

Het herstel van het vroongrondengebied Midden- en Oostduinen op Goeree

M. Annema

A.J.M. Jansen

De duinen van Goeree staan reeds lang in de belangstelling van vegetatiekundigen en landschapsecologen (Weevers 1921, 1940; Westhoff et al. 1961; De Boer & Sennef 1966). Deze belangstelling kwam voort uit de grote variatie aan plantengemeenschappen op korte afstand; variatie die tot stand kwam door de vele gradiënten, zoals van zoet naar brak, van kalkarm naar kalkrijk en van droog naar nat. Terreinen als de Westduinen, Oostduinen, Middelduinen, Kwade Hoek, Preekhilpolder, Kleistee, Springertduinen en Grevelingen zijn bij velen bekend om hun rijke flora en vegetatie. Al deze gebieden worden als natuurreserveaat beheerd.

In de jaren zeventig stonden de natuurwaarden van veel Goereese duingebieden onder druk. Beijersbergen et al. (1982) maakten zich grote zorgen over de gevolgen van het stopzetten van begrazing in de Middelduinen en de effecten van waterwinning in de Oost- en Middelduinen: "In 1972 werd met de eeuwenlang uitgevoerde begrazing van het gebied gestopt, waardoor het duin in korte tijd is verruigd. Het zuidelijke terreingedeelte heeft sindsdien een complete metamorfose ondergaan. Ter plaatse zijn alle valleitjes onder invloed van geïnfiltrerd water geraakt, met als gevolg enorme groei van tal van oever- en ruigteplanten ons goed bekend van voedselrijke wateren. Van de vegetaties van hei- en schraallanden, die vooral in dit gedeelte

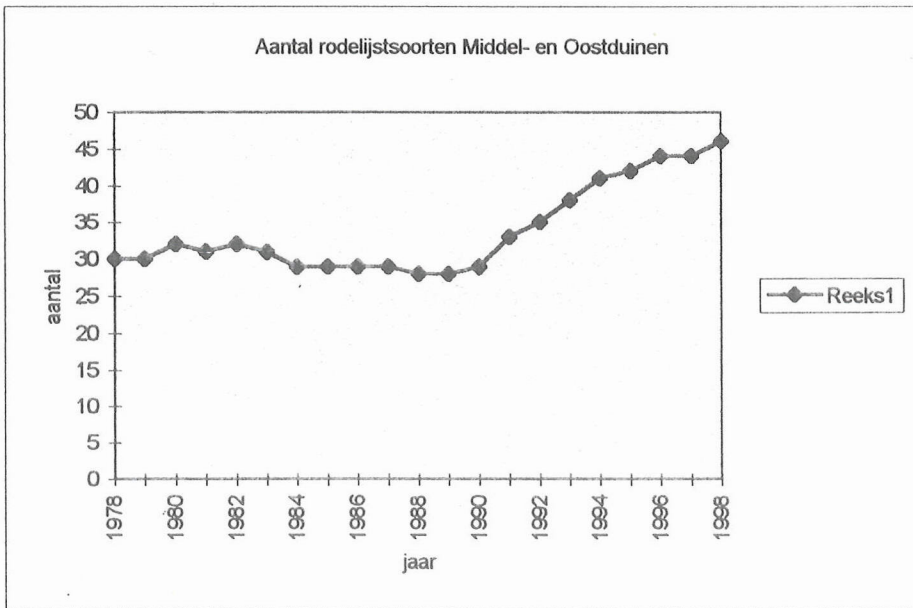
werden aangetroffen, is weinig meer terug te vinden. Slechts hier en daar herinnert een verdwaalde gentiaan ons aan wat Westhoff c.s. (1970) eens beschreven hebben als de meest rijk ontwikkelde groeiplaats van gentianen in de Nederlandse duinen."

Sinds 1982 is de achteruitgang van de natuurwaarden in de Middel- en Oostduinen nog enige tijd doorgestaan, maar daarna trad geleidelijk herstel op (Annema & Jansen 1996). In 1996 is het aantal soorten van de Rode Lijst (Weeda et al. 1990) in de Middel- en Oostduinen weer vrijwel gelijk aan het vroegere (zie figuur 1). Dit herstel geldt niet alleen voor grondwateronafhankelijke soorten, maar eveneens voor grondwaterafhankelijke. Het herstel van Rode Lijstsoorten gaat samen met het herstel van de plantengemeenschappen waarin deze soorten voorkomen.

In dit artikel willen wij beschrijven waarom bepaalde plantengemeenschappen met daarin thuishorende soorten zich in de Middel- en Oostduinen hersteld hebben sinds in 1981 opnieuw met actief natuurbeheer werd begonnen, terwijl de waterwinning gehandhaafd bleef en zelfs geïntensiveerd werd.

Korte terreinschets

De Middel- en Oostduinen (204 ha) zijn kopjesduingebieden, die zijn ontstaan na 800. De gebieden zijn zogenaamde vroom-

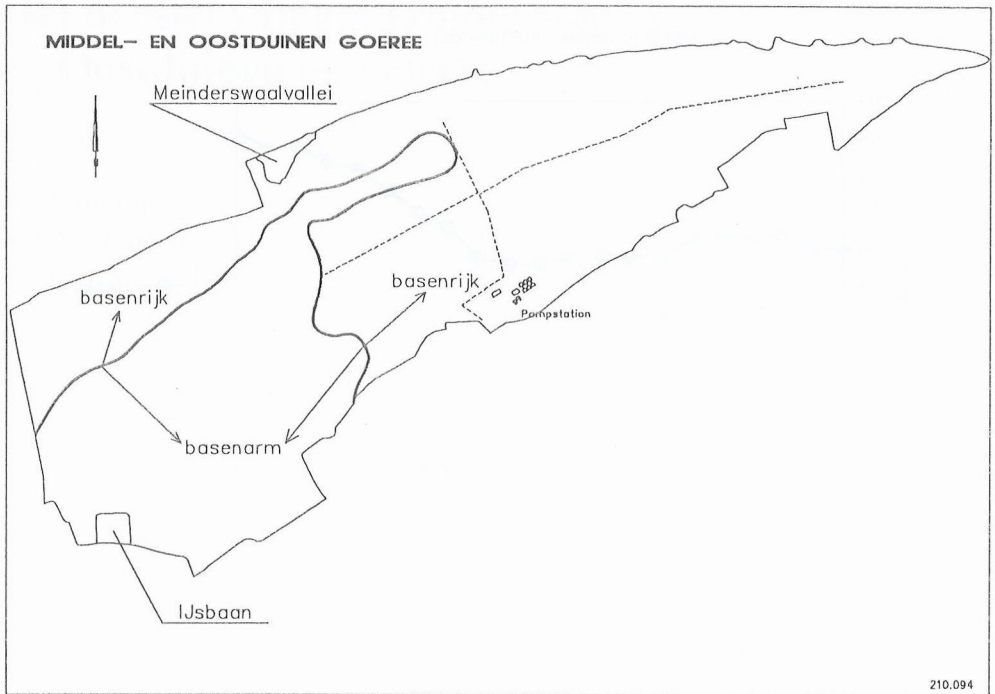


Figuur 1

gronden, die eeuwenlang intensief zijn beweïd. Tot zo'n 150 jaar geleden had de zee nog veel invloed. Zowel op macro- als op microniveau zijn beide gebieden rijk aan gradiënten. De terreinen hellen geleidelijk af naar het noordwesten. Het zuiden van de Middelduinen is kalkarm en zuur, het noorden daarentegen kalkrijk en zwak zuur tot basisch (figuur 2). De Oostduinen zijn overwegend kalkrijk. Over korte afstanden zijn relatief grote hoogteverschillen aanwezig, waardoor interessante gradiënten in vochtgehalte, zuurgraad en voedingstoestand zijn ontstaan. In de Middelduinen zijn veel grondwaterafhankelijke soorten en gemeenschappen van natte duinvalleien en poelen aanwezig. De poelen zijn gegraven ten behoeve van de vroegere beweïding en bevatten kalkrijk water. Tevens komen aanzienlijke oppervlakten droog en vochtig grasland voor. In de Middelduinen zijn veel van de valleien 's winters geïnundeerd en treedt kwel op van basen- en ijzerrijk grondwater (Annema 1994). De natuurwaarden van de Oostduinen hebben vooral betrek-

king op vochtige en droge graslanden en struwelen.

