Herstel binnendijkse brakke natuur

De Klutenplas

De Klutenplas

Auteur: Saskia de Vries
Datum: 09-10-2006
Basiseenheid: COCON
Begeleider: J.P. Bakker

D 928

Samenvatting

Rond 1990 is in Noord-Groningen het zoetwaterplan ingesteld om verzilting van grondwater via zoute kwel in landbouwpercelen achter de zeedijken tegen te gaan. Hierdoor verdwenen de laatste resten van de brakke vegetatie, inclusief een aantal kweldersoorten. Ter compensatie gaat de provincie Groningen 150 ha nieuwe binnendijkse brakke natuur inrichten. Eén van deze compensatiegebieden is het uitbreidingsgebied de Klutenplas; een voormalig landbouwperceel van 11 ha waarvan de toplaag is verwijderd en greppels zijn gegraven. Tevens is een pomp aangebracht om zoute kwel over het gehele perceel te kunnen verspreiden. In dit gebied moet de voormalige brakke vegetatie worden hersteld, om voor de brakke vegetatie die verloren is gegaan te compenseren.

Aan de hand van bestaande vegetatie opnamen van binnenlandse brakke/zilte vegetatie langs de kust van Groningen en Friesland is een lijst opgesteld van plantensoorten kenmerkend voor brakke vegetatie in de regio wat leidt tot de doelsoortenlijst.

Voor het herstellen van de brakke vegetatie zijn doelsoort zaden nodig. Deze zaden kunnen afkomstig zijn uit het doelgebied (community pool), of verbreid worden uit direct omringende gebieden (local species pool) of verafgelegen gebieden (regional species pool). Uit zaadbank analyse in eerder onderzoek is gebleken dat geen doelsoorten in de zaadvoorraad in de bodem aanwezig zijn. Door de omringende dijken is verbreiding vanuit de local of regional species pool nauwelijks mogelijk, aangezien de meeste zaden voor hun verbreiding afhankelijk zijn van zeewater.

Om deze verbreidingsproblemen te overkomen is vloedmerk, opgehoopt op de buitendijkse kwelder, aangebracht op het nieuwe perceel. Allereerst is daarvoor de potentie van het vloedmerk bepaald in de kas. Vervolgens is het vloedmerk op een deel van het nieuwe perceel uitgereden. De vegetatie die is opgekomen is beschreven aan de hand van vegetatieopnamen. Alle aanwezig soorten in het vloedmerk en in de vegetatieopnamen hebben een zoutgetal toegewezen gekregen.

Na analyse van het vloedmerk, aan de hand van de zoutgetallen, blijkt uit de samenstelling dat vooral veel brakke (26,8%) en zoute (34,1%) soorten in het vloedmerk aanwezig zijn. Aan de hand van vegetatieopnamen in het veld was het duidelijk dat op de akkers waarop vloedmerk is aangebracht de brakke en zoute soorten frequenter aanwezig zijn vergeleken met de akkers waar geen vloedmerk op is aangebracht.

Van de 41 soorten die in het vloedmerk aanwezig zijn komen 19 soorten (40%) voor op de doelsoortenlijst. Op de akkers zonder vloedmerk komen 13 van de 41 soorten overeen met de doelsoortenlijst (28%) en op de akkers met vloedmerk zijn 64 soorten aanwezig waarvan 20 doelsoorten (43%). Uit de gegevens kan worden geconcludeerd dat het inbrengen van vloedmerk zeker bijdraagt aan de vestiging van doelsoorten.

Inhoudsopgave

1. Inleiding **7**

2. Materialen en methoden **9**
2.1 Studiegebied 9
2.2 Doelsoorten 11
2.3 Zaaddispersie door vloedmerk 13
2.3.1 Samenstelling van het vloedmerk 13
2.3.2 Inbrengen vloedmerk 14
2.4 Vegetatie beschrijving 15

3. Resultaten **16**
3.1 Doelsoortenlijst 16
3.2 Zaaddispersie door vloedmerk 19
3.3 Vegetatiebeschrijving 21

4. Discussie en Conclusie **29**

Literatuurlijst **32**

Bijlage 1. Presentiepercentages plantensoorten uit doelassociaties **34**
Bijlage 2. Aantal Individuen opgekomen in vloedmerk **36**
Bijlage 3. Aangetroffen plantensoorten **37**

1. Inleiding

Achtereenvolgende inpolderingen hebben de afgelopen eeuwen kwelders omgezet in landbouwgebieden langs de kust van Groningen. Om verzilting, via zoute kwel onder de zeedijk, van direct achter de zeedijk gelegen landbouwpercelen tegen te gaan, is in de jaren '90 van de vorige eeuw het Zoetwaterplan Noord-Groningen ingesteld (van Duin & Dijkema 2002). Dankzij deze maatregelen namen de laatste resten van de karakteristieke zilte vegetatie af (Wierenga 2002). Daarom zal de Provincie Groningen ca. 100 hectare landbouwgebied aankopen dat zal worden ingericht als brakke natuur, ter compensatie van het verlies aan brakke vegetatie. Hierbij wordt het accent gelegd op o.a. (gedeeltelijk) herstel of uitbreiding van zout-zoet overgangen met de daaraan gekoppelde brakke gemeenschappen, overeenkomstig het buitendijkse kweldermilieu (Wierenga 2002).

Voor de inpolderingen stond het kweldergebied in direct contact met invloeden van de zee. Tegenwoordig zijn die invloeden van de zee volledig weggevallen door de aanwezigheid van de zeedijk. Hierdoor zijn de omstandigheden in het voormalige landbouwgebied moeilijk te vergelijken met een buitendijkse kwelder. De brakke vegetatie van voor het aanleggen van de zeedijk zal dan ook niet exact kunnen worden hersteld. Inmiddels is in het uitbreidingsgebied van de Klutenplas de nutriëntenrijke bovenlaag verwijderd en zijn greppels en poelen gegraven. Door middel van een pomp kan zout kwelwater over het hele gebied worden verspreid. Nu de brakke abiotische omstandigheden zijn hersteld, is het de vraag of de "oorspronkelijke" vegetatie zich weer in het gebied kan vestigen. Er zijn drie mogelijkheden van waaruit doelsoorten zich kunnen vestigen of verbreiden (Zobel *et al 1998)*:

1. De soorten zijn nog aanwezig in de vegetatie of in de zaadvoorraad in de bodem (community pool) van het doelgebied.

2. De soorten zijn aanwezig in omringende gebieden (local species pool) van waaruit ze naar het doelgebied kunnen worden verspreid

3. De soorten zijn aanwezig in verafgelegen gebieden (regional species pool) van waaruit ze naar het doelgebied kunnen worden verspreid.

Uit onderzoek van Wolters en Bakker (2002) is gebleken dat veel kweldersoorten niet over een langlevende zaadvoorraad in de bodem beschikken. In het uitbreidingsgebied Klutenplas bleek na zaadbank onderzoek dat geen van de doelsoorten aanwezig was in de zaadvoorraad in de bodem (Wolters ongepubliceerde resultaten). Wanneer de soorten vanuit omliggende of verafgelegen gebieden moeten worden verbreid, zijn de soorten afhankelijk van dispersievectoren als water, wind, dieren of mensen (Bakker et al. 1996). Direct ten noorden van de Klutenplas is buitendijks een kweldergebied aanwezig. Van hieruit zouden soorten kunnen verbreiden naar het doelgebied ware het niet dat de dijk dispersie via water onmogelijk maakt. Ook windverbreiding lijkt geen goede mogelijkheid aangezien de afstanden van bronpopulaties tot het onderzoeksgebied te groot zijn (Tackenberg *et al.* 2003) en ook de dijk een barrière kan zijn. Verbreiding via dieren is voor een aantal plantensoorten mogelijk, echter ook hier lijkt de dispersieafstand een probleem te vormen (Wolters *ongepubliceerde resultaten*). Bijvoorbeeld, ganzen hebben ongeveer 90 minuten nodig om keutels te produceren na het foerageren

(Bakker *et al.* 2001). Dit betekent dat een gans zich binnen negentig minuten vanuit het brongebied naar het doelgebied zal moeten verplaatsen voor de dispersie van zaden uit het brongebied naar het doelgebied.

De aanwezigheid van de dijk en de verbreidingsmogelijkheden van de kwelderplanten leveren dispersieproblemen op. Om dit probleem te omzeilen, kan vloedmerk van de buitendijkse kwelder worden aangebracht in het doelgebied (Smith 2004). Vloedmerk bestaat o.a. uit zaden en plantenresten die tijdens stormen zijn meegespoeld van de kwelder en vervolgens weer zijn afgezet aan de voet van de dijk. Het vloedmerk kan het beste in het najaar worden verzameld. Uit eerder onderzoek bleek dat in wintervloedmerk meer zaden aanwezig zijn dan in voorjaarsvloedmerk (Bakker 2001; Smith 2004), doordat de verbreidingspiek van kweldersoorten tussen september en begin december ligt (Wolters *et al.* 2005a).

Hölzel en Otte (2003) hebben eenzelfde soort techniek toegepast, om beperkingen van verspreiding te overkomen in een herstelproject voor een soortenrijke uiterwaard. Hier werd vers gemaaid plantenmateriaal aangebracht op een voormalige akker waar de nutriëntenrijke bovenlaag was verwijderd. Met een paar uitzonderingen werd de volledige potentie van het plantenmateriaal gerealiseerd in het veld. Ook Kiehl en Wagner (2006) gebruikten deze techniek in een voormalig landbouwgebied en vonden dat 64% van de doelsoorten uit opgebracht maaisel zich vestigden.

In 2005 heeft een pilot-study plaats gevonden in het uitbreidingsgebied van de Klutenplas. Op verschillende hoogtes ten opzichte van de waterspiegel, hoog, midden en laag, zijn vloedmerk monsters uitgezet en van acht kweldersoorten zaden uitgezaaid. In de kas waren elf doelsoorten uit het vloedmerk opgekomen. In het veld op de hoge en midden gelegen plots kwamen zeven soorten op uit het vloedmerk en op de lage plots 11 soorten (Wolters *ongepubliceerde resultaten*). Hieruit blijkt dat de omstandigheden in het gebied gunstig zijn voor de ontkieming van zaden en zullen zaden die via het vloedmerk worden ingebracht kunnen ontkiemen. Voor vrijwel alle soorten zijn meer zaden op het lage deel ontkiemd dan op de hogere delen. Vooral op de middelste locatie is het ontkiemingpercentage zeer laag (Wolters *ongepubliceerde resultaten*).

In het uitbreidingsgebied Klutenplas moet zich een binnendijkse brakke vegetatie inclusief kweldersoorten gaan ontwikkelen. Aangezien de natuurlijke dispersie omstandigheden voor kwelderplanten niet adequaat lijken te zijn, wordt de dispersie van zaden en de daarop volgende vestiging van de doelvegetatie bemoeilijkt. Een optie om deze problemen te overkomen is het inbrengen van vloedmerk.

De vraagstelling van dit onderzoek luidt:

> In hoeverre draagt het inbrengen van vloedmerk in een nieuw te ontwikkelen brak gebied bij aan de vestiging van doelsoorten van een brakke vegetatie?

Om deze vraag te beantwoorden worden verschillende deelvragen gesteld:

- Wat zijn de doelsoorten voor een brakke vegetatie?
  - Is er een historische referentie?

- In hoeverre draagt het uitrijden van vloedmerk over een nieuw te ontwikkelen brak gebied bij aan de vestiging van doelsoorten van brakke vegetatie?
  - Wat is de potentie van het vloedmerk?
  - Welk deel van de potentie van het vloedmerk wordt gerealiseerd in het veld?

