', 'brak' of 'zout' gegeven, maar deze informatie is niet consistent voor alle ecologische groepen waartoe de betreffende soort wordt gerekend (Tamis et al., 2004). Daarom hebben wij doelsoorten aangemerkt als zoet, brak of zout als ze voorkomen in bodems met chloride gehalten van respectievelijk < 0,6 gram Cl<sup>-</sup>/liter, < 1,3 gram Cl<sup>-</sup>/liter, ≥ 1,3 gram Cl<sup>-</sup>/liter (Scherfse, 1987; van Duin et al., 2007). Van de 47 soorten zijn 18 als zoete soorten aangemerkt, 14 als brakke soorten en 15 als zoute soorten (tabel 1).

selrijke bovengrond tot ongeveer 1 meter diepte verwijderd en is in de rest van het perceel de vegetatie deels omgeploegd. In 2003 is opnieuw graszaad gezaaid en is extensieve beweiding met schapen gestart. In najaar 2003 en voorjaar 2004 is op kleine schaal vloedmerkmateriaal ingebracht. Er hebben zich nauwelijks soorten van brakke milieus gevestigd: tot 2006 zijn zeer lokaal Zilte rus, Gewoon kweldergras, Stomp kweldergras, Melkkruid en Zilte schijnspurrie aangetroffen. In de Emmapolder hebben we

	Vloedmerk kas	Vloedmerk veld (n=6)	Controle veld (n=6)	
<b>Zoete soorten</b>				
Geknikte vossenstaart	0	0	0	<i>Alopecurus geniculatus</i>
Pinksterbloem	0	0	0	<i>Cardamine pratensis</i>
Gewone waterbies	0	0	0	<i>Eleocharis palustris</i>
Moeraswalstro	0	0	0	<i>Galium palustre</i>
Mannagras	0	0	0	<i>Glyceria fluitans</i>
Gestreepte witbol	0	0	0	<i>Holcus lanatus</i>
Gewone waternavel	0	0	0	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>
Zomprus	0	0	0	<i>Juncus articulatus</i>
Engels raaigras	63	3.0 ± 1.1 <sup>a</sup>	2.7 ± 1.3 <sup>a</sup>	<i>Lolium perenne</i>
Watermunt	0	0	0	<i>Mentha aquatica</i>
Zompvergeet-mij-nietje	0	0	0	<i>Myosotis laxa cespitosa</i>
Rietgras	0	0	0	<i>Phalaris arundinacea</i>
Grote weegbree	0	1.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.5 <sup>a</sup>	<i>Plantago major</i>
Egelboterbloem	0	0	0	<i>Ranunculus flammula</i>
Kruipende boterbloem	0	0	0	<i>Ranunculus repens</i>
Akkerkers	0	0	0	<i>Rorippa sylvestris</i>
Krulzuring	0	0.5 ± 0.3	0	<i>Rumex crispus</i>
Witte klaver	3	6.5 ± 0.4 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.7 <sup>a</sup>	<i>Trifolium repens</i>
<b>Brakke soorten</b>				
Fioringras	73	2.0 ± 0.7 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	<i>Agrostis stolonifera</i>
Zilte zegge	0	0	0	<i>Carex distans</i>
Strandkweek	14987	8.5 ± 0.3	0	<i>Elytrigia atherica</i>
Kweek	0	0.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	<i>Elytrigia repens</i>
Rietzwenkgras	0	0	0	<i>Festuca arundinacea</i>
Vertakte leeuwentand	0	0	0	<i>Leontodon autumnalis</i>
Riet	0	0	0	<i>Phragmites australis</i>
Ruw beemdgras	131	1.0 ± 0.5 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	<i>Poa trivialis</i>
Gewoon varkensgras	19	9.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	8.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	<i>Polygonum aviculare</i>
Zilverschoon	8	0.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	<i>Potentilla anserina</i>
Bleek kweldergras	0	0	0	<i>Puccinellia distans borealis</i>
Stomp kweldergras	0	0	0	<i>Puccinellia distans distans</i>
Aardbeiklaver	0	0	0	<i>Trifolium fragiferum</i>
Moeraszoutgras	0	0	0	<i>Triglochin palustris</i>
<b>Zoute soorten</b>				
Zulte	425	8.8 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	<i>Aster tripolium</i>
Gewone zoutmelde	151	4.5 ± 1.2	0	<i>Atriplex portulacoides</i>
Spiesmelde	375	8.3 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.5 <sup>b</sup>	<i>Atriplex prostrata</i>
Rood zwenkgras	1	0	0	<i>Festuca rubra</i>
Melkkruid	3	0.3 ± 0.3	0	<i>Glaux maritima</i>
Zilte rus	0	0	0	<i>Juncus gerardi</i>
Lamsoor	52	4.3 ± 0.7 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	<i>Limonium vulgare</i>
Zeeweegbree	77	1.0 ± 0.4 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	<i>Plantago maritima</i>
Gewoon kweldergras	562	0.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	<i>Puccinellia maritima</i>
Zeealsem	249	9.3 ± 0.3	0	<i>Seriphidium maritimum</i>
Engels slijkgras	2	0	0	<i>Spartina anglica</i>
Zilte schijnspurrie	0	0	0	<i>Spergularia marina</i>
Gerande schijnspurrie	1	2.7 ± 1.2	0	<i>Spergularia media</i>
Schorrenkruid	210	6.3 ± 0.9	0	<i>Suaeda maritima</i>
Schorrenzoutgras	0	0	0	<i>Triglochin maritima</i>