De Middel- en Oostduinen zijn behalve natuurgebied ook waterwingebied. Delta Nutsbedrijven wint er water ten behoeve van de drinkwatervoorziening van Goeree-Overflakkee. Het onttrokken water bestaat uit grondwater (0,6 miljoen m³/jaar) en Haringvlietwater, dat na open infiltratie aan de bodem wordt onttrokken (3 miljoen m³/jaar). In de Middelduinen wordt sinds 1946 grondwater gewonnen uit het diepe watervoerende pakket. Open infiltratie met polderwater via één kanaal en één drain vindt plaats sinds 1954, infiltratie van Haringvlietwater sinds 1972. De stroming en de fluctuaties van het freatische grondwater (het grondwater dat zich bevindt boven de eerste slecht doorlatende laag in de bodem) wordt in het centrale deel sterk beïnvloed door de winning en infiltratie. Daarbuiten is de waterhuishouding vrij natuurlijk, hoewel aan de randen water wegstroomt naar de lager gelegen omringende polders. De aanvoer van Haringvlietwater heeft geleid



Figuur 2

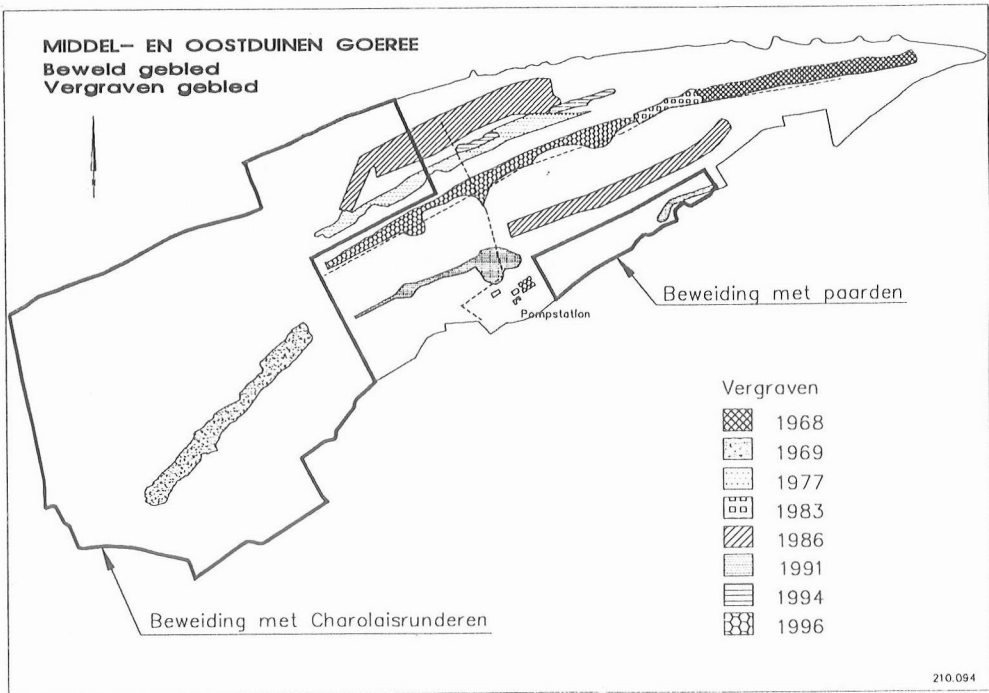
tot eutrofiëring in een vrij brede zone langs het infiltratiekanaal. In de Oostduinen wordt sinds 1935 diep grondwater gewonnen, en sinds 1972 via 5 kanalen en 7 drains infiltratiewater. De freatische waterhuishouding van de Oostduinen wordt geheel bepaald door de waterwinning. De fluctuaties van de waterstand zijn in het gehele gebied groot en niet natuurlijk. De open infiltratie heeft geleid tot eutrofiëring van een brede strook langs de infiltratiekanalen. Voor de aanleg van infiltratie- en winningsmiddelen werd het gebied op veel plaatsen vergraven (figuur 3). Anders dan in de Oostduinen is de oppervlakte aan vergraven gebied in de Middelduinen gering.

Ontwikkelingen in het beheer

In 1981, toen vele zeldzame en karakteristieke soorten reeds waren verdwenen, werd begonnen met actief natuurbeheer. Het be-

heer in deze fase kan getypeerd worden als 'pionieren' en was gericht op de terugkeer van verdwenen soorten. Het bestond uit het op kleine schaal maaien (met afvoer) van kleine, kansrijke valleitjes. In 1989 werd voor het eerst een deel van een vallei geplagd. Deze eerste maatregelen leidden direct tot natuurwinst. De hoge potenties van het terrein voor de natuur werden zichtbaar. Tevens werd duidelijk dat ondanks intensieve waterwinning, door actief beheer natuurwaarden hersteld konden worden. Daardoor ontstond binnen Delta Nutsbedrijven en bij de overheid een breed draagvlak voor verdere intensivering van het natuurbeheer, hetgeen leidde tot een ruimere beschikbaarstelling van financiën.

Geleidelijk werd duidelijk waarom een bepaalde maatregel op de ene plaats wel succesvol is en op de andere niet. Gaandeweg gaat een beheer gebaseerd op intuïtief weten dan samen met een beheer gebaseerd



Figuur 3

op inzicht in sturende processen. Zo ontstond geleidelijk een tweede fase in het beheer, waarin het beheer aansluiting zocht bij de abiotische kenmerken en processen.

De Middelduinen en een deel van de Oostduinen hebben beweiding (zie figuur 3) als basisbeheer, maar om het herstelproces te versnellen zijn sterk verruigde valleien een aantal keren gemaaid. In de rest van de Oostduinen bestaat het beheer uit maaien (graslanden) en niets doen (struwelen). Uit onderzoek dat is verricht naar de relatie tussen waterhuishouding, bodem en vegetatie van een aantal valleien in de Middel- en Oostduinen is duidelijk geworden onder welke omstandigheden plaggen en maaien een zinvolle aanvulling vormen op het basisbeheer van beweiding (De Haan et al. 1996, 1997; Jansen 1996).

Begrazing is de traditionele beheersvorm van de vroongronden. In 1982 werd daarmee opnieuw begonnen. In eerste in-

stantie zomerbeweiding met circa 150 schapen, maar sinds 1990 jaarrond-beweiding met circa 40 Charolais-runderen. De beweiding met schapen is beëindigd omdat deze dieren wel de droge duinen (te) kort afgraasden, maar de verruigde valleien ongemoeid lieten. Beweiding met runderen zorgde wél voor een open en grazige vegetatiestructuur, zowel in de droge en vochtige graslanden als in de natte duinvalleien.

Plaggen zorgt voor herstel van typische duinvalleigemeenschappen wanneer een te dikke laag zure en/of voedselrijke humus aanwezig is. Om het eventueel aanwezig zaadkapitaal te sparen is in vochtige en verdroogde valleien, waar de waterbeweging in de wortelzone voornamelijk verticaal naar beneden gericht is, steeds geplagd tot op de 'inspoelingslaag'. In valleien waar door kweldruk en sterke capillaire opstijging de waterbeweging voornamelijk verticaal naar boven of zijdelings gericht is, is

geen inspoelingslaag aanwezig. Hoewel hier de grens tussen minerale bodem en humuslaag vrij scherp is, vindt door de activiteit van bodemorganismen toch enige menging plaats. Hier wordt de gehomogeniseerde laag niet verwijderd. In deze valleien met langdurig hoge grondwaterstanden, waar periodiek basen- en ijzerrijk grondwater toestroomt, is plaggen het meest succesvol. Dit grondwater is afkomstig van lokale, kleine grondwatersystemen en treedt vooral uit aan de randen van de valleien (De Haan et al. 1997). Sinds 1988 is ongeveer 15 ha geplagd (figuur 4a).

Op droge, humusarme bodems is eenmalig maaien als additionele beheersvorm naast beweiding meestal voldoende. Op voedselrijke, humusrijke en/of licht verzuurde bodems moet vaak enige jaren achtereen gemaaid worden. Onder basenrijke omstandigheden is de vegetatie voor het vee zo smakelijk, dat één keer maaien meestal voldoende is. Maaien leidt tevens tot een opener en minder productieve vegetatie in die delen waar het ondiepe grondwater beïnvloed is door voedselrijk infiltratiewater. Onder invloed van licht op de bodem mineraliseert de humus en ontstaan open plekken. Hierdoor kunnen laagblijvende soorten en éénjarigen zich opnieuw vestigen en handhaven.

Maaien vindt plaats met de zogenaamde Spragelse combiwagen. Dit apparaat bestaat uit een klepelmaaier met opvangbak met een werkbreedte van ruim één meter. Deze is in staat het bodemprofiel goed te volgen en zeer kort te maaien, zodat ook de strooisellaag wordt verwijderd. Tevens is dit apparaat in staat vrij zwaar struweel te verwijderen. In de Middel- en Oostduinen is ondertussen een aanzienlijke oppervlakte natte, vochtige en droge graslanden gemaaid, sommige stukken zelfs meerdere malen (zie figuur 4b).