2. Materialen en methoden

2.1 Studiegebied

Het studiegebied de Klutenplas is ontstaan in 1987, toen de Groninger zeedijken op Deltahoogte werden gebracht (Wierenga 2002). Voor die tijd was de Linthorst-Homanpolder nog kweldergebied (figuur 1a). Ten noorden van Warffum werd een scherpe bocht (figuur 1b) in de zeedijk afgesneden waardoor een stuk kwelder werd ingedijkt. Voor het ophogen van de dijk is toen klei gebruikt uit dit gebied, waardoor een vrij ondiepe put overbleef. In deze put werd een geaccidenteerd eilandje aangelegd dat van het vaste land gescheiden is door vrij ondiepe geulen en de dijksloot. Dankzij zout kwelwater werd het water in deze geulen en de dijksloot licht brak, waarna vrijwel meteen op de nog kale vlakten en heuveltjes kluten gingen broeden. Op deze manier heeft de plas zijn huidige naam "Klutenplas" gekregen (Wierenga 2002). Uit eerdere vegetatieopnames blijkt dat plantensoorten van brakke en zilte omstandigheden werden aangetroffen rondom de plas (Bosch 2004).

a)

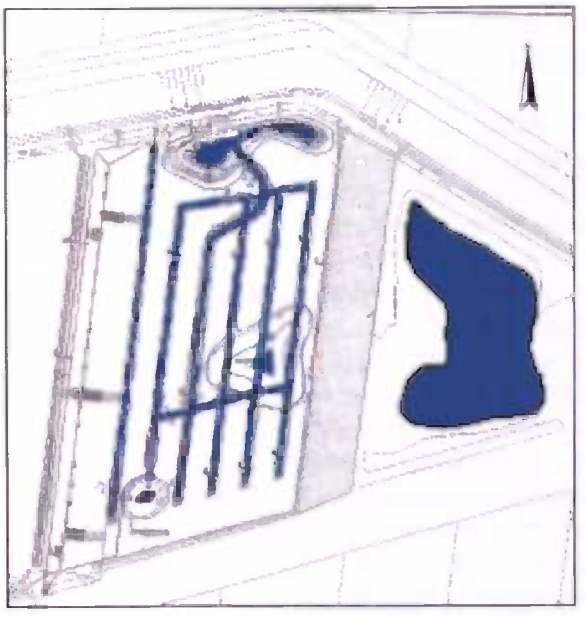
b)

Figuur 1. Lokatie van de Klutenplas in het rode kader op a) een kaart uit 1903 (Van der Leest 2006) en b) op een kaart uit 1984 (Wolters-Noordhoff 1998)

In 1998 heeft de Stichting het Groninger Landschap (SGL) een landbouwperceel van 11 hectare aangekocht, waarmee de Klutenplas wordt uitgebreid. Het uitbreidingsgebied Klutenplas ligt in de Linthorst-Homanpolder, in het noorden van de provincie Groningen, ten Noordoosten van Westernieland. In figuur 2 wordt de huidige Klutenplas aangegeven met de rode pijl. Het uitbreidingsgebied ligt direct ten westen hiervan. Tevens zijn twee andere compensatie projecten van SGL aangegeven, namelijk Deikum en Nieuw Lotven. Voor deze tweegebieden kan de Klutenplas mogelijk als streefbeeld dienen (Bosch 2004).

Figuur 2. Projecten van Stichting het Groninger Landschap.
De rode pijl geeft de Klutenplas aan, direct ten westen ligt het uitbreidingsgebied Klutenplas. Tevens zijn twee andere projecten van SGL aangegeven (Wierenga 2002).

De hoogte van het maaiveld, in het uitbreidingsgebied, varieert tussen de 110 cm +NAP en 120 cm +NAP (Bosch 2004). Inmiddels is de nutriëntenrijke bovenlaag van het uitbreidingsperceel van de Klutenplas verwijderd (20 cm) en zijn greppels en poelen gegraven (figuur 3). Door middel van een pomp, bij een poel waar zout kwelwater (EGV tussen 15 en 34 mS/cm) omhoog komt (EGV waddenzeewater 30-32mS/cm), kan zoutwater over het hele gebied worden verspreid (Bosch 2004). Daarbij is het van groot belang dat de omringende landbouwpercelen geen hinder ondervinden van deze zoute kwel. Om deze reden is het nieuwe perceel omringd door een drietal sloten die het ondergronds wegstromende brakke water opvangen. Drempels in deze greppels moeten zorgen dat het brakke water niet in de sloot achter de dijk kan stromen. Pas wanneer voldoende regen is gevallen en het brakke water is verzoet kan het water over de drempels stromen (Wierenga 2002). Tevens zal dit uitbreidingsgebied ieder jaar tijdelijk onder water worden gezet.



Figuur 3. Uitbreidingsgebied Klutenplas en Klutenplas.
In het linker perceel zijn duidelijk de greppelstructuur en de gegraven poelen te zien.

2.2 Doelsoorten

Om te kunnen beoordelen of doormiddel van het uitrijden van vloedmerk in een gebied een brakke vegetatie kan ontstaan, moet vooraf worden vastgesteld wat de beoogde doelvegetatie is. Deze doelvegetatie kan worden weergegeven in een doelsoortenlijst. Voor het samenstellen van deze lijst is gebruik gemaakt van een aantal verschillende bronnen. Voor de naamgeving van de plantensoorten is gebruik gemaakt van Van der Meijden (1996), met uitzondering van de soorten genoemd in de presentietabellen van Schaminée *et al.* (1996).

Allereerst zijn in de Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.* 1996) plantengemeenschappen gezocht die aan de hand van de ecologische beschrijving in een binnendijkse brakke vegetatie kunnen voorkomen. Hierbij is gelet op een aantal criteria. Als eerste het voorkomen van de gemeenschap in brakke tot zoute omstandigheden zoals op kwelders en gebieden met zoute kwel. Het doelgebied ligt direct achter de dijk en staat daardoor onder invloed van zoute kwel. Aangezien het doel is om een brakke vegetatie te herstellen zullen voornamelijk gemeenschappen gekozen moeten worden die onder zoute omstandigheden kunnen voorkomen, zoals de gemeenschappen die op de kwelders groeien. Tevens komen enkele van deze brakke gemeenschappen juist in binnendijkse gebieden voor die onder invloed staan van zoute kwel. Door de binnendijkse ligging van het doelgebied zal de doelvegetatie niet direct onder invloed van getijde beweging van de zee staan, maar de Stichting het Groninger Landschap heeft besloten om het onderzoeksgebied gedurende een korte periode per jaar onder water te zetten. Hierdoor is het van belang dat de doelvegetatie bestand is tegen een bepaalde overstromingsperiodiek. Het doelgebied is een voormalig landbouwperceel waarvan de toplaag is verwijderd, daarom moet rekening worden gehouden met de afwezigheid van een sliblaag die op de kwelders wel aanwezig is. Sommige gemeenschappen gedijen beter bij een sliblaag zoals het Plantagini-Limonietum waarbij een sliblaag van 15 – 25 cm wordt aangegeven. Het kleiige karakter van de bodem dat bij veel gemeenschappen wordt beschreven is langs de gehele noordkust van Nederland aanwezig. Als laatste wordt

rekening gehouden met de fluctuerende chloride gehalten in het doelgebied, door regen kan het aanwezige zoute kwelwater verzoeten.

Vervolgens wordt met behulp van de Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland (Weeda *et al.* 2003) onderzocht of de gemeenschappen, die in de Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.* 1996) zijn gevonden, in vroeger tijden (voor 1975) of meer recent (na 1975) aan de Groninger kust aanwezig zijn (geweest).

Daarnaast is aan de hand van gegevens uit de Landelijke Vegetatie Databank (in beheer van Alterra/Wageningen UR) onderzocht welke plantengemeenschappen langs de Groninger kust voorkwamen of momenteel aanwezig zijn. Deze opnamedata hebben een tijdspanne van 1936 – 1999, waarbij 1984 een uitschieter is met meer dan 400 vegetatieopnamen. Met het programma Associa kunnen vegetatieopnamen geclassificeerd worden naar associatieniveau. Het programma geeft meerdere associaties aan waarbinnen de betreffende vegetatieopname past. De associatie met de grootste overeenkomst met de opname wordt als eerste aangegeven, gevolgd door afnemende overeenkomst. De afname in overeenkomst beschrijft in veel gevallen successiestadia binnen de betreffende associaties. Voor de vegetatieopnamen langs de noordkust werden telkens twee associaties aangegeven door het programma. De opnamepunten waren weergegeven in km-hokken, waardoor rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid dat meerdere opnamepunten binnen 1 km-hok kunnen vallen. Wanneer verschillende associaties in 1 km-hok in 1 jaar voorkwamen werden deze apart geteld. Wanneer in 1 km-hok in 1 jaar meerdere keren dezelfde associatie werd genoemd is deze slechts een keer geteld.

Na vergelijking met de associaties die naar voren waren gekomen in de Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.* 1996) en de Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland (Weeda *et al.* 2003), is besloten de associaties te gebruiken die door het programma Associa als eerste keus (grootste overeenkomst) worden aangegeven. Vervolgens is aan de hand van presentiepercentage tabellen uit de Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.* 1996) vastgesteld welke soorten in het nieuwe gebied worden verwacht. Door Wolters *et al.* (2005b) werd een presentiepercentage van meer dan 60% genomen om een doelsoortenlijst samen te stellen. Voor dit onderzoek is gekozen om een presentiepercentage van meer dan 50% te gebruiken. Zoals in bijlage 1 te zien is voegt dit ten opzichte van de >60% grens nog een aantal specifieke brakke soorten toe, waaronder *Seriphidium maritimum, Carex distans* en *Odontites vernus*.

2.3 Zaaddispersie door vloedmerk

2.3.1 Samenstelling van het vloedmerk

Op 14 februari 2006 zijn ten noorden van de Klutenplas vloedmerk monsters verzameld. Dit vloedmerk was bij eerdere stormen aan de voet van de dijk afgezet. Op een zo homogeen mogelijke strook vloedmerk werd een metalen frame van 20 cm x 20 cm gelegd. De dikte van het materiaal werd in het midden van dit frame met behulp van een liniaal gemeten. Vervolgens werd het vloedmerk met een scherp mes langs de randen van het metalen frame afgesneden en verzameld. Er zijn in totaal 20 monsters verzameld in twee series van 10 monsters, met tussen deze twee series een afstand van ongeveer 100 meter. Het verzamelde vloedmerk is op plastic bakken (20 cm x 20 cm), gevuld met steriele potgrond en een dun toplaagje steriel zand, uitgespreid in een ca. 0,5 -1 cm dikke laag. Vervolgens zijn de bakken van serie 1 in de kas te kiemen gezet bij een constante temperatuur van 21°C. Serie 2 is buiten bewaard in een open kas bij temperaturen onder 0°C om de zaden een koude behandeling te geven (stratificatie). De bakken zijn afgedekt met zwart landbouw plastic om ontkieming tegen te gaan en besmetting met zaden uit de omgeving van de kas te voorkomen. Na ongeveer 4 weken zijn ook deze bakken naar de kas verplaatst. Om eventuele zaadverbreiding uit de omgeving van de kas te kunnen vaststellen werd bij elke 5 monsterbakken een blanco bak met steriele grond en steriel zand geplaatst.
Zodra de kiemplanten en vegetatief uitgelopen planten konden worden gedetermineerd, werden alle individuen geteld en vervolgens met een pincet uit de bakken verwijderd. Wanneer de soort niet met zekerheid kon worden gedetermineerd wordt deze in een potje opgekweekt voor latere determinatie. De determinatie vindt plaats met behulp van Heukels' Flora van Nederland (van der Meijden 1996) en met de Vegetatieve herkenning van onze Graslandplanten (Kruijne en de Vries 1990). Dit werd herhaald totdat er gedurende 1-2 weken geen kiemplanten meer opkwamen.
Om na te gaan of de twee series in aantallen van elkaar verschillen is een paired samples t-test worden uitgevoerd. Wanneer $P< 0.05$ is een significant verschil tussen de series aanwezig.