**Tabel 1.** Doelsoorten voor de ontwikkeling van brakwater vegetatie, ingedeeld naar zoet, brak en zout (kader 1) met hun aanwezigheid in vloedmerk (totaal van 20 plots van 20 cm x 20 cm) gekiemd in de kas, opkomst in het veld per akker na het inbrengen van vloedmerk (gemiddelde ± standaard fout van zes akkers met elk 10 plots van 1m x 1m) en controle in het veld per akker (gemiddelde ± standaard fout van zes akkers met elk 10 plots van 1m x 1m) in de Klutenplas. Significante (P < 0,05) verschillen zijn aangegeven met verschillende letters.

vooral gekeken naar het effect van bodemsaliniteit en bedekking van de aanwezige vegetatie op de vestiging en handhaving van doelsoorten uit ingebracht plantmateriaal (Smith, 2004).

#### Klutenplas

Het bestaande reservaat de Klutenplas (10 km westelijk van de Emmapolder) van de Stichting Het Groninger Landschap is in 1998 uitgebreid met een perceel van 11 ha.

De uitbreiding maakt deel uit van de in 1947 ingepolderde Linthorst Homanpolder. De bovenste 20 cm van de bouwvoor is verwijderd in 2004 en het perceel is voorzien van evenwijdige greppels op de manier van de buitendijkse kwelderwerken (fig. 6A, foto 1). De greppels fungeren als aanvoer voor een pomp die grondwater oppompt om het hele gebied indien gewenst te inunderen met brak water om de verwachte distels de baas te blijven. Dit gebied bestond bij aanvang van ons onderzoek uit kale grond en was daardoor zeer geschikt voor het bestuderen van de zaadvoorraad van de bodem en het vergelijken van spontane vestiging van doelsoorten en vestiging na het op grote schaal inbrengen van plantmateriaal.

### Samenstelling zaadvoorraad bodem

Om een indruk te krijgen van de aanwezigheid van zowel gewenste als ongewenste soorten in de binnendijkse brakwater herstelgebieden zijn in het recent ontgronde gebied de Klutenplas op 16 maart 2005 verspreid over het gebied tien sets van tien bodemonsters (4 cm diameter en 0-5 cm diep) genomen (fig. 6A). Elke set van tien monsters is over een fijnmazige zeef met water gespoeld om overtollig sediment te verwijderen, waarna het overgebleven materiaal op steriele potgrond in de kas te kiemen is gezet (ter Heerd et al., 1996).

Uit de zaadvoorraad zijn negen soorten opgekomen (tabel 2). Met uitzondering van Melganzenvoet en Hoenderbeet is de gemiddelde dichtheid aan zaden die uit de zaadvoorraad van de Klutenplas zijn opgekomen klein vergeleken met gegevens uit de literatuur. Zoals verwacht bevat de zaadvoorraad geen brakke of zoute doelsoorten. Van de zoete doelsoorten is alleen Witte klaver in geringe aantallen aangetroffen.

### Inbrengen van plantmateriaal

Uit de literatuur is bekend dat het inbrengen van plantmateriaal op ontgronde gebieden positief kan bijdragen aan het herstel van soortenrijke vegetatie (Hölzel & Otte, 2003). Veelal gaat het hierbij om het uitspreiden van maaisel afkomstig uit bestaande natuurgebieden. Langs de Groninger kust komen echter maar weinig gebieden voor met binnendijkse brakwater vegetatie waar maaisel op grote schaal verzameld kan worden.

Een alternatief is het verzamelen van vloedmerk dat vaak bij storm en hoog water buitendijks wordt afgezet en grote dichtheden aan zaden en vegetatieve delen van zoute en brakke soorten bevat (Persicke et al., 1999; Bakker et al., 2001). Het Waterschap verwij-