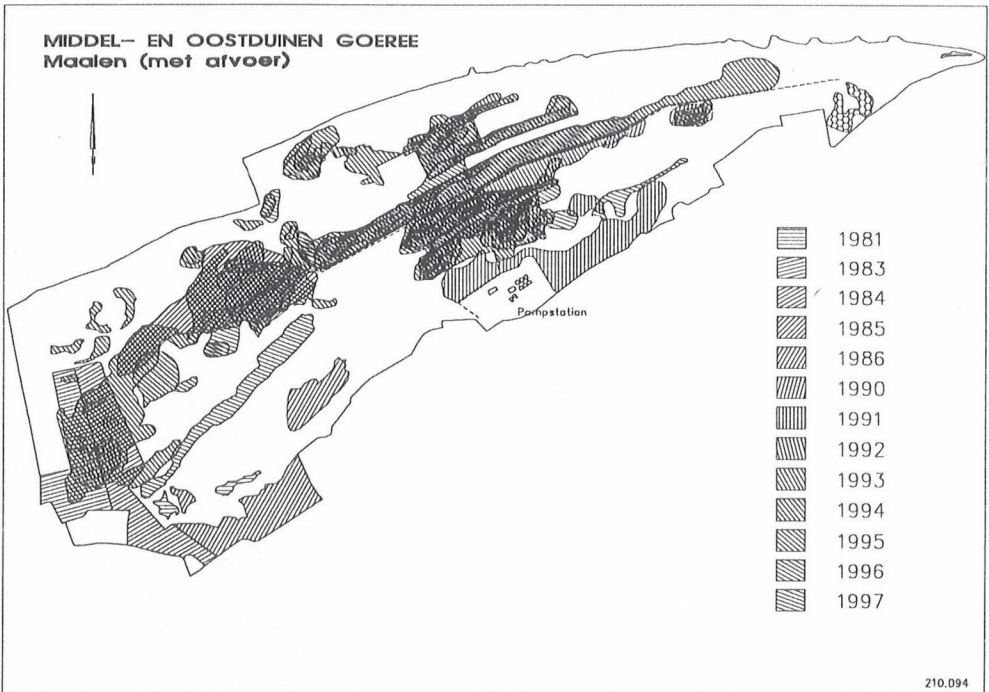
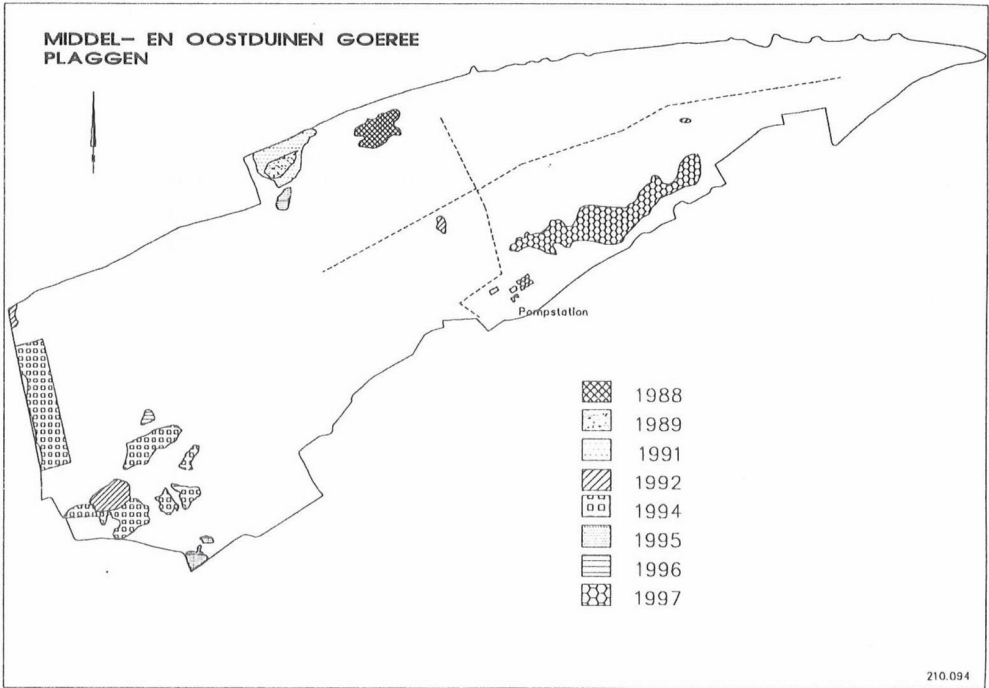
Ten behoeve van de winning van water zijn aanzienlijke delen van de Oostduinen

en een bescheiden oppervlak van de Middelduinen vergraven (figuur 3) voor de aanleg van drains, kanalen, leidingen etc. Daardoor komt kalkrijk en voedselarm zand aan het oppervlak. Deze antropogene dynamiek heeft gezorgd voor kalkrijke, droge en vochtige, voedselarme pioniermilieus. Tevens zijn langgerekte, strak geometrische infiltratiekanalen ontstaan. Het daarbij vrijgekomen zand is in wallen opgeworpen langs de kanalen. Deze wallen zijn grotendeels begroeid geraakt met kalkminnende struwelen of met ruigten van *Calamagrostis epigejos*. Landschappelijk vallen deze kanalen en wallen uit de toon. In 1997 is Delta Nutsbedrijven begonnen met een proefproject, waarin één van de infiltratiekanalen heringericht is (Delta Nutsbedrijven 1996; Peters et al. 1997). Er zijn glooiende oevers aangelegd en het kanaal heeft een grillige vorm gekregen, die beter aansluit bij het voormalige kopjesduinlandschap. In de infiltratiepanden is alle voedselrijke slib verwijderd en zijn diepere en ondiepere delen aangebracht. Tevens zijn de aangrenzende verruigde valleitjes geplagd en is een grote oppervlakte ontdaan van struweel.

Sinds de ingebruikneming van de voorzuivering in 1996 wordt het ingenomen infiltratiewater eerst van alle zwevende stoffen ontdaan. Dit heeft geleid tot een aanzienlijke vermindering van de fosfaatbelasting, zodat het water in de kanalen nu zeer helder is.

De betekenis van mierenactiviteit voor basenminnende vegetatietypen

Zoals gezegd heeft met name de begrazing door runderen geleid tot herstel van een open vegetatie, waarin licht tot op de bodem kan doordringen. Hierdoor konden allerlei organismen, waaronder mieren, opnieuw levensruimte vinden. Sinds de herinvoering van de beweiding zijn de mieren dan ook



Figuur 4a (boven) en 4b (onder).

Nr.	Vegetatietype	pH-H ₂ O	CaCO ₃ %	Ca mg/kg d.s.
01-0	Festuco-Galietum veri	5,9	< 0,01	600
01-5		5,6	< 0,01	500
02-0	idem	5,4	< 0,01	250
02-5		4,8	0,01	350
04-0	idem	6,3	0,16	2200
04-5		5,7	0,01	950
03-0	Botrychio-Polygaletum	6,1	0,01	1350
03-5		5,9	0,01	1700
07-0	idem	5,9	0,02	1150
07-5		5,4	0,01	750
05-0	Lolio-Potentillion anserinae	6,3	0,01	1000
05-5		6,1	0,01	800
06-0	Ornithopodo-Corynephorum	6,0	< 0,01	800
06-5		5,2	0,01	650
08-0	Taraxaco-Galietum veri	6,4	0,84	4850
08-5		5,7	0,02	1000
09-0	idem	6,5	0,12	2450
09-5		5,6	< 0,01	800
10-0	Nanocyperion flavescens	6,4	< 0,01	450
10-5		5,9	0,01	500

Tabel I: Gegevens over pH, kalk- en calciumgehalte van de grond in diverse vegetatietypen in de Oost- en Middelduinen van Goeree. Van elk tweetal monsters is het eerste (x-0) genomen van materiaal dat door mieren aan de oppervlakte gebracht is, het tweede (x-5) in de humuslaag op dezelfde plek op 2-5 cm onder het maaiveld. d.s. = droge stof

sterk toegenomen. In situaties waarin ondiep onder de verzuurde bovengrond calciumrijk zand aanwezig is, hebben mieren een grote invloed op de vegetatie. Doordat zij het calciumrijke materiaal dat zij verwijderen voor het graven van hun nest, aan de oppervlakte brengen, beïnvloeden zij de zuurgraad van de bovenste centimeters van de bodem. De uitloging van de bodem door neerslag en humuszuren wordt aan de oppervlakte gedeeltelijk gecompenseerd door het graafwerk van de mieren. Ook bestaat de indruk dat sommige plantensoorten (vooral eenjarigen) niet kiemen op humeuze bodems, maar wel op het laagje mineraal zand.