Aan alle aanwezige soorten werd een zoutgetal toegewezen volgens de classificatie van Scherfose (1987) voor de Noordzee- en Oostzeekust van Duitsland. De vegetatie langs de Nederlandse kust sluit goed aan bij de kust van Duitsland. De classificatie van Ellenberg *et al.* (1996), is gebaseerd op midden Europa en bevat zoutgetallen voor niet maritieme systemen. Van Duin *et al.* (2006) hebben de 6-delige schaal van Scherfose (1987) teruggebracht naar een 3-delige schaal. Deze laatste schaalverdeling is in dit rapport gebruikt om onderscheid te maken in zoete = 0, brakke = 1 en zoute = 2 plantensoorten (tabel 1).

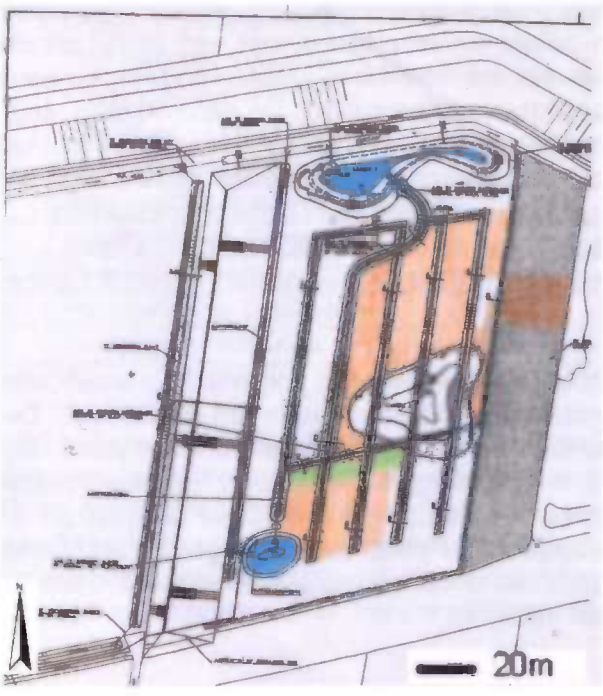
Tabel 1. Indeling van zoutgetallen naar Van Duin *et al.* (2006)

Zoutgetal (Van Duin *et al.* 2006)	Chloride gehalte (Van Duin *et al.* 2006)	Chloride gehalte (Scherfose 1987)	Typering
0	<0.6 g Cl^-/l	<0.3%	Zoet
1	<1.3 g Cl^-/l	<0.95%	Brak
2	≥1.3 g Cl^-/l	≥0.95%	Zout

2.3.2 Inbrengen vloedmerk

Op 13 en 14 maart 2006 is met behulp van een mest verspreider (foto 1) circa 200 m^3 vloedmerk uitgereden op het uitbreidingsgebied Klutenplas. Op deze manier is een laag van 1 – 4 cm vloedmerk opgebracht. In figuur 4 is te zien op welke akkers deze laag is aangebracht.

Foto 1. Met deze mestverspreider is het vloedmerk uitgereden op het uitbreidingsgebied Klutenplas.



Figuur 4. Vloedmerk kartering.
Op de oranje gekleurde percelen is een vloedmerklaag aangebracht.
De groene kleur geeft de locatie van de pilotstudy van 2005 aan.

2.4 Vegetatie beschrijving

Om een beeld te krijgen van de vegetatie in het uitbreidingsgebied Klutenplas, nadat het vloedmerk is uitgereden, zijn vegetatie opnamen gemaakt. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen akkers waar een laag vloedmerk op is aangebracht en akkers zonder vloedmerk. De vegetatieopnames zijn in de periode 23-6-2006 tot 03-07-2006 gemaakt.

Per akker zijn in tien plots van 1 m^2 alle plantensoorten genoteerd, waarbij de meest abundante soort een 4 kreeg toegewezen vervolgens een 3 en een 2, voor alle overige soorten werd een 1 genoteerd. Dit werd op zes akkers uitgevoerd waar vloedmerk was uitgereden en op zes akkers waar dit niet het geval was. In totaal zijn op deze manier 60 opnames per behandeling (met of zonder vloedmerk) verkregen en kan een schatting worden gedaan over de mate van voorkomen van een soort per behandeling of in het gehele gebied. De verschillen in frequentie van de aanwezige doelsoorten in het veld per behandeling zijn getest aan de hand van de one-way ANOVA.

Vervolgens werd aan alle aanwezige soorten een zoutgetal toegewezen volgens de classificatie van Scherfose (1987), die door Van Duin (2006) is vereenvoudigd. Dit om de samenstelling (zoete, brakke en zoute soorten) van de vegetatie te kunnen bepalen. Om na te gaan of de vegetatie op de met vloedmerk bedekte akkers significant verschilt in samenstelling van de akkers zonder vloedmerk verschilt, werd een paired samples t-test uitgevoerd. Wanneer $P<0.05$ is geen significant verschil in aantal soorten per zoutgetal tussen beide situaties aanwezig.

3. Resultaten

3.1 Doelsoortenlijst

Zoals in paragraaf 2.3 al is vermeld heeft het vaststellen van de doelsoortenlijst een aantal stappen gevolgd. Allereerst met behulp van de Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.*, 1996). Na selectie van de associaties aan de hand van de criteria zijn een aantal geschikte doelsoortenassociaties naar voren gekomen (tabel 2). Vervolgens is voor deze associaties in de Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland (Weeda *et al.*, 2003) gecontroleerd of deze in meer of mindere mate tot of vanaf 1975 langs de noordkust van Nederland voorkwamen (tabel 2).

Tabel 2. De volgende plantengemeenschappen zijn verspreid langs de gehele noordkust van Nederland, m.u.v. '*' deze gemeenschap is alleen aanwezig in het Lauwersmeergebied.

Code	Wetenschappelijke naam	Tot 1975	Vanaf 1975	Toestand verandering
12Ba	Lolio – Potentillion anserinae			
12Ba2	Triglochino – Agrostietum stoloniferae	+	-	Afname
12Ba3	Trifolio fragiferi – Agrostietum stoloniferae	+	-	Afname
26A	Glauco Puccinellietalia			
26Aa	Puccinellion maritimae			
26Aa1	Puccinellietum maritimae	+	++	Toename
26Aa2	Plantagini - Limonietum	-	Lauwersmeer*	Toename
26Aa3	Halimonietum portulacoides	+	++	Toename
26Ab	Puccinellio – Spergularion salinae			
26Ab1	Puccinellietum distantis	-	-	Niet aanwezig
26Ab2	Puccinellietum fasciculatae	-	-	Niet aanwezig
26Ab3	Puccinellietum capillaris	Lauwersmeer*	-	Afname
26Ab4	Parapholido strigosae – Hordeetum marini	-	-	Niet aanwezig

Met behulp van de data afkomstig uit de Landelijke Vegetatie database (Alterra/WUR) zijn verschillende associaties geclassificeerd die voorkomen langs de noordkust. Deze data zijn opgedeeld in vier gebieden, namelijk Polders langs de Groninger kust, de Marnewaard, het Lauwersmeergebied en Friesland. Met name van het Lauwersmeergebied zijn veel vegetatieopnames bekend (tabel 3). In Friesland zijn ook opnamen gemaakt die verder landinwaarts liggen.

Tabel 3. Associaties vanuit Landelijke Vegetatie Database voor de gebieden: Polders langs de Groningse kust, Marnewaard, Lauwersmeer en Friesland. Associaties die in het totaal meer dan 1 keer voorkomen worden meegenomen als doelassociatie. Associaties met '*' komen 2 keer voor, maar alleen in hetzelfde gebied en wordt daarom niet meegenomen in de verdere analyse. De associaties die als doelassociaties worden beschouwd zijn dik gedrukt.

Code	Associatie	Polders Groningse kust	Marnewaard	Lauwersmeer	Friesland	Totaal
12Ba1a	Ranunculo – Alopecuretum rorippetosum *				2	2
12Ba1b	Ranunculo – Alopecuretum typicum				1	1
12Ba1c	**Ranunculo - Alopecuretum equisetetosum palustris**	2			4	6
12Ba1d	**Ranunculo - Alopecuretum inops**			3	36	39
12Ba2	Triglochino – Agrostietum stoloniferae			1		1
12Ba2b	Triglochino – Agrostietum nasturtietosum				1	1
12Ba2c	**Triglochino – Agrostietum juncetosum gerardi**	1	6	56	8	71
12Ba3a	**Trifolio fragiferi – Agrostietum lolietosum**	2		6	4	12
12Ba3b	**Trifolio fragiferi – Agrostietum centaurietosum**			11	2	13
12Ba4b	Ononido – Caricetum armerietosum *			2		2
26Aa1a	**Puccinellietum maritimae typicum**		3	2	2	7
26Aa1b	Puccinellietum maritimae parapholidetosum *			2		2
26Aa1c	**Puccinellietum maritimae agrostietum**			1	4	5
26Aa2	Plantagini – Limonietum			1		1
26Aa3	Halimonietum portulacoides*	2				2
26Ab1a	**Puccinellietum distans typicum**			7	14	21
26Ab1b	**Puccinellietum distans polygonetosum**		1	1	3	5
26Ab3	Puccinellietum capillaris				1	1
26Ac1	Juncetum gerardi				1	1
26Ac1a	**Juncetum gerardi typicum**			5	5	10
26Ac1b	**Juncetum gerardi leontondontetosum**	1		5	5	11
26Ac2	Armerio – Festucetum litoralis *			2		2
26Ac6	**Atriplici – Elytrigietum pungentis**	2	2			4
26Ac7	Oenantho lachenalii – Juncetum maritimi			1		1
	Totaal	**10**	**12**	**106**	**93**	

Van de doelassociaties genoemd in tabel 3 zijn die plantensoorten gekozen die een presentiepercentage van meer dan 50% hebben in de presentiepercentagetabellen uit de Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.* 1996). Dit leidt tot de doelsoortenlijst in tabel 4. Ook is in deze tabel de zoutgetallensamenstelling te zien namelijk, 19 zoete soorten, 12 brakke soorten en 16 zoute soorten.

Tabel 4. Doelsoortenlijst. Met in a) soorten met zoutgetal 0 (zoet), in b) soorten met zoutgetal 1 (brak) en in c) soorten met zoutgetal 2 (zout). Deze soorten hebben een presentiepercentage van meer dan 50% in de doelassociaties (tabel 3).

a)

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Zoutgetal
Alopecurus geniculatus	Geknikte vossenstaart	0
Cardamine pratensis	Pinksterbloem	0
Eleocharis palustris	Gewone waterbies	0
Galium palustre	Moeraswalstro	0
Glyceria fluitans	Mannagras	0
Holcus lanatus	Gestreepte witbol	0
Hydrocotyle vulgaris	Gewone waternavel	0
Juncus articulatus	Zomprus	0
Lolium perenne	Engels raaigras	0
Mentha aquatica	Watermunt	0
Myosotis laxa cespitosa	Zompvergeet-mij-nietje	0
Phalaris arundinacea	Rietgras	0
Plantago major	Grote weegbree	0
Ranunculus flammula	Egelboterbloem	0
Ranunculus repens	Kruipende boterbloem	0
Rorippa sylvestris	Akkerkers	0
Rumex crispus	Krulzuring	0
Trifolium repens	Witte klaver	0

b)

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Zoutgetal
Agrostis stolonifera	Fioringras	1
Carex distans	Zilte zegge	1
Elytrigia atherica	Strandkweek	1
Elytrigia repens	Kweek	1
Festuca arundinacea	Rietzwenkgras	1
Leontondon autumnalis	Vertakte leeuwentand	1
Phragmites australis	Riet	1
Poa trivialis	Ruw beemdgras	1
Polygonum aviculare	Gewoon varkensgras	1
Potentilla anserina	Zilverschoon	1
Puccinellia distans borealis	Bleek kweldergras	1
Puccinellia distans distans	Stomp kweldergras	1
Trifolium fragiferum	Aardbeiklaver	1
Triglochin palustris	Moeraszoutgras	1

c)