Gemiddeld aantal kiemplanten

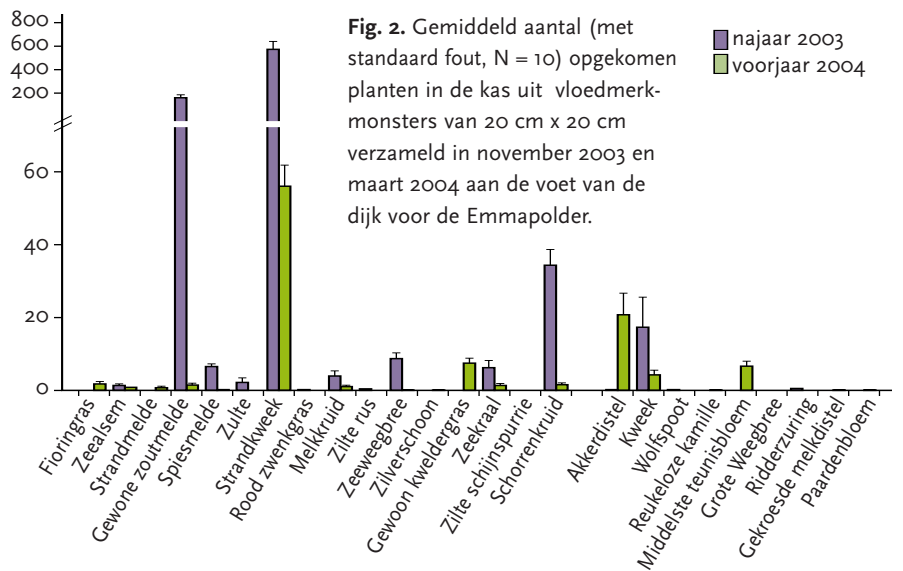


Fig. 2. Gemiddeld aantal (met standaard fout, N = 10) opgekomen planten in de kas uit vloedmerkmontsters van 20 cm x 20 cm verzameld in november 2003 en maart 2004 aan de voet van de dijk voor de Emmapolder.

dert dit vloedmerk om schade aan de zeedijk te voorkomen en het benutten van dit materiaal voor natuurherstel lijkt een voor de hand liggend initiatief.

Voor zowel de Emmapolder als de Klutenplas hebben we onderzocht wat de potentie is van het vloedmerk voor de vestiging van doelsoorten door het materiaal te verzamelen en in de kas te kiemen te zetten. Daarnaast is vloedmerk eerst op kleine schaal in de Emmapolder uitgespreid om de daadwerkelijke vestiging uit dit materiaal te bestuderen en naar aanleiding van positieve resultaten is recent in de Klutenplas op grote schaal vloedmerk uitgespreid. Voor kieming in de kas en het kleinschalig uitspreiden in het veld is een frame van 20 cm x 20 cm op een zo homogeen mogelijke strook vloedmerk gelegd en al het materiaal binnen dit frame is tot op de bodem verzameld en in een zakje gestopt.

### Vloedmerk, bodemsaliniteit en bedekking van aanwezige vegetatie in de Emmapolder

Voor de Emmapolder werd vers vloedmerk verzameld op 5 november 2003 en op 3 maart 2004. Het voorjaarsvloedmerk was lager afgezet dan het najaarsvloedmerk, dus er had geen vermenging plaatsgevonden. Van beide vloedmerken zijn 10 monsters verzameld en in de kas te kiemen gezet. Van het najaarsvloedmerk en het voorjaarsvloedmerk zijn

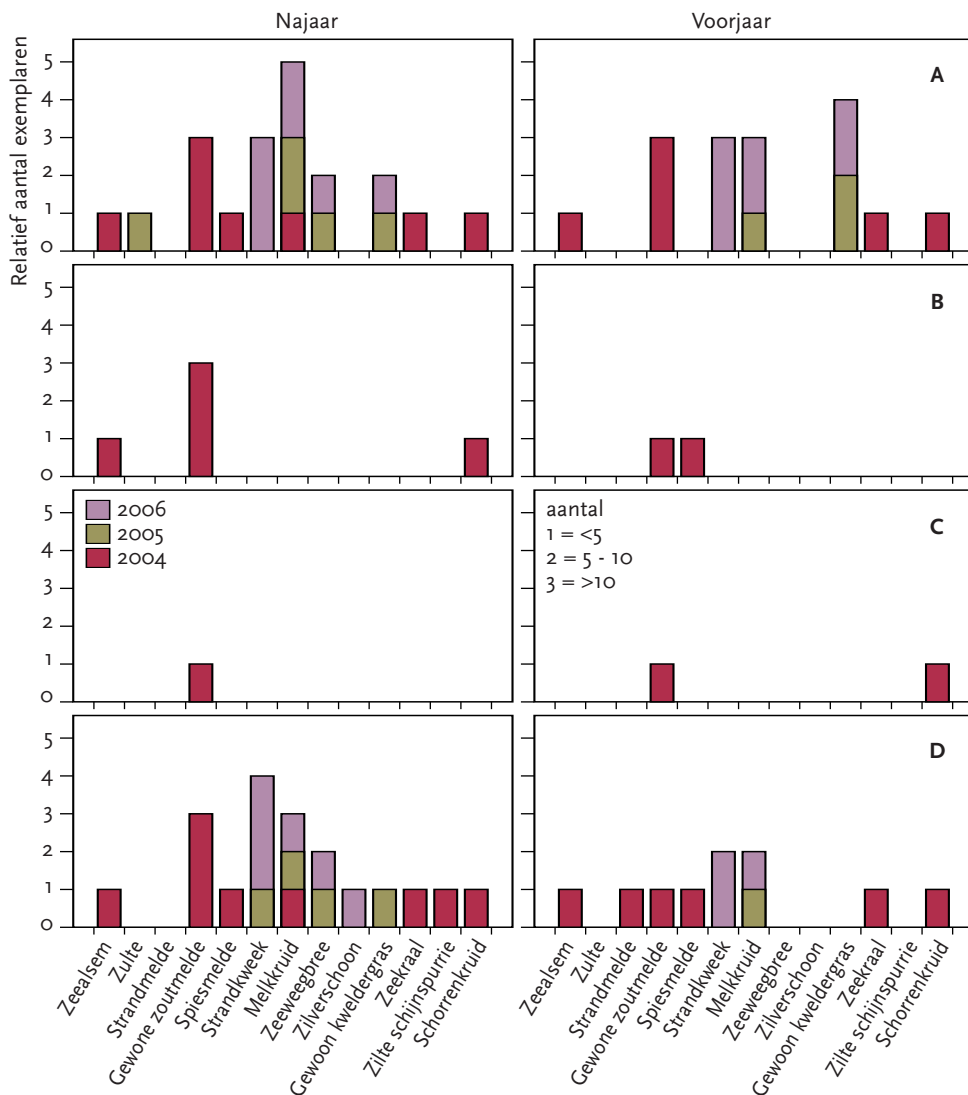
ook onmiddellijk 5 monsters elk over een 1 m x 1 m vak in het veld uitgespreid op een viertal plaatsen (A t/m D) die onderling van elkaar verschillen in inrichtingsmaatregel en vegetatie.