De invloed van het graafwerk van de

mieren op de zuurgraad van de bovenste bodemlaag is niet spectaculair maar wel significant voor de vegetatie. Uit Tabel I blijkt dat het gehalte van de bodem aan kalk (d.w.z. calciumcarbonaat, CaCO₃) op nagenoeg alle plaatsen onder de 0,3 % ligt, wat te laag is voor de kalkbuffer (welke ervoor zorgt dat de pH niet onder de 7 daalt). Dank zij de graverij van de mieren is de voorraad Ca-ionen in de bovenste centimeters van de bodem echter groot genoeg voor het functioneren van de calciumbuffer, die pH op ongeveer 5,5 houdt. Dit blijkt hoog genoeg voor het voortbestaan van de basenminnende vegetatietypen. Deze kunnen zich derhalve handhaven dank zij de mierenactiviteit. De verplaatsing van grond door de

mieren leidt tot een mozaïeksgewijze variatie in pH in horizontale en verticale richting, die tot uiting komt in het naast elkaar voorkomen van basenminnende en basenmijdende soorten in één opname.

Wij schatten dat minstens 30% van de oppervlakte van de Middelduinen en een deel van de Oostduinen aldus wordt beïnvloed door mieren. Bij deze activiteit worden jaarlijks honderden kubieke meters zand omgezet. Het moge duidelijk zijn dat deze kleinschalige vorm van grondverzet in onze visie een grote invloed op de vegetatie heeft.

Herstel

Beijersbergen et al. (1982) publiceerden een tabel waarin de achteruitgang van (overwegend grond- en oppervlaktewaterafhankelijke) plantensoorten in o.a. de Middel- en Oostduinen werd weergegeven. Inmiddels zijn de meeste soorten die door Beijersbergen et al. (1982) werden opgegeven als verdwenen, in het terrein teruggekeerd. Slechts de zeldzaamheden *Parnassia palustris* en *Spiranthes spiralis* en enkele minder zeldzame soorten zoals *Rhinanthus minor*, *Dactylorhiza maculata*, *Pyrola rotundifolia* en *Eriophorum angustifolium*, die reeds vóór 1970 waren verdwenen, zijn niet teruggekeerd. Tevens blijkt dat een nagenoeg compleet herstel heeft plaatsgevonden van het *Samolo-Littorelletum*, het *Nanocyperion flavescens*, het *Centaureo-Saginetum*, het *Junco baltici-Schoenetum nigricantis* en het *Botrychio-Polygaleetum*. Goed ontwikkelde Dotterbloemhooilanden (*Calthion palustris*) komen niet voor in de Middel- en Oostduinen, maar enkele kenmerkende soorten zijn teruggekeerd of hebben zich gehandhaafd. Het gevoerde beheer heeft gezorgd voor herstel van diverse bedreigde plantengemeenschappen en de terugkeer dan wel toename van daarin thuishorende soorten.

Plantengemeenschappen

Om het herstel te kunnen verklaren is het nodig niet alleen het gevoerde beheer te beschrijven maar ook de eisen die de onderzochte plantengemeenschappen aan hun abiotisch milieu stellen. Immers, herstel kan alleen optreden als aan de abiotische randvoorwaarden van de plantengemeenschappen wordt voldaan. De beschrijving van het abiotisch milieu is gebaseerd op meetgegevens (De Haan et al. 1996, 1997; Jansen 1996) en op gegevens van Schaminée et al. (1995, 1996, 1998).

Van een aantal soorten zijn de verspreidingspatronen vastgelegd, waarbij steeds een onderscheid is gemaakt in twee perioden (zie figuur 5 t/m 11). Het eerste stippenkaartje geeft een overzicht van het voorkomen van soorten in de periode voor herstelbeheer, het tweede kaartje van de situatie na herstel. Omdat niet elk jaar van alle soorten een volledige inventarisatie is gemaakt, is gekozen voor een combinatie van jaren die een zo realistisch mogelijk beeld geeft. De soorten waarvan kaarten zijn opgenomen, zijn alle kenmerkend voor bedreigde plantengemeenschappen. De meeste laten een sterke toename zien. Op grond hiervan kan worden aangenomen dat het areaal van de plantengemeenschappen waarin ze optreden, eveneens is toegenomen. De floristische samenstelling van de behandelde plantengemeenschappen wordt weergegeven in de Tabellen II t/m V.

Littorelletea (*Echinodoro-Potametum graminei* en *Samolo-Littorelletum*; Tabel II)

Gemeenschappen van de *Littorelletea* komen voor in poelen en langdurig (meer dan de helft van het jaar) geïnundeerde delen van duinvallen.

Het *Echinodoro-Potametum graminei* (opn. 1 en 2) komt voor in een voormalige ijsbaan in het kalkarme deel van de Middel-

Numer opname	12	345	678	9
<i>Chara globularis</i>	53	...	...	.
<i>Chara aspera</i>	1.	5..	...	.
<i>Apium inundatum</i>	15	...	7..	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.2	...	3..	.
<i>Callitriche hamulata</i>	.3	...	61.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	66	3..	3.1	.
<i>Juncus bulbosus</i>	42	2..	521	.
<i>Ranunculus baudotii</i>	.5	11.	3..	2
<i>Agrostis stolonifera</i>	.2	.2.	326	2
<i>Eleocharis palustris palus.</i>	14	557	312	6
<i>Mentha aquatica</i>	.2	262	214	2
<i>Veronica catenata</i>	.2	.2.	...	2
<i>Littorella uniflora</i>	..	668	...	.
<i>Drepanocladus aduncus</i>	..	272	2..	.
<i>Calliergonella cuspidata</i>	..	222	2.1	.
<i>Ranunculus flammula</i>	..	3.1	111	.
<i>Poa trivialis</i>	..	1..	..1	.
<i>Salix cinerea</i>	..	2..	..2	.
<i>Salix repens</i>	..	2..	..11	.
<i>Carex oederi oederi</i>	..	62.	..15	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	..	25.	212	.
<i>Plantago major pleiosperma</i>	..	2..	342	.
<i>Juncus articulatus</i>	..	2..	314	.
<i>Samolus valerandi</i>	..	355	321	3
<i>Phragmites australis</i>	..	..31	...	5
<i>Scirpus lacustris tabernaem.</i>	..	..2.	...	2
<i>Myosotis laxa cespitosa</i>	..	..3	...	2
<i>Pulicaria dysenterica</i>	..	..2	...	2
<i>Limosella aquatica</i>	..	..2	...	6
<i>Juncus bufonius</i>	..	...	12.	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	..	...	22.	.
<i>Alisma lanceolatum</i>	..	...	21.	.
<i>Riccia cavernosa</i>	..	...	31.	.
<i>Anagallis minima</i>	..	...	..11	.
<i>Polygonum persicaria</i>	..	...	..11	.
<i>Trifolium repens</i>	..	...	..11	.
<i>Gnaphalium luteo-album</i>	..	...	..12	.
<i>Chenopodium rubrum</i>	..	...	21.	1
<i>Ranunculus repens</i>	..	...	1..	1

duinen. De waterkwaliteit van het ondiepe grondwater is te karakteriseren als calciumarm tot matig calciumrijk (20-40 mg/l) en arm aan bicarbonaat (50-60 mg/l), met een pH in het zwak zure tot neutrale bereik (5,8-6,8). Deze waterkwaliteit komt tot stand door de menging van regenwater met uittredend basenrijker grondwater. In de floristische samenstelling wordt deze menging weerspiegeld door het gezamenlijk voorkomen van de zuurminnende *Juncus bulbosus* en de basenminnende *Chara globularis*.