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Zoutgetal
Aster tripolium	Zulte	2
Atriplex portulacoides	Gewone zoutmelde	2
Atriplex prostrata	Spiesmelde	2
Festuca rubra	Rood zwenkgras	2
Glaux maritima	Melkkruid	2
Juncus gerardi	Zilte rus	2
Limonium vulgare	Lamsoor	2
Plantago maritima	Zeeweegbree	2
Puccinellia maritima	Gewoon kweldergras	2
Seriphidium maritimum	Zeealsem	2
Spartina anglica	Engels slijkgras	2
Spergularia marina	Zilte schijnspurrie	2
Spergularia media	Gerande schijnspurrie	2
Suaeda maritima	Schorrenkruid	2
Triglochin maritima	Schorrenzoutgras	2

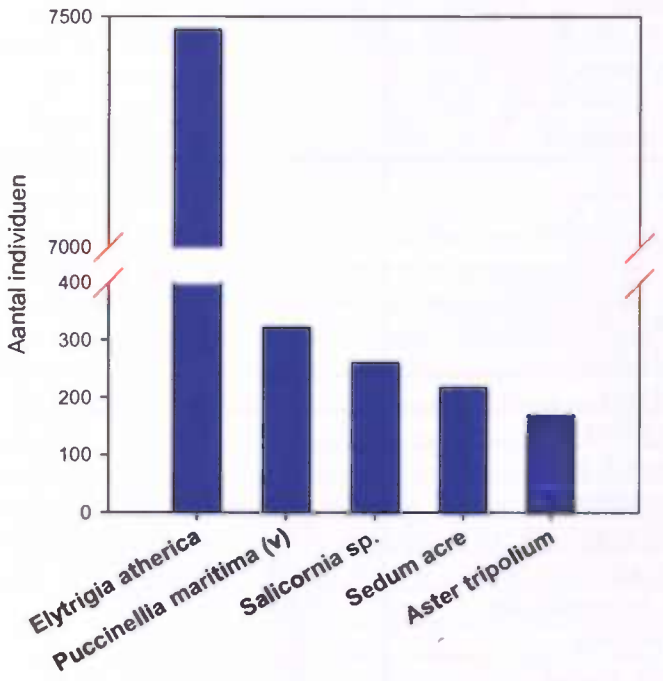
3.2 Zaaddispersie door vloedmerk

Na ongeveer 8 dagen waren de eerste planten zodanig ontkiemd of vegetatief uitgelopen, dat ze op naam konden worden gebracht. Na 43 dagen ontkiemden geen nieuwe zaden meer en is het experiment afgebroken. In het totaal zijn 44 verschillende plantensoorten uit het vloedmerk ontkiemd (tabel 6), waaronder een aantal specifieke kweldersoorten als *Salicornia sp, Seriphidium maritimum* en *Limonium vulgare*.

Over het algemeen zijn in serie 1 meer individuen per soort ontkiemd ten opzichte van serie 2 (tabel 5; bijlage 2). Uit de Paired Samples t-test blijkt dat de twee series in aantallen niet significant van elkaar verschillen (P>0.05). Deze test is op twee manieren uitgevoerd één maal met *Elytrigia atherica* (P=0.541) en één maal zonder (P=0.819), aangezien deze soort in veel grotere aantallen in het vloedmerk aanwezig is (tabel 5; bijlage 2).

In Figuur 5 is een top-5 te zien die is gebaseerd op het gemiddelde aantal individuen in de 20 genomen vloedmerk monsters. Opvallend in de resultaten zijn de zeer grote aantallen individuen van *Elytrigia atherica* (7472). De eerst volgende soorten qua aantallen individuen zijn *Puccinellia maritima* met gemiddeld 322 individuen en *Aster tripolium* gemiddeld 261 individuen. Het verschil in individu aantallen met de andere plantensoorten is dus zeer groot. Ook is *Salicornia sp.* in grote aantallen aanwezig in het vloedmerk. Ondanks dat deze soort vele op de lage kwelders voorkomt, behoort deze niet tot de doelsoorten.

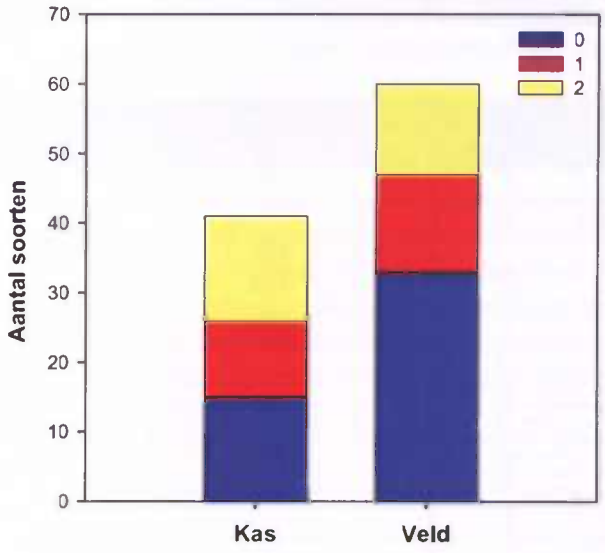
In totaal zijn 42 verschillende plantensoorten uit het vloedmerk ontkiemd in de kas (tabel 5). Al deze soorten hebben een zoutgetal toegewezen gekregen (tabel 5; bijlage 3). De verschillen in de verdeling tussen zoete, brakke en zoute soorten in het vloedmerk zijn zeer klein, met iets meer brakke en zoute soorten dan zoete soorten (figuur 6).



Figuur 5. De top 5 van plantensoorten uit het kasexperiment gebaseerd op het gemiddelde aantal individuen in 20 vloedmerk monsters.

Tabel 5. De plantensoorten ontkiemd uit het vloedmerk, gegeven per serie (n=10; 20cm x 20cm) met zoutgetal. (v)= vegetatief uitgelopen.

Soort	Aantal gekiemd		Zoutgetal
	Serie 1	Serie 2	
Cerastium fontanum vulgare	3	0	0
Cochlearia officinalis	1	0	0
Coronopus squamatus	4	9	0
Juncus bufonius	2	0	0
Juncus sp.	4	3	0
Lolium perenne (v)	58	5	0
Odontites vernus	16	2	0
Persicaria maculosa	15	2	0
Poa annua (v)	72	11	0
Poa trivialis (v)	75	56	0
Rumex obtusifolius	24	12	0
Sagina procumbens	2	0	0
Sedum acre	241	94	0
Sonchus oleraceus	2	2	0
Trifolium repens	1	2	0
Urtica urens	1	1	0
Agrostis stolonifera (v)	49	24	1
Cakile maritima	8	8	1
Elytrigia atherica	7956	6979	1
Elytrigia atherica (v)	40	12	1
Elytrigia juncea	0	3	1
Hypochaeris radicata	2	0	1
Leontondon hispidus	1	1	1
Linaria vulgaris	5	10	1
Plantago coronopus	11	5	1
Poa pratensis (v)	11	1	1
Polygonum aviculare	16	3	1
Potentilla anserina	7	1	1
Aster tripolium	188	235	2
Aster tripolium (v)	1	1	2
Atriplex littoralis	53	43	2
Atriplex portulacoides	32	23	2
Atriplex portulacoides (v)	21	20	2
Atriplex prostrata	179	196	2
Festuca rubra	1	0	2
Glaux maritima	2	1	2
Limonium vulgare	42	10	2
Plantago maritima	33	44	2
Puccinellia maritima (v)	410	152	2
Salicornia sp.	316	206	2
Seriphidium maritimum	120	129	2
Spartina anglica	0	2	2
Spergularia media	0	1	2
Suaeda maritima	88	122	2
Tripleurospermum maritimum	22	18	2
Totaal	**10129**	**8443**	



Figuur 6. Samenstelling van vegetatie aan de hand van het zoutgetal voor het totale aantal soorten aangetroffen in het vloedmerk in de kas (Kas) en op akkers in het onderzoeksgebied waar vloedmerk op is aangebracht (Veld). Legenda: 0=zoet, 1=brak, 2=zout.

3.3 Vegetatiebeschrijving

In het gehele onderzoeksgebied zijn 71 verschillende plantensoorten gevonden (bijlage 3). Over het algemeen werd de vegetatie in de plots van 1 m^2 gedomineerd door *Tripleurospermum maritimum, Trifolium repens* en *Veronica polita*. Ook *Sonchus arvensis* en *Alopecurus myosuroides* behoren bij de soorten die in grote aantallen in de plots aanwezig waren. Op de akkers waar vloedmerk op is aangebracht komen soorten als *Atriplex prostrata* en *Elytrgia atherica* in grote aantallen voor. Op de akkers zonder vloedmerk (controle akkers) waren dit vooral *Cirsium arvense* en *Cirsium vulgare*.

Het totale aantal soorten dat uit het vloedmerk in de kas is ontkiemd is 42. Op de met vloedmerk bedekte akkers zijn in het totaal 41 soorten gevonden in 60 plotjes van 1m^2. De samenstelling van de vegetatie in het verzamelde vloedmerk en de samenstelling van de vegetatie op de met vloedmerk bedekte akkers zijn weergegeven in figuur 7 en tabel 6. In de veldsituatie komen meer zoete soorten (33) voor dan in het vloedmerk in de kas (15). Tevens bevat het vloedmerk in de kas minder brakke soorten (11 vs. 14) en zijn iets meer zoute (15 vs. 13) soorten aangetroffen dan in de veldsituatie. In tabel 7 zijn de soorten te zien die slechts in 1 situatie voorkomen en kan het aantal soorten in één situatie niet of nauwelijks verschillen, maar zijn wel andere soorten aangetroffen. Ook is te zien dat vooral een aantal zoete soorten extra voorkomt op de akkers bedekt met vloedmerk (vegetatie).

Tabel 6. De aanwezigheid van het totale aantal doelsoorten in het vloedmerk (6 m^2), en de frequentie van voorkomen van doelsoorten in het veld met vloedmerk (60 m^2) en in het veld zonder vloedmerk (controle) (60 m^2). Ongelijke letter per soort geven een significant (P<0,05) verschil in frequentie weer.