De plotjes zijn bedekt met een aardbeienet om te voorkomen dat het materiaal zou wegwaaien. Uit het najaarsvloedmerk zijn in de kas in totaal 11 doelsoorten (7842 individuen) opgekomen, uit het voorjaarsvloedmerk 14 doelsoorten (totaal 731 individuen) (fig. 2). Strandkweek, Gewone zoutmelde en Schorrenkruid waren belangrijke soorten. Gewoon kweldergras is vrijwel uitsluitend via vegetatieve uitlopers uit het vloedmerk opgekomen. Uit het najaarsvloedmerk en het voorjaarsvloedmerk dat in het veld is uitgespreid zijn in de periode 2004 – 2006 in totaal 13 soorten opgekomen die ook allemaal in het vloedmerk in de kas opkwamen (fig. 3). De aantallen individuen waren over het algemeen veel hoger uit het najaarsvloedmerk dan uit het voorjaarsvloedmerk, overeenkomstig de opkomst in de kas (fig. 2). Hoe groter de bedekking van de aanwezige vegetatie, hoe geringer het aantal opgekomen individuen uit het opgebrachte vloedmerk (fig. 4). Gewone zoutmelde was vertegenwoordigd met de grootste aantallen in 2004. Deze soort en Zealsem, Zeekraal (*Salicornia* spp.) en Schorrenkruid waren in 2005 verdwenen. In

Tabel 2. Gemiddeld aantal ontkiemde zaden per m<sup>2</sup> ± standaard fout uit de zaadvoorraad (0-5 cm diep, n = 10) in de Klutenplas en zaadvoorraadgegevens uit de Landelijke Vegetatie Databank (Literatuur).

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Aantal zaden per m <sup>2</sup>	Literatuur
<i>Chenopodium album</i>	Melganzenvoet	326 ± 140.6	0-135
<i>Lamium amplexicaule</i>	Hoenderbeet	119 ± 44.8	0-34
<i>Persicaria maculosa</i>	Perzikkruid	40 ± 21.4	0-90
<i>Poa annua</i>	Straatgras	24 ± 12.2	0-582
<i>Sonchus asper</i>	Gekroesde melkdistel	24 ± 23.9	6-112
<i>Stellaria media</i>	Vogelmuur	40 ± 31.9	0-3504
<i>Taraxacum officinalis</i>	Paardenbloem	8 ± 8.0	0-212
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	Reukeloze kamille	207 ± 103.6	156-319
<i>Trifolium repens</i>	Witte klaver	8 ± 8.0	0-3257





**Fig. 3.** Relatief aantal waargenomen planten (of spruiten) opgekomen in de vier plaatsen waar vloedmerk is uitgelegd in november 2003 en maart 2004 in plots van 1m x 1m in de Emmapolder. Aangegeven zijn alleen die soorten die in de kas in het vloedmerk zijn aangetroffen. A = ontgrond in 2002 niet ingezaaid B = ontgrond in 2002 ingezaaid in 2003 C = ontgrond in 1998 ingezaaid in 1999 D = ontgrond in 1998 niet ingezaaid. Totale bedekking aanwezige vegetatie in najaar 2003: A 10 %, B 90 %, C 30 % en D 40 %.

de dichte vegetatie van plots B en C waren alle opgekomen soorten in 2005 verdwenen. In de dichter wordende vegetatie (90-100 %) van plot D handhaafden zich nog enkele soorten uit het opgebrachte vloedmerk, of ze gingen achteruit, terwijl in de nog steeds open vegetatie (10 - 50 %) van plot A de soorten zich handhaafden of uitbreidden (fig. 3). Na 2005 werden ook soorten aangetroffen die klaarblijkelijk meer tijd nodig hebben om zich te vestigen: Strandkweek en Zeeweegbree. Ook een soort van brakke milieus die niet in

de kas werd gevonden heeft zich gevestigd: Schorrenzoutgras. Deze soort produceert zaad en heeft zich dus goed gevestigd. Naast de invloed van de bestaande vegetatie speelt ook de bodemsaliniteit een belangrijke rol bij de opkomst van soorten uit het vloedmerk (fig. 5). De saliniteit was het hoogst in plot D (gemiddeld 7,2 % t.o.v. de buitendijkse kwelder), ongeveer 5% in plot A, terwijl de saliniteit in plot B en C minder dan 3,2 % van de saliniteit op de buitendijkse kwelder bedroeg (Smith, 2004).