Het *Samolo-Littorelletum* (opn. 3-5)

Tabel II: Water- en pioniergemeenschappen in en langs voedselarme poelen in de Oost- en Middelduinen. Syntaxa: *Echinodoro-Potamogeton graminei* (1, 2), *Samolo-Littorelletum* (3-5), mengsel van *Nanocyperion flavescens* en *Littorelletea* (opnamen 6-8), en *Eleocharito-Limoselletum* (9)

Addenda: opname 3 - *Agrostis canina* 2, *Urtica dioica* 2; opname 4 - *Juncus gerardi* 2, *Juncus subnodulosus* 2; opname 6 - *Rumex species* 2, *Cirsium arvense* 2, *Holcus lanatus* 1; opname 7 - *Chenopodium album* 1, *Sagina procumbens* 1; opname 8 - *Potentilla anserina* 1, *Potentilla reptans* 1, *Radiola linoides* 1, *Leontodon saxatilis* 1, *Galium palustre* 1; opname 9 - *Ranunculus aquatilis* 3, *Chara vulgaris* 2, *Myriophyllum spicatum* 2, *Rorippa palustris* 1, *Salix alba* juv. 1.

komt onder vergelijkbare omstandigheden voor, maar tevens in calciumrijker water (ondiep grondwater: calciumgehalte 70 mg/l) en in sterker gebufferd milieu (pH altijd hoger dan 6,5; bicarbonaatgehalte 250 mg/l). Opvallend is de aanwezigheid van hardwatersoorten zoals *Limosella aquatica* (zie Tabel II, opn. 5 en 9), *Ranunculus baudotii* en *Veronica catenata* en van de (zwakke) halofyt *Juncus gerardi*. Het optreden van deze soorten hangt vermoedelijk samen met de aanwezigheid van zee- en afzettingen op geringe diepte. *Echinodorus ranunculoides* ontbreekt in het opna-

menmateriaal, maar is recentelijk teruggevonden aan de oever van een dichtgegroeide duinpoel, waarvan de oevervegetatie door beweiding weer opengemaakt is. De gekarteerde soorten *Apium inundatum* en *Littorella uniflora*, die in de jaren tachtig nauwelijks meer voorkwamen, zijn nu weer goed vertegenwoordigd (Figuur 5). Ook de kensoort *Samolus valerandi* heeft zich, samen met *Littorella uniflora*, dank zij het plaggen sterk kunnen uitbreiden, zowel in de wat zuurdere valleien in het zuidelijk deel van de Middelduinen, als in de kalkrijke Meinderswaalvallei. In beide gevallen vindt ook hier menging plaats van stagnerend regenwater met uittredend basenrijk grondwater. *Samolus valerandi* heeft zich ook gevestigd op oevers van infiltratiekanalen in de kalkrijke duinen, waar zij voorkomt in het *Centaurio-Saginetum*. *Apium inundatum* komt alleen voor in het kalkarme zuidelijke deel van de Middelduinen en reageert ook positief op plaggen.

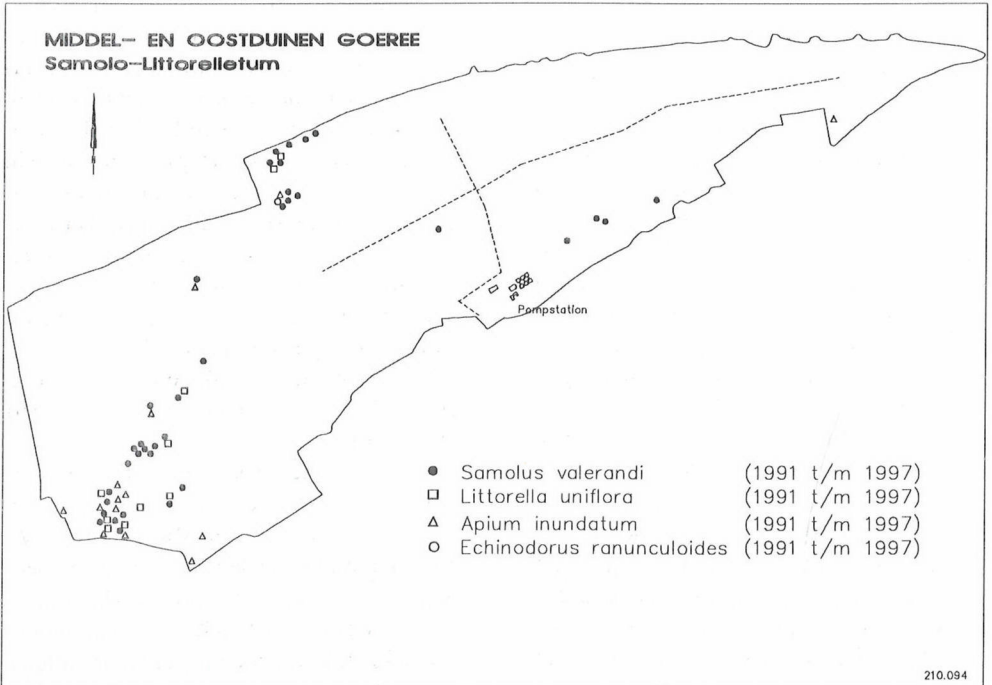
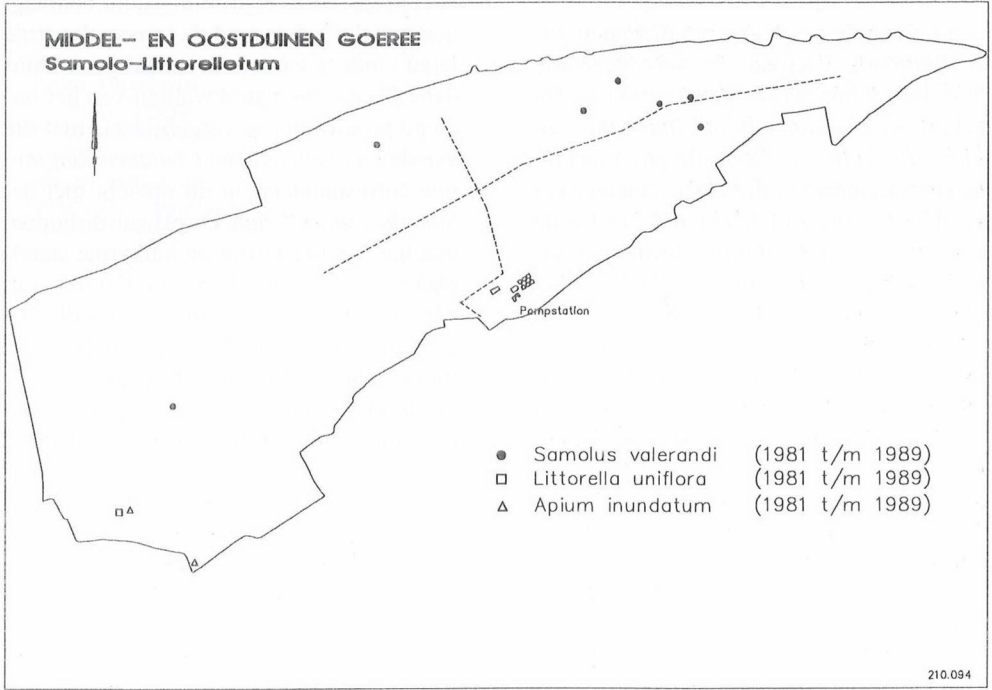
Nanocyperion flavescens en *Centaurio-Saginetum*

Openheid van de vegetatie en een vochtige tot natte bodem zijn de bepalende voorwaarden voor het optreden van soorten van het *Nanocyperion flavescens* en het *Centaurio-Saginetum* in de Middelen Oostduinen. De gekarteerde soorten komen zowel voor in de kalkarme als in de kalkrijke lage delen. In de kalkarme delen vormen *Nanocyperion*-soorten een inslag binnen open begroeiingen van het *Caricion nigrae*. In de wat meer kalkhoudende delen zijn soorten van het *Centaurio-Saginetum* als inslag aanwezig binnen de open valleibegroeiingen, als relict uit een voorafgaand successtadium. In vergelijking met de besproken gemeenschappen van de *Littorelletea* komen het *Nanocyperion* en het *Centaurio-Saginetum* voor in minder natte en kortstondiger overstroomde delen van