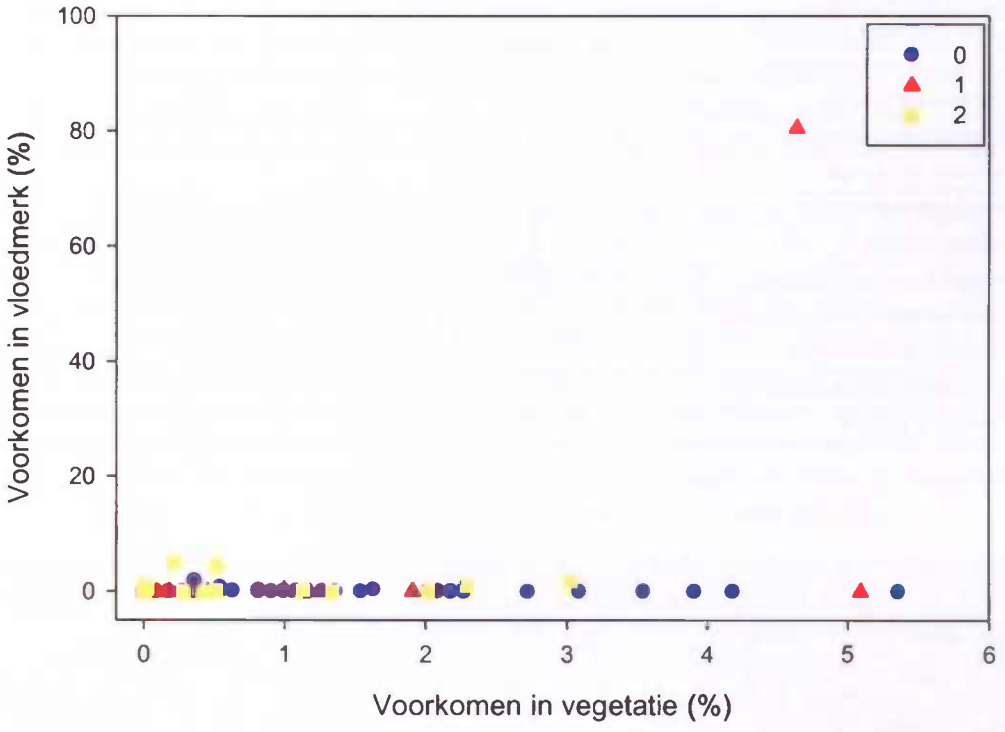
Doelsoorten	Zoutgetal	Vloedmerk (n=20)	Veld met vloedmerk (n=60)	Controle (n=60)
Agrostis stolonifera	1	73	11 [a]	10 [a]
Alopecurus geniculatus	0			
Aster tripolium	2	425	53 [a]	1 [b]
Atriplex portulacoides	2	151	20	
Atriplex prostrata	2	375	51 [a]	6 [b]
Cardamine pratensis	0			
Carex distans	1			
Eleocharis palustris	0			
Elytrigia atherica	1	14987	51	
Elytrigia repens	1		1	1
Festuca arundinacea	1			
Festuca rubra	2	1		
Galium palustre	0			
Glaux maritima	2	3	2	
Glyceria fluitans	0			
Holcus lanatus	0			
Hydrocotyle vulgaris	0			
Juncus articulatus	0			
Juncus gerardi	2			
Leontondon autumnalis	1			
Limonium vulgare	2	52	26 [a]	1 [b]
Lolium perenne	0	63	18 [a]	16 [a]
Mentha aquatica	0			
Myosotis laxa cespitosa	0			
Phalaris arundinacea	0			
Phragmites australis	1			
Plantago major	0		10 [a]	11 [a]
Plantago maritima	2	77	6 [a]	1 [a]
Poa trivialis	0	131	6 [a]	5 [a]
Polygonum aviculare	1	19	56 [a]	49 [a]
Potentilla anserina	1	8	5 [a]	1 [a]
Puccinellia distans borealis	1			
Puccinellia distans distans	1			
Puccinellia maritima	2	562	3 [a]	1 [a]
Ranunculus flammula	0			
Ranunculus repens	0			
Rorippa sylvestris	0			
Rumex crispus	0		3	
Seriphidium maritimum	2	249	56	
Spartina anglica	2	2		
Spergularia marina	2			
Spergularia media	2	1	16	
Suaeda maritima	2	210	38	
Trifolium fragiferum	1			
Trifolium repens	0	3	39 [a]	36 [a]
Triglochin maritima	2			
Triglochin palustris	1			
Totaal		**19**	**20**	**13**

Tabel 7. Soorten die slechts in 1 situatie voorkomen

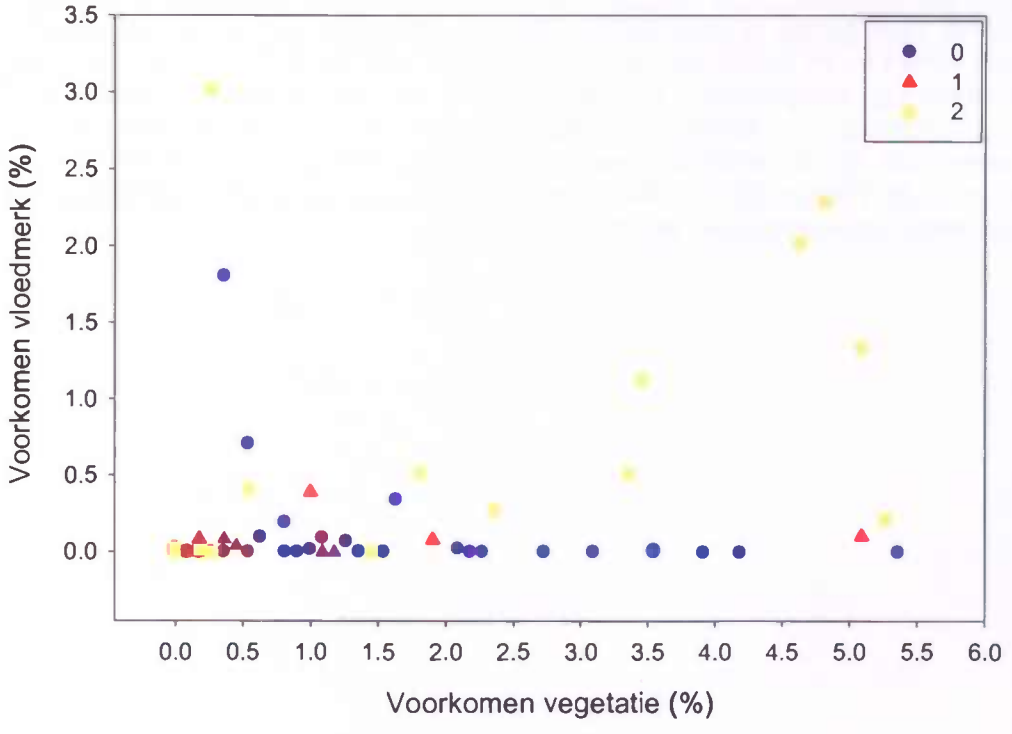
Soort	Zoutgetal	Vloedmerk	Vegetatie	Controle
Bellis perennis	0		+	
Convolvulus arvensis	0		+	
Lycopus europaeus	0		+	
Papaver rhoeas	0			+
Phleum pratense	0		+	
Rumex crispus	0		+	
Stachys palustris	0		+	
Urtica urens	0	+		
Hypochaeris radicata	1	+		
Leontondon hispidus	1	+		
Myosotis arvensis	1		+	
Myosotis ramosissima	1		+	
Festuca rubra	2	+		

Voor alle soorten is in beide situaties een presentiepercentage uitgerekend. Door de zeer grote aantallen *Elytrigia atherica* in het vloedmerk hebben de overige soorten een zeer laag presentiepercentage t.o.v. de veldsituatie (figuur 7a). Om ook van de overige soorten een duidelijker beeld te laten zien is in figuur 7b *Elytrigia atherica* weggelaten, waardoor duidelijker is dat de spreiding toch groter is. De soorten uit de vegetatie hebben hogere presentiepercentages dan de soorten die in het vloedmerk zitten. In het vloedmerk zijn meer zoute soorten aanwezig dan brakke soorten. In de vegetatie komen vooral de zoete en zoute soorten naar voren. Vooral de zoete soorten zijn duidelijk al in het veld aanwezig, aangezien de bijdrage vanuit het vloedmerk zeer gering is. Hieruit blijkt dat het inbrengen van vloedmerk vooral een bijdrage levert in de zoute soorten. Dit is ook te zien in de frequentie waarmee de doelsoorten zijn aangetroffen. Ondanks het feit dat de doelsoorten *Aster tripolium, Atriplex prostrata* en *Limonium vulgare* zowel op de akkers met vloedmerk voorkomen als op de controle akkers, is de frequentie op de controle akkers veel lager (tabel 8). Hieruit blijkt dat het vloedmerk bijdraagt aan het aantal individuen en de frequentie van voorkomen van zoute soorten.

a)



b)

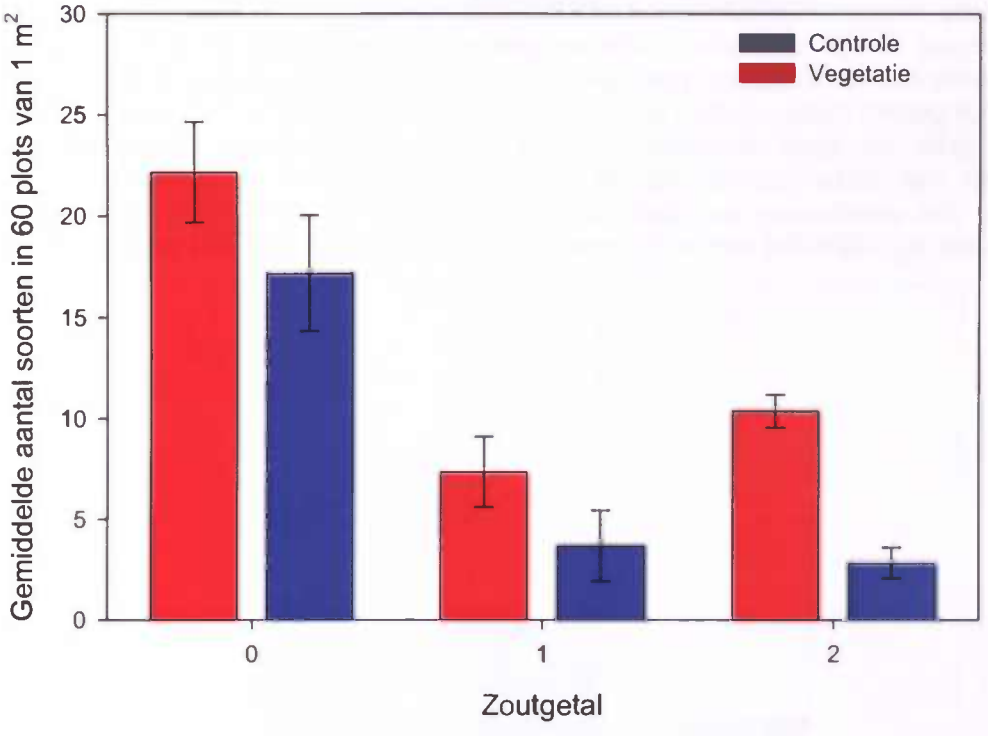


Figuur 7. Vergelijking tussen presentiepercentages in het vloedmerk en in de vegetatie: (a) met *Elytrigia atherica* en (b) zonder *Elytrigia atherica*.

Op de akkers waar vloedmerk op is aangebracht (vegetatie) zijn in totaal 64 soorten aangetroffen waarvan 21 doelsoorten, op de akkers zonder vloedmerk (controle) maar 40 soorten waarvan 18 doelsoorten. In beide veldsituaties zijn vooral zoete soorten aangetroffen (figuur 8). Wanneer de gevonden soorten worden opgesplitst naar zoutgetal is te zien dat voor alle drie de categorieën op de akkers met vloedmerk meer soorten zijn aangetroffen ($P<0.05$; tabel 7).

Tabel 8. Paired samples T-test. Per zoutgetal is getoetst of de behandeling een significant verschil geeft in het aantal soorten dat is aangetroffen.

	Paired Differences		t	df	P
	Mean	Std. Deviation			
Zoutgetal 0; Vegetatie vs. controle	5.00000	3.52136	3.478	5	.018
Zoutgetal 1; Vegetatie vs. controle	3.66667	2.42212	3.708	5	.014
Zoutgetal 2; Vegetatie vs. controle	7.50000	1.37840	13.328	5	.000



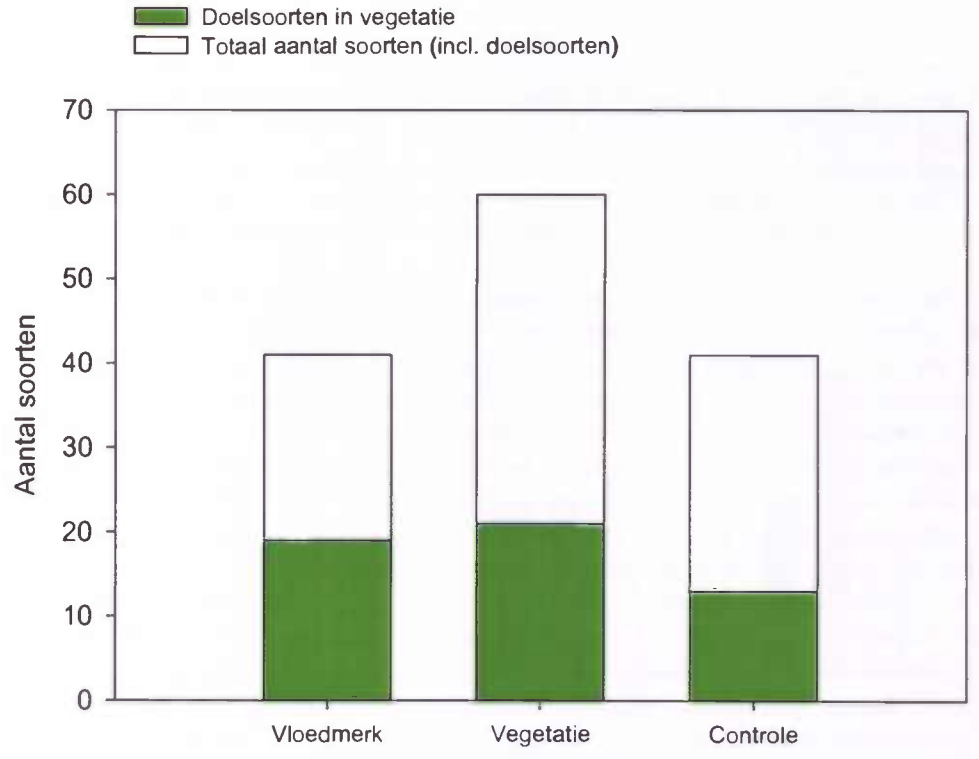
Figuur 8. Samenstelling van vegetatie aan de hand van het zoutgetal. Gegeven het gemiddelde aantal soorten met standaard deviatie over 60 plots van 1m².