**Foto 2.** Uitrijden van vloedmerk met een mestverspreider over bevroren kale bodem in maart 2006 (foto: A. Hendriks).



#### Vloedmerk Klutenplas

Naar aanleiding van de pilotstudie met het inbrengen van vloedmerk in de Emmapolder ontstond bij de terreinbeheerders interesse voor het op grote schaal inbrengen van vloedmerk in de Klutenplas, wat mede mogelijk werd gemaakt doordat bij storm en hoog water in het najaar van 2005 een grote hoeveelheid vloedmerk was afgezet aan de voet van de dijk ten noorden van de Klutenplas. In tegenstelling tot de Emmapolder is de Klutenplas bewust niet ingezaaid om doelsoorten een kans te geven. Bovendien is gepoogd de distels de baas te blijven door brak water op te pompen. In de Klutenpas is het vloedmerk op hopen

gezet om het te kunnen afvoeren. Om een indruk te krijgen van de samenstelling van dit vloedmerk werden op 14 februari 2006 20 monsters verzameld van elk 20 cm x 20 cm en in de kas te kiemen gezet, zoals eerder werd beschreven voor de Emmapolder. Daarnaast werd tijdens een vorstperiode op 13 en 14 maart 2006 ongeveer 200 m<sup>3</sup> vloedmerk uitgereden met behulp van een mestverspreider op een aantal akkers in de Klutenplas (fig. 6A, foto 2). In juli 2006 is op zes akkers met ingebracht vloedmerk en zes controle akkers de vegetatie beschreven. Op elke onderzochte akker werd in tien willekeurig gekozen plots van 1m x 1m de aanwezigheid van alle plantensoorten genoteerd.

De opgekomen doelsoorten uit het groot-schalig ingebrachte vloedmerk zijn vooral Strandkweek, Gewoon kweldergras, Zulte, Spiesmelle, Zealsem en Schorrenkruid (tabel 1). Naast de doelsoorten kiemden vooral Zeekraal, Strandmelde (*Atriplex littoralis*) en Rode ogenstroost (*Odontites vernus*) afkomstig van de kwelder en Reukeloze kamille (*Tripleurospermum maritimum*), Muurpeper (*Sedum acre*) en Straatgras afkomstig van de zeedijk (de Vries, 2006).

Van de zoete doelsoorten (kader 1) werd 11 % aangetroffen in het vloedmerk, van de brakke doelsoorten 36 % en van de zoute doelsoorten 80 % (tabel 1). Vrijwel alle brakke en zoute soorten werden met een significant hogere frequentie aangetroffen in de akkers waarin vloedmerk was ingebacht dan in de controle-akkers. Vaak werden in de controle-akkers helemaal geen doelsoorten aangetroffen (tabel 1). De doelsoorten die wel werden aangetroffen in de akkers waar geen vloedmerk is ingebracht kunnen daar zijn terechtgekomen door verwaaien tijdens het inbrengen van vloedmerk met de mestverspreider. De niet-doelsoorten die regelmatig werden aangetroffen in zowel de akkers met ingebracht vloedmerk als in de controle-akkers zijn akkeronkruiden, zoals Duist (*Alopecurus myosuroides*), Hoenderbeet, Perzikkruid, Klein kruiskruid (*Senecio vulgaris*), Vogelmuur, Reukeloze kamille, Klein hoefblad (*Tussilago farfa-*

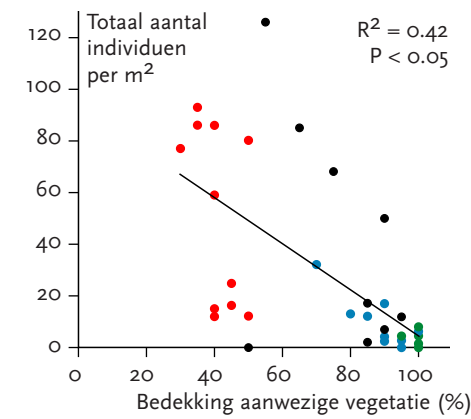
ra), Gladde ereprijs (*Veronica polita*) en ruderale soorten, zoals Harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*), Kantige basterdwederik (*Epilobium tetragonum*) en Vlasbekje (*Linaria vulgaris*). Dit geldt ook voor de gevreesde distels Akkerdistel (*Cirsium arvense*) (40 % van de plots), Speerdistel (*Cirsium vulgare*) (25 %), Akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*) (97 %) en Gekroesde melkdistel (35 %) (de Vries, 2006). Al deze soorten verschenen ook in de controle-akkers en zijn afkomstig uit de zaadvoorraad in de bodem (tabel 2) of verbreid door de wind.