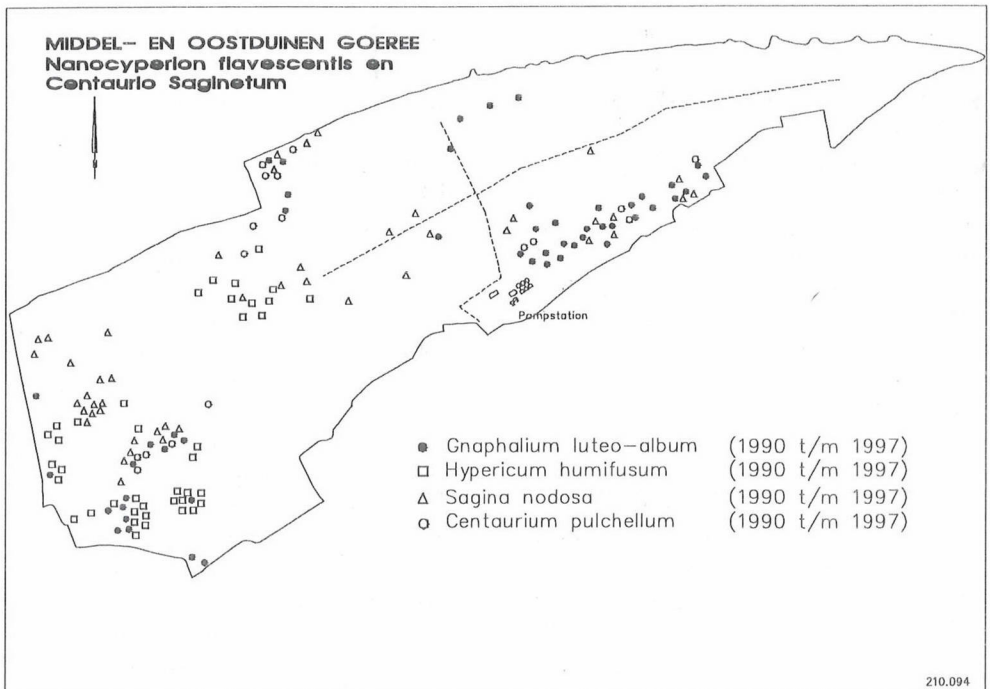
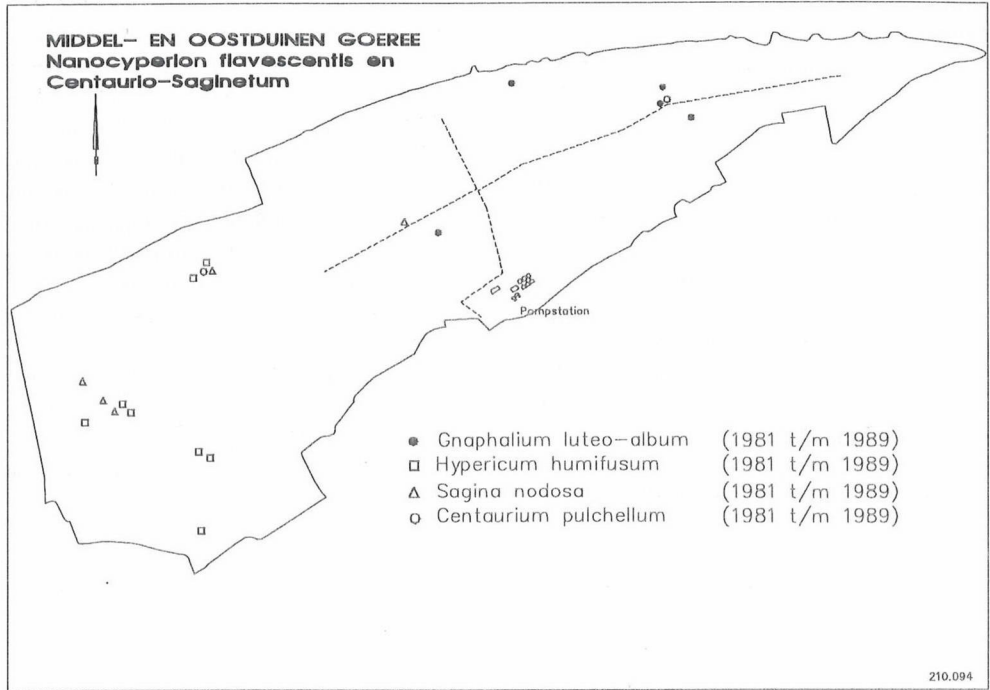
het terrein. De overstromingsduur bedraagt maximaal 4 à 5 maanden; in neerslagarme jaren vindt 's winters helemaal geen inundatie plaats. De waterkwaliteit van het ondiepe grondwater is vergelijkbaar met die van de *Littorelletea*; het *Centaurio-Saginetum* correspondeert in dit opzicht met het *Samolo-Littorelletum*. De pH van de bodem van het *Nanocyperion* op kalkarme standplaatsen ligt tussen de 5,5 en 6,0, die van het *Centaurio-Saginetum* in het kalkrijke deel tussen 6,5 en 7,5. De gehalten aan uitwisselbare basen liggen respectievelijk omstreeks 1 en tussen 2 en 4 meq/100 g. Het percentage organische stof is lager dan 1,5 %.

Gekarteerde soorten van het *Nanocyperion* en het *Centaurio-Saginetum* zijn *Hypericum humifusum*, *Gnaphalium luteoalbum*, *Centaurium pulchellum* en *Sagina nodosa* (Figuur 6). Dit zijn kleine planten, die door de verruiging in de jaren tachtig sterk bedreigd werden. Zij hebben zich weer kunnen uitbreiden dank zij het plaggen van duinvalleien, maar zijn ook toegenomen in grazige vochtminnende vegetaties als reactie op het maaien en beweiden. *Gnaphalium luteoalbum* heeft zich echter alleen uitgebreid door het plaggen, zowel in zure valleien (in het *Caricetum trinervi-nigrae*) als in kalkrijke valleien (in het *Centaurio-Saginetum moniliformis*). *Sagina nodosa* en *Centaurium pulchellum* komen voor in het hele traject van zwak zuur tot kalkrijk, in tegenstelling tot *Hypericum humifusum*, die de kalkrijkere delen mijdt en zich in het zure terreingedeelte sterk heeft uitgebreid.

Twee soorten waarvan we de verspreiding niet voldoende hebben vastgelegd, maar die in met name de Middelduinen een zwaartepunt binnen het *Nanocyperion* hebben, zijn *Anagallis minima* en *Radiola linoides*, kensoorten van het *Cicendietum filiformis*. Ook zij treden in geplagde valleien soms talrijk op, maar dank zij de beweiding



Figuur 5.



Figuur 6.

zijn ze ook toegenomen door het opener worden van de grazige vegetaties.

Als zelfstandig optredende gemeenschap komen het *Centaurio-Saginetum* en het *Cicendietum* slechts zelden en voor korte tijd in het onderzochte gebied voor; opnamen hiervan zijn niet beschikbaar. Gewoonlijk vinden we een mengsel van *Nanocyperion*- en/of *Centaurio-Saginetum*-soorten met elementen van andere vegetatie-eenheden, vooral de Littorelletea (opn. 6-8). *Anagallis minima* en *Radiola linoides* kunnen ook een inslag vormen binnen het *Botrychio-Polygaletum* (Tabel III, opn. 14; Tabel IV, opn. 59-61).

Gemeenschappen van vochtige valleien (Tabel III)

In vochtige valleien komen tal van soorten van de *Parvocaricetea*, *Molinietalia*, *Lolio-Potentillion anserinae* voor, waaronder een reeks van zeldzaamheden. Goed ontwikkelde gemeenschappen zijn echter slechts op enkele plaatsen te vinden. Zo komt het *Junco baltici-Schoenetum nigricans* momenteel alleen voor in de Meinderswaalvallei, waar het reeds door Weevers (1940) werd aangetroffen. In de loop van jaren was deze vallei geheel volgegroeid met rietruigte, maar nadat deze in 1989 grondig verwijderd was heeft zich verrassend snel weer een zeer soortenrijke duinvalleibegroeiing ontwikkeld. Zo verscheen reeds in het eerste jaar na de schoning *Anagallis tenella*, die al bijna een halve eeuw niet meer op Goeree waargenomen was. Het best ontwikkelde voorbeeld van het *Junco baltici-Schoenetum* komt voor op een plek waar bij het schonen een deel van de humuslaag achtergebleven is. Hier treden onder meer *Juncus subnodulosus*, *Juncus alpinoarticulatus* subsp. *atricapillus*, *Dactylorhiza incarnata*, *Eleocharis quinqueflora*, *Carex pulicaris* en *Galium uliginosum* op (opn. 15). De aanwezigheid van de laatstgenoem-

de twee soorten doet denken aan het 'oud *Schoenetum*' van Texel (Bruin 1991) en wijst erop dat hier een oude begroeiing is geregenereerd. Op andere plaatsen in de Meinderswaalvallei, waar de gehele organische bovenlaag verwijderd is, ontwikkelde zich via het *Centaurio-Saginetum* een jong *Schoenetum* met *Schoenus nigricans*, *Carex flacca*, *Eleocharis quinqueflora*, *Dactylorhiza incarnata* en *Aneura pinguis*.

Voorwaarden voor het optreden van het *Junco baltici-Schoenetum* zijn het optreden van kwel van basenrijk tot kalkrijk grondwater en het niet dieper wegzakken van de laagste grondwaterstand dan ca. 50 cm beneden maaiveld, zodat in de zomer capillaire nalevering van basenrijk grondwater kan plaatsvinden. De pH bedraagt 6,9 tot 7,4. Inundaties treden onregelmatig op en duren meestal niet langer dan 3 maanden. De bodemchemische karakteristieken van deze gemeenschap komen overeen met die van het *Centaurio-Saginetum*; weliswaar ligt het percentage organische stof iets hoger, maar met 1,4 % kan het nog steeds laag genoemd worden. Dit geringe gehalte aan organische stof gaat gepaard met lage concentraties van stikstof ($N_{\text{totaal}} = 60$ mg/100g) en fosfaat ($P_{\text{totaal}} = 10$ mg/100 g). Deze waarden zijn opmerkelijk laag in vergelijking met het traject dat Grootjans et al. (1995) voor het *Schoenetum* aangeven, namelijk $N_{\text{totaal}} = 100-300$ mg/100 g en $P_{\text{totaal}} = 23-34$ mg/100 g. In elk geval wordt ruimschoots voldaan aan de voor het *Junco baltici-Schoenetum* noodzakelijke voedselarme omstandigheden.