Wanneer de doelsoortenlijst wordt vergeleken met de soorten die uit het vloedmerk kwamen, de vegetatie van de akkers waarop vloedmerk is aangebracht en met de akkers waar geen vloedmerk op was aangebracht, blijkt dat de meeste doelsoorten op de met vloedmerk bedekte akkers zijn waargenomen. Het aantal doelsoorten dat in de kas uit het vloedmerk was opgekomen verschilt op 1 soort door het ontbreken van *Plantago major* in het vloedmerk. Tevens kan worden opgemerkt dat een aantal soorten in grotere aantallen in het vloedmerk aanwezig was dan op de met vloedmerk bedekte akkers, zoals *Puccinellia maritima* en *Plantago maritima* (tabel 8).

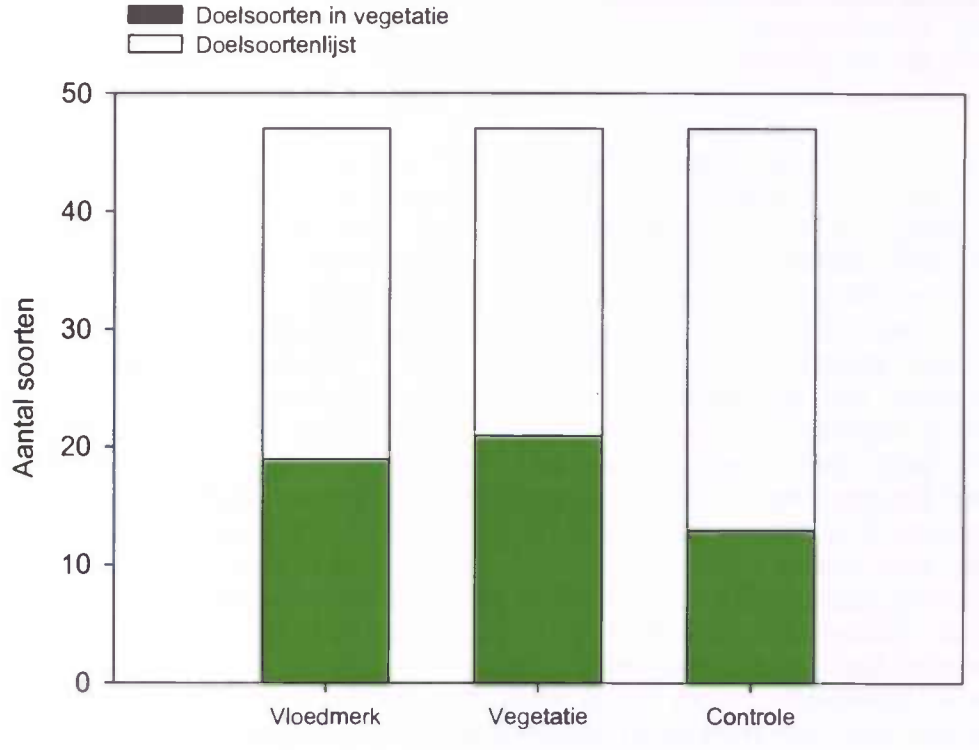
In figuur 9a zijn de aantallen aangetroffen doelsoorten weergegeven ten opzichte van het totale aantal soorten dat per situatie is waargenomen. Hier is te zien dat in de controle situatie het geringste aantal doelsoorten wordt aangetroffen. In figuur 9b is weergegeven hoeveel doelsoorten van de doelsoortenlijst in de drie verschillende situaties zijn waargenomen. Van de 47 soorten van de doelsoortenlijst is 40% opgekomen in het vloedmerk, 43% op de akkers met vloedmerk (vegetatie) en 28% in de controle situatie. Duidelijk is dat in de controle situatie minder doelsoorten aanwezig zijn dan in het vloedmerk of op de akkers met vloedmerk. Van de 47 doelsoorten zijn 25 soorten niet aangetroffen in het vloedmerk of in de vegetatie. Het gaat hierbij om 14 zoute soorten, 8 brakke soorten en 3 zoute soorten.

In figuur 10 zijn de aantallen doelsoorten per situatie opgesplitst naar de zoutgetallen. Wanneer het vloedmerk wordt vergeleken met de controle situatie is duidelijk te zien dat de zoete soorten voornamelijk al in het veld aanwezig zijn, maar dat de zoute soorten vooral in het vloedmerk worden gevonden. De brakke soorten zijn gelijk verdeeld over de drie situaties. Wat opvalt, is het aantal zoute soorten in de controle situatie. Aangezien deze soorten niet meer in de zaadvoorraad in de bodem worden verwacht door de korte levensduur in de bodem. Wanneer de frequentie van voorkomen van deze soorten op de controle akkers wordt vergeleken met de frequentie van voorkomen van deze zelfde soorten op de met vloedmerk bedekte akkers (tabel 8), blijkt dat het in de controle situatie slechts om een enkel individu gaat.

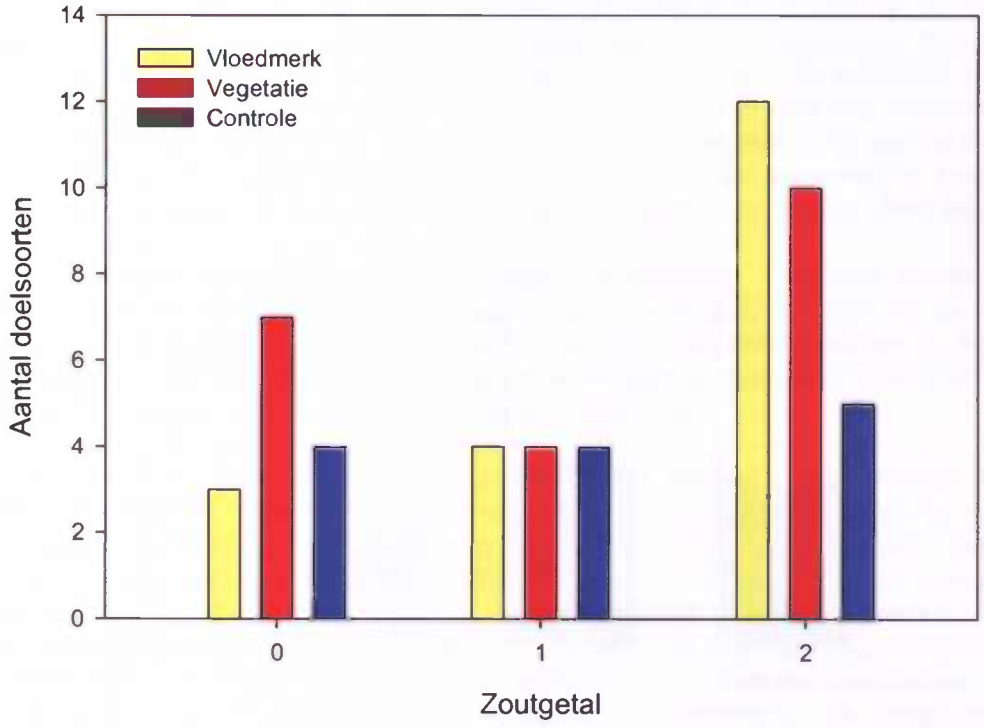
a)



b)



Figuur 9. Het aantal aanwezige doelsoorten in het vloedmerk, in het veld op akkers met vloedmerk (vegetatie) en in het veld op akkers zonder vloedmerk (controle) ten opzichte van (a) het totaal aantal soorten gevonden per situatie en (b) de doelsoortenlijst.



Figuur 10. Het aantal gevonden doelsoorten per zoutgetal verdeeld over de verschillende situaties: in het vloedmerk, op de akkers met vloedmerk (vegetatie) en op de akkers zonder vloedmerk (controle).

4. Discussie en Conclusie

In het uitbreidingsgebied Klutenplas moet zich een binnendijkse kweldervegetatie gaan ontwikkelen. Door de beperkte natuurlijke dispersieomstandigheden in dit gebied wordt de vestiging van de doelvegetatie bemoeilijkt. Om deze dispersieproblemen te overkomen is vloedmerk aangebracht. In hoeverre draagt het inbrengen van vloedmerk bij aan de vestiging van de doelvegetatie?

Voor het samenstellen van een doelsoortenlijst zijn criteria gekozen om tot de doelassociaties te komen. Hierbij is vooral gelet op het brakke – zoute karakter van de doelvegetatie en op het voorkomen van deze doelassociatie op de buitendijkse kwelders of in binnendijkse zoute kwel gebieden. Aangezien het perceel van zoute kwel wordt voorzien is het water licht brak maar wordt door regenwater verzoet. Voor het herstel van een binnendijkse brakke vegetatie moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid van een plantengemeenschap om in dergelijke omstandigheden te kunnen functioneren. De ligging ten opzichte van de dijk is tweeledig. Ten eerste zullen de doelsoorten afkomstig moeten zijn uit het vloedmerk dat de vegetatie van de kwelder representeert (Bakker *et al.* 2001; Persicke *et al.* 1999). Ten tweede de ligging van het in te richten perceel. Deze is binnendijks gesitueerd en zal geen getijdenbeweging en slibafzetting ondervinden. Daarnaast is ook rekening gehouden met inundatieperiodes. De Stichting het Groninger Landschap wil het doelgebied een langdurige periode onder water zetten. De associaties die buitendijks gevonden worden hebben echter maar een korte inundatieperiode aangezien deze afhankelijk is van de getijdenbeweging. Verder is gekeken naar de sliblaag die aanwezig moet zijn voor de doelassociatie om te groeien. Aangezien de meeste brakke-zoute associaties op de buitendijkse kwelders groeien, staan ze op een slibrijke grond. De zee neemt bij hoogwater slib mee dat achter blijft met afgaand water. Doordat het doelgebied binnendijks ligt is deze slibafzetting niet aanwezig en zal de groei van deze associaties kunnen bemoeilijken.

De resultaten laten duidelijk zien dat het vloedmerk een goede bron is voor een groot aantal verschillende plantensoorten. Het gaat hierbij dan vooral om de kweldersoorten die in het vloedmerk aanwezig zijn. Voorafgaand aan het veldexperiment is de potentie van het vloedmerk in de kas bepaald. Hieruit bleek dat twintig plantensoorten in het vloedmerk aanwezig zijn. Uit ongepubliceerde resultaten van Wolters (2005) blijkt na analyse van vloedmerk ook de conclusie dat vloedmerk een potentiële verspreider is van een groot aantal verschillende kwelderplanten. Gerlach *et al.* (1999) lieten zien dat de samenstelling van vloedmerk sterk gerelateerd is aan de vegetatie op de voorliggende kwelder. Wanneer de soorten van het vloedmerk worden vergeleken met de doelsoortenlijst, blijkt een aantal doelsoorten in het vloedmerk te ontbreken. Hierdoor zullen deze dus niet met het vloedmerk in het gebied worden gebracht, tenzij deze soorten al in de zaadvoorraad van de bodem aanwezig zijn. Dit laatste geldt echter alleen voor de ruderale doelsoorten, de ontbrekende brakke en zoute soorten zullen op een andere manier in het gebied terecht moeten komen. Aangezien dit niet zal gebeuren via natuurlijke verbreiding (Bakker 1996; Bakker 2001; Tackenberg 2003), zal moeten worden gekeken naar de mogelijkheid om deze in te zaaien. Opvallend is het aantal individuen van *Salicornia sp.* in het vloedmerk. Deze soort komt veel voor op de lage kwelders. Desondanks is deze soort niet aanwezig op de doelsoortenlijst, aangezien deze soort alleen in het *Thero-Salicornietum* voorkomt.