#### Kwelderzaden

Om beter inzicht te krijgen in de overlevingskans van een aantal specifieke doelsoorten zijn hiervan zaden verzameld en in het veld ingezaaid. Van acht verschillende kwelder-soorten zijn op 18 maart 2005, 50 of 100 zaden op drie locaties per akker (fig. 6B) binnen een frame van 20 cm x 20 cm in het gebied de Klutenplas ingezaaid met telkens een tussenruimte van ca 50 cm. Voor het vaststellen van het kiemingspercentage onder gecontroleerde omstandigheden zijn per soort 25 zaden op vochtig filterpapier in een petri-schaaltje gelegd die na een koudebehandeling van twee weken (4 °C, donker) zijn overgeplaatst naar een klimaatkamer (25 °C/ 15 °C, licht/donker). Het percentage kiemkrachtige zaden dat in het veld op 28 juni 2005 was ontkiemd varieerde van nul tot bijna 50. Van vrijwel alle soorten waren meer zaden op het lage deel ontkiemd dan op de hoger gelegen delen. Door het opzetten van het grondwater in het najaar van 2005 zijn inmiddels alle gekiemde planten (dus ook de doelsoorten) op het lage deel verdwenen. Op andere plekken hebben de overblijvende soorten zich gehandhaafd en voor een deel gebloeid en waarschijnlijk zaad gezet (fig. 7). De eenjarige soorten Zeekraal en Schorrenkruid zijn verdwenen, doordat ze geen zaad hebben gezet. Hierbij moet worden aangemerkt dat Zeekraal niet voldoet aan onze criteria voor doelsoorten van binnendijkse brakwater vegetatie (kader 1).

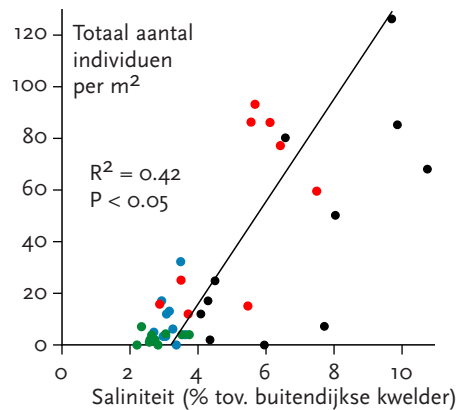
#### Implicaties voor inrichting en beheer

Uit bovenbeschreven onderzoek is gebleken dat bij de ontwikkeling van binnendijkse brakke vegetatie niet uitgegaan kan worden van de spontane vestiging van doelsoorten. Deze soorten ontbreken namelijk in de zaadvoorraad van de bodem en lijken ook niet middels natuurlijke dispersievector de natuurontwikkelingsgebieden te bereiken. Ongewenste akkeronkruiden, waaronder distels, daarentegen, lijken zich gemakkelijk te vestigen wan-



**Fig. 4.** Relatie tussen totaal aantal opgekomen individuen per m<sup>2</sup> uit het ingezaaide voorjaars- en najaarsvloedmerk en het bedekkingspercentage van de aanwezige vegetatie in de Emmapolder in de zomer van 2004.

A = rood, B = blauw, C = groen, D = zwart (zie fig. 3 voor betekenis A t/m D).



**Fig. 5.** Relatie tussen totaal aantal opgekomen individuen per m<sup>2</sup> uit het ingezaaide voorjaars- en najaarsvloedmerk en de bodemsaliniteit (in percentage t.o.v. de buitendijkse kwelder) in de Emmapolder in de zomer van 2004.

A = rood, B = blauw, C = groen, D = zwart (zie fig. 3 voor betekenis A t/m D).

neer de bouwvoor is afgegraven. Het inzaaien van graszaad als maatregel om de vestiging van distels tegen te gaan, zoals in de Emmapolder is toegepast, leidt tot een dichte zode, waarin nog veel distels voorkomen, maar doelsoorten nauwelijks op gang kunnen komen.