In andere valleien in de relatief kalkhoudende delen van het terrein komen wel verspreid basenminnende soorten voor, zoals *Carex flacca*, *Eleocharis quinqueflora*, *Carex pulicaris*, *Taraxacum palustre* en *Campyllum stellatum*, maar van een goed ontwikkeld *Junco baltici-Schoenetum* is geen sprake. Over het algemeen treden de genoemde soorten op in graslandgemeen-

Nummer opname	1111111111222 0123456789012
<u>Schoenus nigricans</u>	56...1.....
<u>Carex flacca</u>	2784.51.....
Carex panicea	2115546.....
Potentilla erecta	2524722.....
Prunella vulgaris	261.217.1....
Potentilla anserina	.15...217....
Mentha aquatica	.112.512...2.
Carex trinervis	.1.24...3.22.
Hydrocotyle vulgaris	.5152522.2.23
Festuca arundinacea	...11.....
Carex nigra	...11.23.....
Danthonia decumbens	..22221....2
Juncus articulatus	....11.....
Carex oederi oederi	....11.....
Ranunculus flammula	....11.....
Juncus conglomeratus	....1..2.....
Calliergonella cuspidata	....42.....
Cirsium palustre	....4.21152.
Salix cinerea	....1.2...11
Cardamine pratensis	....1...2.
<u>Ophioglossum vulgatum</u>	.....436532.
Juncus effusus	.....21.
Rumex species	.....21.
<u>Dactylorhiza majalis majalis</u>	.....21
Leontodon saxatilis	2....2.....
Carex caryophylla	2..1...2....
Festuca ovina tenuifolia	851.213126...
Agrostis capillaris	1554.1.5237..
Anthoxanthum odoratum	25.1112535125
Holcus lanatus	15.4112332552
Luzula campestris	2....11522.22
Poa pratensis	11..1.2222332
Pseudoscleropodium purum	51..41232..12
Salix repens	87788422..7.2
Plantago lanceolata	.1.1...1....
Potentilla reptans	.111..2..22..
Taraxacum species	.111.....2.
Brachythecium rutabulum	.1...15887898
Cirsium arvense	.21...2.1.12
Festuca rubra commutata	.1146..4..225
Centaurea jacea	...21.....
Viola canina	..22.1.....
Galium verum	...2....1....
Ranunculus repens	..1..3..235.
Lotus corniculatus cornicul.	...5126...14
Equisetum arvense	....11.....
Trifolium dubium	....1..3.213
Eurhynchium praelongum	....1.1.8.22
Senecio jacobaea jacobaea	....1.53.235
Trifolium repens	....1.352252
Hypochaeris radicata	....1....1.
Cerastium fontanum vulgare	.....211.2.2
Sagina procumbens	.....1..123
Carex arenaria	.....323.11

Tabel III: Begroeiingen in vochtige valleien in de Oost- en Middelduinen van Goeree.

De vocht-indicerende soorten zijn vóór de vocht-indifferente soorten geplaatst.

Addenda: opname 10 - *Polygala vulgaris* 1; opname 11 - *Linum catharticum* 1, *Bryum species* 1; opname 14 - *Achillea millefolium* 1, *Briza media* 1, *Radiola linoides* 1, *Anagallis minima* 1, *Juncus bufonius* 1; opname 15 - *Juncus subnodulosus* 5, *Phragmites australis* 5, *Galium uliginosum* 2, *Veronica officinalis* 1, *Cerastium fontanum vulgare* 1, *Trifolium pratense* 1, *Vicia cracca* 1, *Agrostis stolonifera* 1, *Juncus inflexus* 1, *Pulicaria dysenterica* 1, *Juncus alpinoarticulatus atricapillus* 1, *Carex pulicaris* 1, *Eleocharis quinqueflora* 1, *Dactylorhiza incarnata* 1, *Hypericum quadrangulum* 1, *Betula species* 1; opname 16 - *Rhytidadelphus squarrosus* 2; opname 17 - *Epipactis palustris* 2, *Ceratodon purpureus* 1, mossen (ongedet.) 1; opname 18 - *Vicia sativa nigra* 2; opname 19 - *Calamagrostis epigejos* 2; opname 20 - *Rubus caesius* 2, *Taraxacum sect. Hamata* 1; opname 21 - *Eleocharis palustris palustris* 4, *Galium palustre* 1, *Lycopus europaeus* 1, *Taraxacum nordstedtii* 1.

schappen die zowel soorten van de *Parvocaricetea* als van het *Botrychio-Polygaleetum* bevatten (opn. 10-14; zie ook Tabel IV, opn. 65).

In de invloedssfeer van het infiltratiekanaal in de Middelduinen ligt de 'Knopbiesvallei', waarin *Schoenus nigricans* en *Carex flacca* de enige basenminnende soorten in de natte valleivegetatie zijn (opn. 11). In een groot deel van deze vallei bepalen soorten als *Carex nigra*, *Agrostis canina* en *Ranunculus flammula* het aspect van de begroeiing, wat op een grote invloed van regenwater wijst. Dit vegetatietype is te rekenen tot het *Caricetum trinervi-nigrae* (dat op Goeree meestal een bijmenging van soorten uit duingrasland vertoont). De Knopbiesvallei en overeenkomstige valleien onderscheiden zich van de Meinderswaalvallei door lagere grondwaterstanden (laagste stand tussen 65 en 100 cm beneden maaiveld), kortstondiger inundaties en inzijging. De kwaliteit van het inundatiewater lijkt sterk op die van neerslagwater. Op grotere diepte is baserijk grondwater aanwezig (calcium: 95-130 mg/l; bicarbonaat 275-350 mg/l). De bodem is zuurder, humeuzer en voedselrijker: de pH bedraagt ca. 6,2, het percentage organische stof ligt omstreeks 8, het N_{totaal}-gehalte is ruim 400 en het P_{totaal}-gehalte 19 mg/100 g. Deze milieuomstandigheden lijken veroorzaakt te worden door de waterwinning, waarbij als gevolg van onttrekking van geïnfiltrerd water inzijging optreedt en het baserijke grondwater het maaiveld niet meer kan bereiken. Door de vergrote invloed van neerslagwater is de pH van de bodem gedaald en stapeling van organische stof opgetreden, waarin grote hoeveelheden stikstof zijn opgeslagen. Het drogere en zuurdere karakter van deze vegetatie komt ook tot uitdrukking door een relatief hoog aandeel van *Carex trinervis*, *Potentilla erecta* en *Danthonia decumbens*. Onder deze omstandigheden moeten *Schoenus nigricans*