De resultaten van het huidige onderzoek laten zien dat op de akkers waar geen vloedmerk op is aangebracht duidelijk minder verschillende soorten aanwezig zijn dan op de akkers waar wel vloedmerk op is aangebracht. Tevens zijn op de met vloedmerk bedekte akkers meer doelsoorten aangetroffen dan op de onbedekte akkers, zoals ook werd geconcludeerd door Hölzel *et al.* (2003) en door Kiehl and Wagner (2006) voor een grasland met ingebracht maaisel. De aantallen soorten die bij de verschillende behandelingen zijn aangetroffen, zijn niet per definitie dezelfde soorten die zijn aangetroffen. Dit leidt ertoe dat ondanks een gelijk aantal soorten per behandeling, een andere samenstelling van de vegetatie aanwezig is. Hierdoor kan het verschil tussen de behandelingen ongemerkt groter zijn dan de data laten zien.

Tevens is de frequentie waarmee soorten voorkomen voor met name de zoute soorten op de controle akkers veel lager dan in de vegetatie. Toch zijn deze soorten door hun aanwezigheid hoe gering dan ook geteld en meegenomen in de analyse. Hierdoor wordt het verschil tussen de verschillende zoutgetallen kleiner en daarmee het effect van het inbrengen van vloedmerk afgezwakt.

Smith heeft in 2004 in de Emmapolder in het gebied Ruidhorn een soortgelijk experiment (met vloedmerk) uitgevoerd. Dit gebied was echter ingezaaid met een mengsel van grassen om de ontkieming en verspreiding van akkeronkruiden tegen te gaan. In het veldexperiment van Smith (2004) kwamen echter maar zeven soorten tot ontkieming van de 22 soorten die in het vloedmerk waren aangetroffen, waarmee de realisatie van de vloedmerkpotentie in het veld erg laag is. Tevens blijkt dat in het betreffende studiegebied vooral op de vooraf met gras ingezaaide plots na aanbrengen van vloedmerk geen kweldersoorten aanwezig zijn, terwijl op de niet ingezaaide plots na aanbrengen van vloedmerk juist de kweldersoorten opgekomen zijn (Bakker *et al.* 2002). In plots met een lage bedekking van de omringende vegetatie bleek dat de ontkieming van soorten uit het vloedmerk gunstiger is dan in plots met een hoge bedekking van de omringende vegetatie (Smith 2004). Deze bevindingen staven de huidige resultaten dat het grootste aantal verschillende planten en vooral doelsoorten zijn opgekomen op akkers waar geen grasmengsel was ingezaaid (gehele gebied uitbreiding Klutenplas), maar wel een laag vloedmerk op was aangebracht.

Wanneer de resultaten van dit onderzoek worden vergeleken met andere gebieden waar vloedmerk was verzameld en de samenstelling onderzocht, blijkt dat de dominerende soorten overeenkomsten vertonen zoals: *Aster tripolium, Puccinellia maritima, Atriplex sp.* en *Elytrigia sp.* (Persicke 1999; Wolters 2002). Wolters *et al.* (2002) heeft afhankelijk van de leeftijd van de kwelder, gemiddeld tussen de 268,3±33,4 en 1732,4±315,5 zaden gevonden in het vloedmerk. Persicke *et al.* (1999) vonden verspreid over een aantal gebieden tussen de 1,6 en 88,1 zaden in het vloedmerk. In het huidige onderzoek zijn gemiddeld 929,3 zaden gevonden in het vloedmerk. De verschillende aantallen soorten in het vloedmerk zijn ook zeer verschillend. Zo vonden Wolters *et al.* (2002) afhankelijk van de leeftijd van de kwelder tussen de 14 en 30 soorten, Persicke *et al.* (1999) vonden 84 soorten en in het huidige onderzoek zijn 41 soorten in het vloedmerk gevonden. Het is duidelijk dat de leeftijd van de voorliggende kwelder zeer bepalend (Wolters 2002) is voor de aantallen soorten en zaden die in het vloedmerk worden gevonden en zoals al eerder genoemd is ook het tijdstip waarop het vloedmerk wordt bemonsterd (Bakker *et al.* 2001; Smith 2004) zeer bepalend.

De groei van de vegetatie in het gehele gebied ging vrij langzaam, wat kan worden verklaard door een zeer droge periode ten tijde van het veldexperiment. Tijdens de controles voorafgaand aan de vegetatieopnamen werd geobserveerd dat op plaatsen met een dikkere laag vloedmerk de groei sneller ging. Dit kan worden verklaard doordat op deze plaatsen vocht (langer) wordt vastgehouden door het vloedmerk. Wolters (ongepubliceerde resultaten) meldde al dat een hoge grondwaterstand een positief effect heeft op de ontkieming van zaden.

Uit deze gegevens kan worden geconcludeerd dat het inbrengen van vloedmerk wel degelijk bijdraagt aan de vestiging van kweldersoorten in een nieuw te ontwikkelen gebied, als mede aan de vestiging van doelsoorten. Hierbij moet rekening worden gehouden met de beschikbaarheid van vocht om de ontkieming, en daarmee de vestiging, te stimuleren. Ondanks de goede resultaten zijn een aantal doelsoorten niet in het veld opgekomen. Het gaat vooral om de zoete en een aantal brakke soorten die ontbreken in het vloedmerk en de zaadvoorraad in de bodem. Deze soorten zouden in hooi aanwezig kunnen zijn van een referentievegetatie en op een vergelijkbare manier als met het vloedmerk in het doelgebied kunnen worden uitgereden.

Voor vestiging op de lange termijn moeten soorten direct zaden produceren. Wolters en Bakker (2002) hebben voor 21 kweldersoorten de levensduur van de zaden in de zaadvoorraad in de bodem berekend. Van deze soorten hadden 10 soorten een korte, 3 soorten een middelmatige en 8 soorten een lange levensduur. In het volgende seizoen kunnen van enkele soorten nog zaden ontkiemen en vervolgens nieuwe zaden produceren. Zoals al eerder genoemd zullen distels als *Cirsium arvense* en *Cirsium vulgare* worden gemaaid om de verbreiding van de soort tegen te gaan. Hierbij zal moeten worden gelet op het bloeien van de doelsoorten. Wanneer deze tijdens de bloei of daarvoor worden omgemaaid kunnen geen nieuwe zaden worden verbreid en wordt de ontwikkeling van een nieuwe vegetatie tegen gehouden. Tevens zal hier rekening mee moeten worden gehouden met het toekomstige beheer van het gebied.

In de vegetatie van Nederland (Schaminée 1996) staat voor bijna elke associatie genoemd hoe het beheer dient te zijn om de betreffende associatie in stand te houden. Voor de doelassociaties is vooral extensieve begrazing door vee (koeien of schapen) van belang. Daarnaast profiteren enkele gemeenschappen van een inundatieperiode. Als laatste worden open plekken in de vegetatie genoemd voor de vestiging van nieuwe planten.

Na een recent bezoek aan de Klutenplas is gebleken dat enkele doelsoorten als *Aster tripolium* en *Salicornia sp.* hebben gebloeid en zaad geproduceerd. Nadat de distels in het gebied waren gemaaid is een grote hoeveelheid zeewater het gebied in gepompt om de hergroei van deze planten nadelig te beïnvloeden. Juist voor de *Aster tripolium* en *Salicornia sp.* heeft dit gunstige gevolgen gehad. Ook soorten als *Seriphidium maritimum*, *Atriplex prostrata* zijn goed gegroeid.

Literatuurlijst

Bakker, J.P., Poschlod, P., Strykstra, P., Bekker, R.M. & Thompson, K., 1996, Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botanica. Neerlandica* 45: 461-490

Bakker, J.P., G. van der Brink, G.L. Verweij & P. Esselink, 2001. Zaadvoorraad en dispersie bij een proefverkweldering in Noard-Fryslân Bûtendyks, *De Levende Natuur* 102(1) 19-23

Bakker, J.P., Esselink, P., Dijkema, K.S., van Duin, W.E. & de Jong, D.J., 2002, Restoration of salt marshes in the Netherlands, *Hydrobiologia* 478: 29-51

Bosch, G.J., 2004, Natuurontwikkeling van zilte vegetatie binnendijks in Zeeland en Groningen. Natuurontwikkeling binnen milieukundige en ecologische kaders., Doctoraalverslag OUNL/RUG

Duin, W.E. van & Dijkema, K.S., 2002, Concept beheerplan Klutenplas en de binnendijkse gebieden Nieuw Lotven, Uitbreiding Klutenplas en Deikum. Alterra, Texel/Wageningen

Duin, W.E. van, Esselink, P.J., Bos, D., Klaver, R., Verweij, G. en van Leeuwen, P.W., 2006, Proefverkweldering Noard-Fryslân Bûtendyks, Evaluatie monitoring 2000-2005 (concept)

Ellenberg, H., 1991, Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa., *Scripta Geobotanica,* Göttingen, 18:248 S.

Gerlach, A., Brüning, T. & Brüning, K., 1999, Untersuchungen zur Zusammensetzubg und Herkunft von Getreibsel ('Teek') an der niedersächsischen Nordseeküste. Internal report Carl von Ossietzky-Universität, Oldenburg

Hölzel, N. & Otte, A., 2003, Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material., *Applied Vegetation Science* 6:131-140

Kiehl, K. & Wagner, C., 2006, Effect of hay transfer on long-term establishment of vegetation and grasshoppes on former arable fields., *Restoration Ecology* 14:157-166

Kruijne, A.A. en de Vries, D.M.,1990, Vegetatieve herkenning van onze Graslandplanten, Drukkerij Veenman, Wageningen

Leest, A. van der, 2006, Grote Historische Topografische Atlas Groningen 1900-1930, 1:25000, Uitgeverij Nieuwland, Tilburg

Meijden, R. van der, 1996, Heukels' Flora van Nederland, Wolters-Noordhoff, Groningen

Persicke, U., Gerlach, A., Heiber, W., 1999, Zur botanischen Zusammensetzung von Treibsel der niedersächsischen Deichvorländer und Deichabsnitte., *DROSERA*, 1:23-34

Schaminée, J.H.J., Stortelder, A.H.F. & Weeda, E.J., 1996a, De Vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden., Opulus Press, Uppsala

Schaminée, J.H.J., Stortelder, A.H.F. & Weeda, E.J., 1996b, De Vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus., Opulus Press, Uppsala

Scherfose, V.,1987, Salz-Zeigerwerte von Gefässpflanzen der Salzmarschen, Tideröhrichte und Salzwassertümpel an der Deutschen Nord-und Ostseeküste., *Jahresbericht.Forschungsstelle Küste Norderney* 39: 31-82

Smith, A.M., 2004, Herstel van kweldervegetatie in een binnendijks gebied in Noord Groningen: Compensatie van het verlies van buitendijkse kwelders. Afstudeerverslag OUNL/RUG

Tackenberg, O., Poschlod, P. and Bonn, S., 2003, Assessment of wind dispersal potential in plant species *Ecological Monographs* 73: 191-105

Weeda, E.J., Schaminée, J.H.J. en van Duuren, L., 2003, Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland. Deel 3. Kust en binnenlandse pioniermilieus. KNNV Uitgeverij, Utrecht

Wierenga, W., 2002, Nieuwe brakke natuur, *Golden Raand* herfst, Stichting het Groninger Landschap.
www.groningerlandschap.nl/pdf/goldenraandherfst2002.pdf

Wolters, M. & Bakker, J.P., 2002, Soil seed bank and driftline composition along a successional gradient on a temperate salt marsh, *Applied Vegetation Science* 5: 55-62.