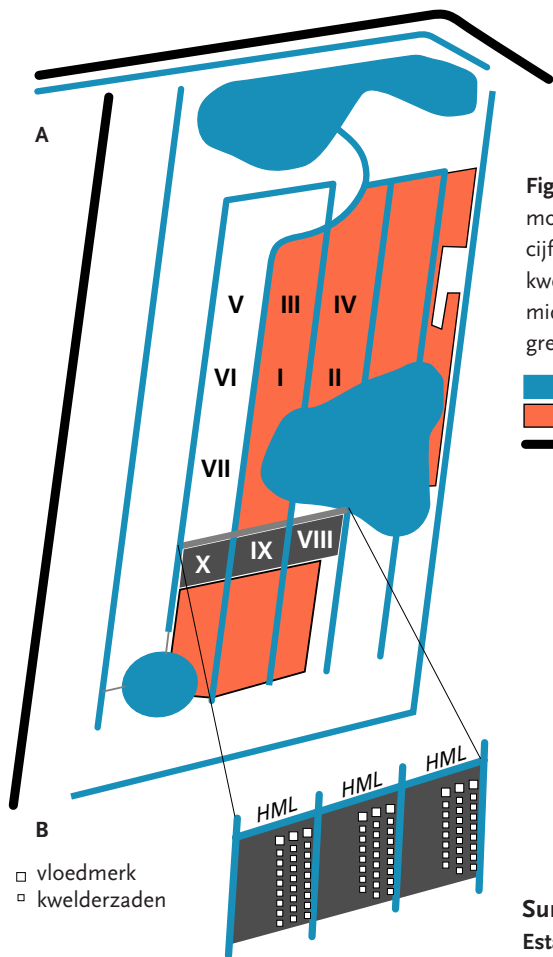
Naast een vrijwel kale grond heeft een hoge grondwaterstand van zilt water (middels het op- en rondpompen van zilte kwel via een stelsel van plassen en/of sloten) een gunstige invloed op de vestigingskans van doelsoorten door het beperken van concurrentie van niet zouttolerante soorten, waaronder distels. Het ziet er wel naar uit dat het opzetten van brak grondwater aan de nodige voorwaarden moet voldoen. Permanent inunderen leidt tot de vestiging van veel distels. Alleen opzetten tot vlak onder het maaiveld lijkt de vestiging van distels te kunnen voorkomen. Het verzamelen en op grote schaal verspreiden van vloedmerk is een relatief eenvoudige en goedkope manier om de ontwikkeling van binnendijkse brakke vegetatie te bevorderen. Dit vloedmerk bevat vrijwel alle zoute en enkele brakke doelsoorten. Voor de ontbrekende doelsoorten kan zaad of maaisel uit gebieden in de regio verzameld worden. Het verzamelen van vloedmerk kan het beste direct na de eerste najaarsstorm plaatsvinden, aangezien daarin veel soorten en individuen aanwezig zijn.

Vervolgbeheer kan naar verwachting het

beste bestaan uit maaien om te voorkomen dat Strandkweek dominant wordt. Pas als de vegetatie is gesloten en overheersend doelsoorten aanwezig zijn, kan beweiding worden overwogen. Vóór die tijd zal het vee selectief de nog weinig aanwezige doelsoorten opeten en zaadzetting voorkomen, terwijl eventueel aanwezige distels worden gemeden en zich dan kunnen uitbreiden.

#### Literatuur

- Bakker, J.P., G. van den Brink, G.L. Verweij & P. Esselink, 2001.** Zaadvoorraad en dispersie bij een proefverkweldering in Noard-Fryslân Bûtendyks. *De Levende Natuur* 102 (1): 19 - 23.
- Duin, W.E. van, P. Esselink, D. Bos, R. Klaver, G. Verweij & P.W. van Leeuwen, 2007.** Proefverkweldering Noard-Fryslân Bûtendyks. Evaluatie kwelderherstel 2000-2005. ageningen-IMARES rapport, Texel, Koeman en Bijkerk rapport 2006-045, Haren, Altenburg & Wymenga rapport 840, Veenwouden.
- Heerdt, G.N.J. ter, G.L. Verweij, R.M. Bekker & J.P. Bakker, 1996.** An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* 10: 144 - 151.
- Hölzel, N. & A. Otte, 2003.** Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. *Applied Vegetation Science* 6: 131 - 140.
- Persicke, U., A. Gerlach & W. Heiber, 1999.** Zur botanischen Zusammensetzung von Treibsel der niedersächsischen Deichvorländer und Deichabschnitte. *Drosera* 1:23 - 34.

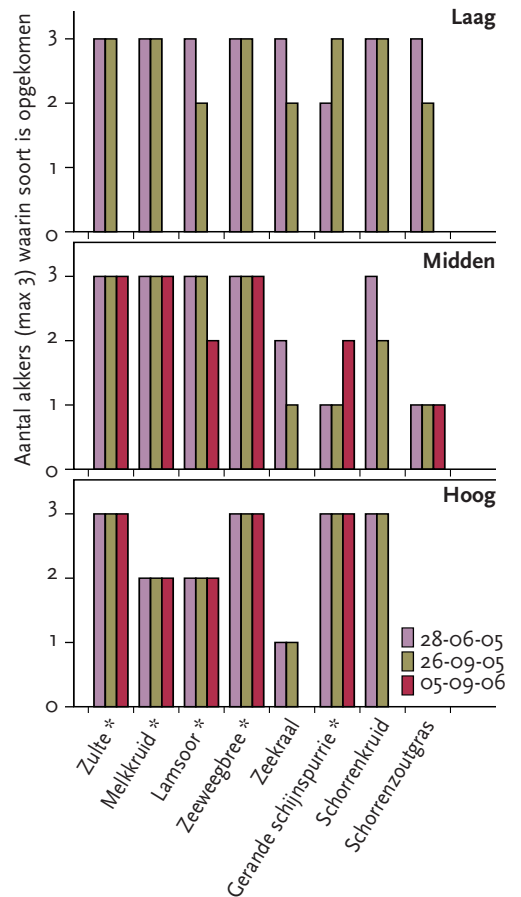


**Fig. 6.** Locatie voor zaadvoorraad monsters in de Klutenplas in Romeinse cijfers (A) en vloedmerk en ingezaaide kwelderzaden hoog (H = middenop), midden (M = tussenin) en laag (L = rand greppel) in donkere rechthoek (B).

■ sloot, vijver of laagte  
■ bedekking met vloedmerk  
— dijk

□ vloedmerk  
□ kwelderzaden

**Fig. 7.** Aantal akkers (N = 3) waarin soorten tot ruim een jaar na inzaaien in maart 2005 zijn aangetroffen op verschillende posities ten opzichte van het grondwater (hoog, midden, laag) in de Klutenplas. Soorten met \* hebben gebloeid en waarschijnlijk zaad gezet.



## Summary

### Establishment of inland brackish plant communities

Along the north-east coast of The Netherlands, plans have been developed to establish inland brackish plant communities on previously agricultural land. Brackish abiotic conditions are created through the removal of the topsoil and the creation of ditches and/or depressions to induce saline seepage. In the present paper we studied the possibilities of spontaneous establishment of brackish vegetation (from the soil seed bank or through natural dispersal) and establishment after the introduction of plant material containing the target species at two restoration sites. Our selection of target species is based on 1100 descriptions of brackish and saline plant communities recorded in the period 1936-1999 along the north-east coast of The Netherlands. Plant species occurring with a > 50% frequency in a specific plant community were classified as target species. This resulted in 47 target species of which 18 were classified as freshwater species, 14 as brackish species and 15 as saline species.

Because dispersal of propagules is likely to be a constraint, we sowed a specified number of seeds of eight species of saline habitat in the Klutenplas, where the topsoil had recently been removed. Of these species *Aster tripolium*, *Glaux maritima*, *Limonium vulgare*, *Plantago maritima* and *Spergularia media* survived for two growing seasons, whereas the annuals *Salicornia* spp. and *Suaeda maritima* did not. Because collecting seeds of specific species is time consuming, we examined whether the transference of driftline material, collected from salt marshes seaward of the seawall protecting and deposited

after storm and high water, would result in successful establishment of the target species. Because of the promising results of a pilot study in the Emmapolder, a large-scale transference of driftline material was carried out in the Klutenplas. After one growing season, ten target species were recorded in the part spread with driftline material, whereas those species were absent from the control plots or significantly less abundant. 11 % of the target species of fresh habitat, 36 % of brackish habitat and 80 % of saline habitat were found. We conclude that the spreading of driftline material is successful for establishing target species growing on adjacent salt marshes in inland brackish sites. Target species of brackish and fresh habitat have to be introduced by spreading of hay from a nearby brackish plant community.

### Dankwoord

We bedanken Otto Overdijk van de Vereniging Natuurmonumenten voor toestemming De Ruidhorn in de Emmapolder te betreden. Dit geldt ook voor Arjan Hendriks van de Stichting Het Groninger Landschap, eigenaar van de Klutenplas. We danken Arjan vooral voor het helpen realiseren van ideeën, zoals het groot-schalig uitspreiden van vloedmerk.

Prof.dr. J.P. Bakker, dr. H.E. Wolters, drs. M. Smith, S. de Vries & Y. de Vries  
 Community and Conservation Ecology Group  
 Rijksuniversiteit Groningen  
 Postbus 14, 9750 AA Haren  
 e-mail: j.p.bakker@rug.nl

**Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, 1996.** De vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala.  
**Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1998.** De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala.  
**Scherfose, V., 1987.** Salz-Zeigerwerte von Gefäßpflanzen der Salzmarschen, Tideröhrichte und Salzwassertümpel an der Deutschen Nord- und Ostseeküste. Jahresberichte Küste 39: 31 - 82.  
**Smith, M., 2004.** Herstel van kweldervegetatie in een binnendijks gebied in Noord Groningen: Compensatie van het verlies van buitendijks kwelders. Doctoraal verslag, Community and Conservation Ecology Group, Rijksuniversiteit Groningen.  
**Tamis, W.L.M., R. van der Meijden, J. Runhaar, R.M. Bekker, W.A. Ozinga, B. Odé & I. Hoste, 2004.** Standaardlijst van de Nederlandse flora. Gorteria 30: 101 - 195.  
**Vries, S. de, 2006.** Herstel binnendijks brakke natuur – De Klutenplas. Doctoraal verslag, Community and Conservation Ecology Group, Rijksuniversiteit Groningen.  
**Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2002.** Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland. Deel 2. Graslanden, zomen en droge heiden. KNNV Uitgeverij, Utrecht.  
**Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2003.** Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland. Deel 3. Kust en binnenlandse pioniermilieus. KNNV Uitgeverij, Utrecht.  
[www.groningerlandschap.nl](http://www.groningerlandschap.nl)