Wolters, M., Garbutt, A. and Bakker, J.P., 2005a, Plant colonization after managed realignment: the relative importance of diaspore dispersal, *Journal of Applied Ecology* 42: 770-777

Wolters, M., Garbutt, A. and Bakker, J.P., 2005b, Salt-marsh restoration: evaluating the success off de-embankments in north-west Europe, *Biological Conservation* 123: 249-268

Wolters-Noordhoff Atlasproduktie & Topografische dienst Nederland, 1998, Grote Topografische atlas Nederland, dl.2 Noord-Nederland, 1:50000, Wolters-Noordhoff, Groningen

Zobel, M., van der Maarel, E., Dupré, C., 1998, Speciespool: the concept, its determination and significance for community restoration, *Applied Vegetation Science*, 1:55-66

http://home.deds.nl/~dhuizinga/genealogie/geschiedenis/geschiedenis.html

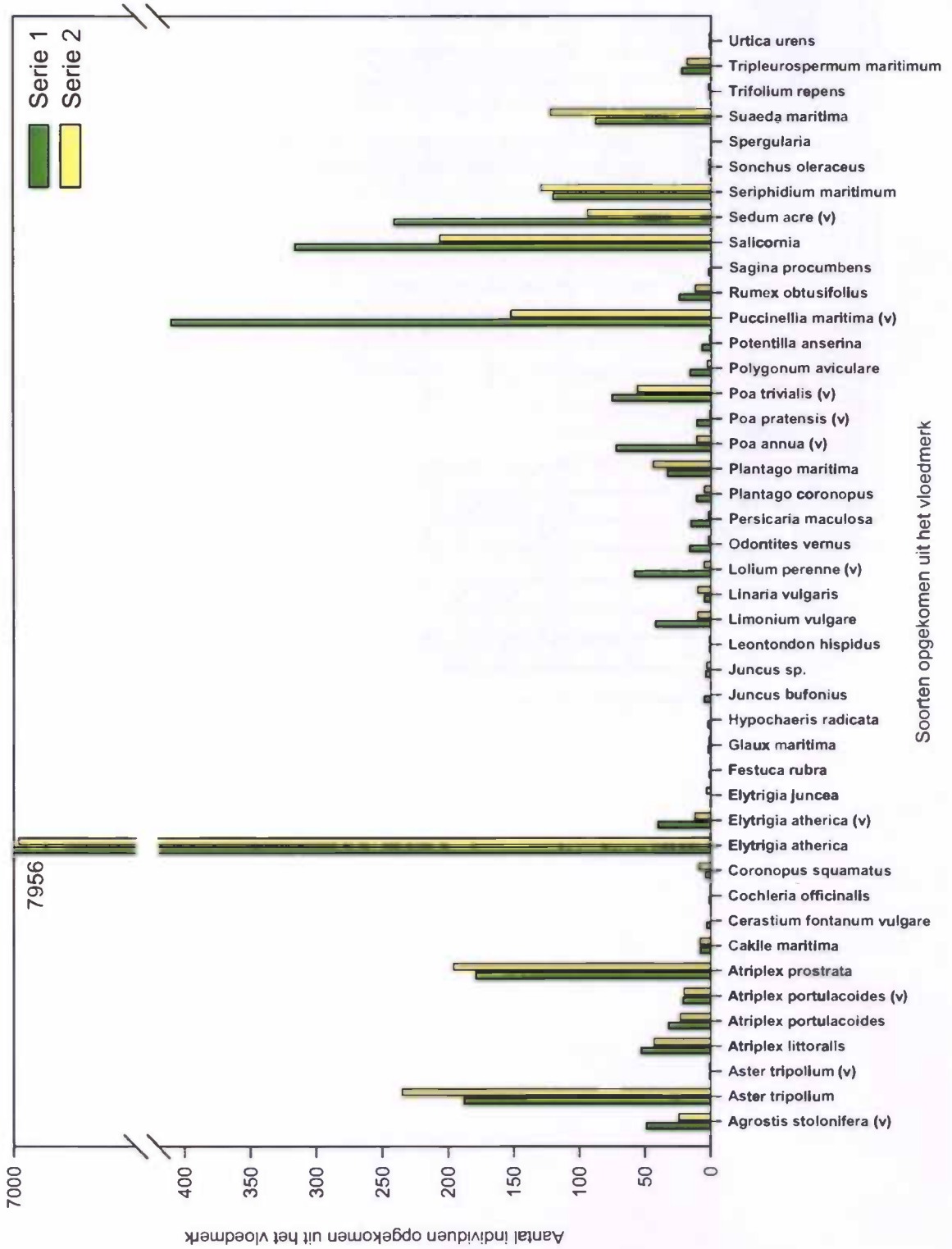
Bijlage 1. Presentiepercentages plantensoorten uit doelassociaties

In onderstaande tabel zijn plantensoorten uit de gekozen associaties gegroepeerd op presentiepercentage, aan de hand van tabellen in Vegetatie van Nederland (Schamineé 1996). De naamgeving van de plantensoorten is gelijk aan de naamgeving gebruikt in Schaminée (1996). De gearceerde cellen geven de aanwezigheid van de soort in de betreffende groep weer.

Wetenschappelijke naam	100 - 61 %	100 - 51 %	100 - 41 %	100 - 31 %
Agrostis stolonifera	▨	▨	▨	▨
Alopecurus geniculatus	▨	▨	▨	▨
Armeria maritima				▨
Artemisia maritima		▨	▨	▨
Aster tripolium	▨	▨	▨	▨
Atriplex portulacoides	▨	▨	▨	▨
Atriplex prostrata	▨	▨	▨	▨
Berula erecta				▨
Cardamine pratensis	▨	▨	▨	▨
Carex distans		▨	▨	▨
Carex hirta			▨	▨
Carex nigra				▨
Centaurium pulchellum			▨	▨
Cirsium arvense				▨
Eleocharis palustris	▨	▨	▨	▨
Elymus athericus	▨	▨	▨	▨
Elymus repens	▨	▨	▨	▨
Equisetum palustre			▨	▨
Festuca arundinacea		▨	▨	▨
Festuca rubra	▨	▨	▨	▨
Festuca rubra litoralis	▨	▨	▨	▨
Galium palustre	▨	▨	▨	▨
Glaux maritima	▨	▨	▨	▨
Glyceria fluitans	▨	▨	▨	▨
Glyceria maxima				▨
Holcus lanatus		▨	▨	▨
Hordeum secalinum			▨	▨
Hydrocotyle vulgaris	▨	▨	▨	▨
Juncus articulatus	▨	▨	▨	▨
Juncus gerardi	▨	▨	▨	▨
Leontondon autumnalis	▨	▨	▨	▨
Limonium vulgare	▨	▨	▨	▨
Lolium perenne	▨	▨	▨	▨
Lotus corniculatus			▨	▨
Mentha aquatica		▨	▨	▨
Myosotis laxa cespitosa	▨	▨	▨	▨
Myosotis palustris				▨

Wetenschappelijke naam	100 - 61 %	100 - 51 %	100 - 41 %	100 - 31 %
Odontites vernus serotinus				
Phalaris arundinacea				
Phragmites australis				
Plantago coronopus				
Plantago major				
Plantago maritima				
Poa annua				
Poa trivialis				
Polygonum amphibium				
Polygonum aviculare				
Potentilla anserina				
Potentilla reptans				
Puccinellia distans borealis				
Puccinellia distans distans				
Puccinellia fasciculata				
Puccinellia maritima				
Ranunculus flammula				
Ranunculus repens				
Rorippa sylvestris				
Rumex crispus				
Sagina procumbens				
Scirpus lacustris tabernaem				
Spartina townsendii				
Spergularis media				
Spergularia marina				
Suaeda maritima				
Trifolium fragiferum				
Trifolium repens				
Triglochin maritima				
Triglochin palustris				

Bijlage 2. Aantal Individuen opgekomen in vloedmerk



Bijlage 3. Aangetroffen plantensoorten

In onderstaande tabel zijn alle plantensoorten weergegeven die tijdens dit onderzoek zijn gedetermineerd in de vloedmerkmonsters (n=20) en tijdens de vegetatieopnamen in het veld, op de akkers met vloedmerk (vegetatie, n=60) en op de akkers zonder vloedmerk (controle, n=60). Tevens zijn de toegewezen zoutgetallen aangegeven, waarbij 0 = zoet, 1 = brak en 2 = zout. Wanneer een 'R' staat aangegeven betekent dit dat deze soort buiten de plots wel aanwezig was.

Wetenschappelijke naam	Zoutgetal	Vloedmerk	Vegetatie	Controle
Agrostis stolonifera (v)	1	73	11	10
Alopecurus myosuroides	0		39	42
Aster tripolium	2	425	53	1
Atriplex littoralis	2	96	37	9
Atriplex portulacoides	2	96	20	
Atriplex prostrata	2	375	51	6
Bellis perennis	0		6	
Cakile maritima	1	16	2	
Capsella bursa-pastoris	0		30	7
Cerastium fontanum vulgare	0	3	11	3
Chenopodium album	0		R	
Cirsium arvense	0		24	23
Cirsium vulgare	0		15	13
Cochlearia officinalis officinalis	0	1	2	
Convolvulus arvensis	0		1	
Coronopus squamatus	0	13	14	
Elytrigia atherica	1	14987	51	
Elytrigia juncea	1	3	2	
Elytrigia repens	1		1	1
Epilobium hirsutum	0		17	19
Epilobium tetragonum	1		12	6
Festuca rubra	2	1		
Galeopsis tetrahit	0		2	1
Galium aparine	0		4	1
Glaux maritima	2	3	2	
Hypochaeris radicata	1	2		
Juncus bufonius	0	5		
Lamium amplexicaule	0		25	3
Leontondon hispidus	1	2		
Limonium vulgare	2	52	26	1
Linaria vulgaris	1	15	21	3
Lolium perenne (v)	0	63	18	3
Lycopus europaeus	0		R	
Matricaria discoidea	0		6	1
Medicago lupulina	0		1	4
Myosotis arvensis	1		2	
Myosotis ramosissima	1		1	
Odontites vernus	0	18	7	
Papaver rhoeas	0		R	2
Persicaria maculosa	0	17	12	6
Phleum pratense	0			

Wetenschappelijke naam	Zoutgetal	Vloedmerk	Vegetatie	Contole
Plantago coronopus	1	16	4	
Plantago major	0		10	11
Plantago maritima	2	77	6	1
Poa annua (v)	0	83	25	45
Poa pratensis (v)	1	12	2	
Poa trivialis (v)	0	131	6	5
Polygonum aviculare	1	19	56	49
Potentilla anserina	1	8	5	1
Puccinellia maritima (v)	2	562	3	1
Ranunculus sceleratus	0		1	1
Rorippa sylvestris	0		R	
Rumex crispus	0		3	
Rumex obtusifolius	0	36	9	
Sagina procumbens	0	2		1
Salicornia	2	522	3	
Sedum acre	0	335	4	
Senecio vulgaris	0		46	30
Seriphidium maritimum	2	249	56	
Sonchus arvensis	0		59	54
Sonchus oleraceus	0	4	23	19
Spartina anglica	2	2		
Spergularia media	2	1	16	
Stachys palustris	0		3	
Stellaria media	0		34	17
Suaeda maritima	2	210	38	
Taraxacum officinale	1		13	11
Trifolium repens	0	3	39	36
Tripleurospermum maritimum	2	40	58	56
Tussilago farfara	0		9	13
Urtica urens	0	2	9	
Veronica polita	0		43	39