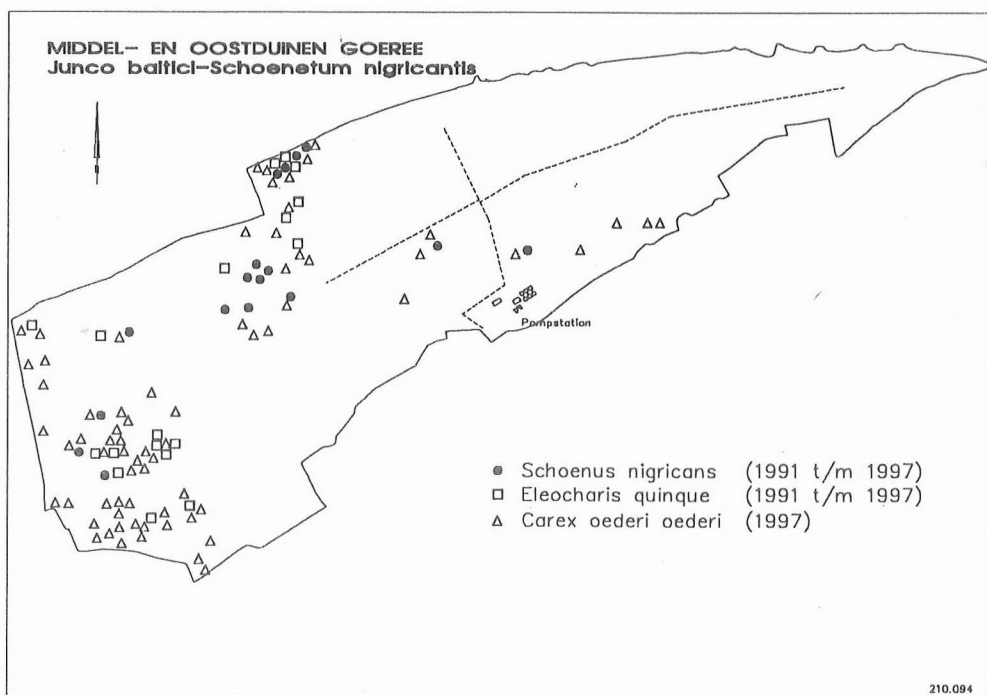
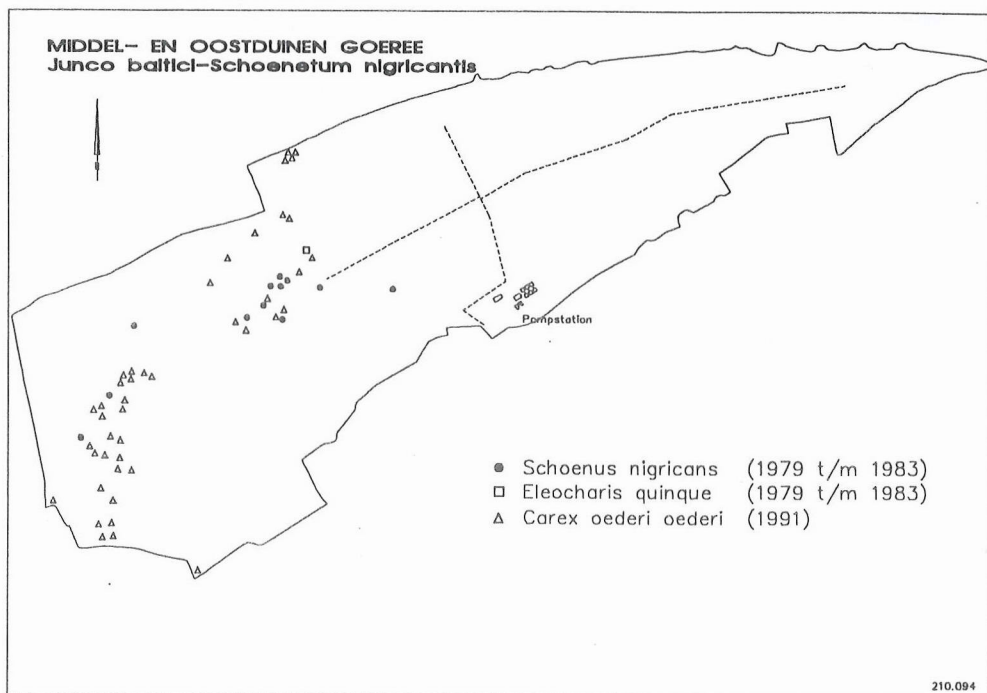
en *Carex flacca* worden beschouwd als relictten uit een tijd waarin de valleibodem een betere basenvoorziening had en minder aan verdroging onderhevig was.

Schoenus nigricans kan lang stand houden in verdroogde of verruigde valleien, maar kiemt alleen op afgeplagd terrein. Voor uitbreiding van *Eleocharis quinqueflora* en *Carex oederi* subsp. *oederi* blijkt plaggen niet noodzakelijk: deze twee hebben zich ook uitgebreid dank zij het maaien en begrazen van oudere valleien die weliswaar verruigd maar niet verzuurd waren, dus nog een gunstige waterhuishouding hadden (vgl. Fig. 7). In dergelijke valleien in de Middelduinen zijn ook *Taraxacum palustre* en *Carex pulicaris* opnieuw verschenen.

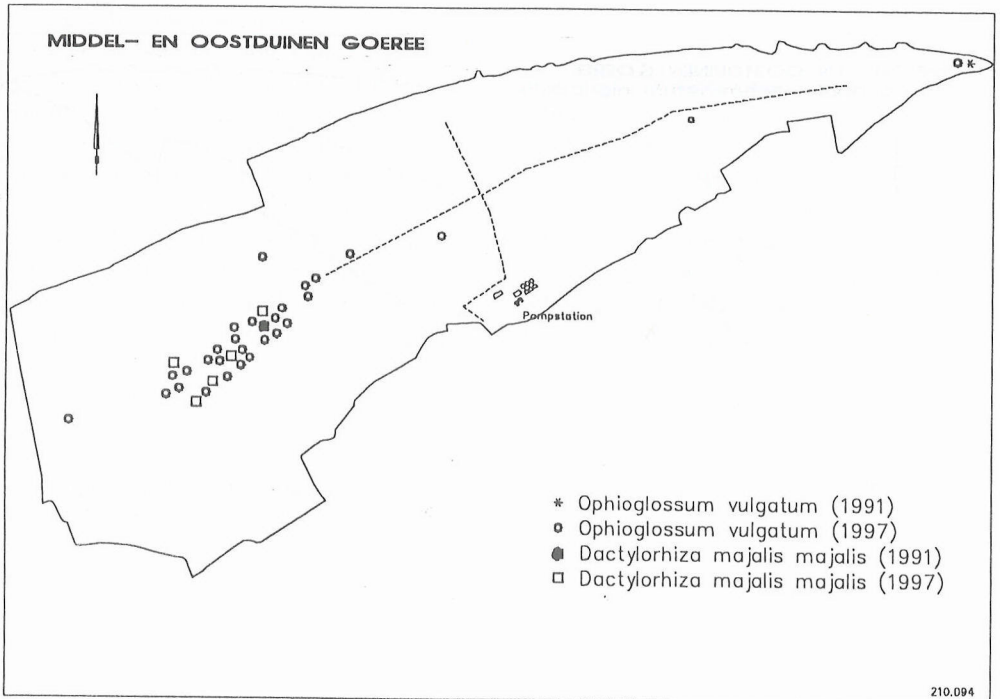
Een wat andere standplaats hebben *Ophioglossum vulgatum* en *Dactylorhiza majalis* subsp. *majalis* (opn. 16-22). Zij groeien in grazige, enigszins ruige begroeiing, samen met onder meer *Cirsium palustre*, *Trifolium repens*, *Potentilla anserina* en *Brachythecium rutabulum*, een combinatie die op een zekere instabiliteit en een relatief hoge voedselrijkdom wijst. Zoals uit figuur 8 is af te lezen, heeft *Ophioglossum vulgatum* zich door maaien en beweiden sterk uitgebreid, vooral in de geëutrofiëerde omgeving van het infiltratiekanaal. Syntaxonomisch is de vegetatie met *Ophioglossum vulgatum* en *Dactylorhiza majalis* moeilijk te plaatsen. Beter ontwikkeld komt een dergelijk graslandtype verder zuidwestelijk op Goeree voor, namelijk in de Preekhilpolder; hier toont het verwantschap met het *Calthion palustris*.

Botrychio-Polygaleetum (Tabel IV, opnamen 50-65)

Het *Botrychio-Polygaleetum* komt voor in gradiëntrijke situaties aan de middelhogeranden van valleien. Aan de bovenzijde wordt het begrensd door het *Taraxaco-Ga-*



Figuur 7.



Figuur 8:

lietum veri of het *Festuco-Galietum veri*, aan de onderzijde door vochtige valleibe-groeiingen met *Parvocaricetea*-soorten. Zij bevindt zich in de zone die niet uitdroogt doordat er lokale kwel optreedt en in drogere perioden steeds capillaire nalevering is. Anderzijds treedt nooit of hoogstens zeer kortstondig inundatie op. Bij onveranderde grondwaterstanden treedt aan de valleirand geen verzuring op, terwijl dat zowel in de aangrenzende vallei als in het hoger gelegen droge grasland vaak wel het geval is: in de vallei door stagnerend regenwater, in het aangrenzende drogere grasland door uitlo-ging. De hoogste grondwaterstanden in het *Botrychio-Polygaletum* liggen ca. 10 cm onder het maaiveld, de laagste ca. 90 cm onder het maaiveld. Inundatie treedt alleen op in extreem natte jaren. De pH van de bodem ligt in het zwak zure bereik tussen 5,5 en 6,5.

Bodemprofielen laten zien dat de laag met organisch materiaal dun is. Meestal bedraagt de dikte 10 cm, maximaal 20 cm. De diepte waarop voor het eerst kalkhou-dend materiaal (d.w.z. zand dat op bruist nadat er zoutzuur overheen is gespoten) wordt aangetroffen, varieert sterk. Zo ligt de grens tussen kalkloos naar kalkhoudend bij opname 57 op 15 cm beneden maaiveld en bij opname 58 op 85 cm diepte. Alleen op plekken waar kalkhoudend zand dicht onder het oppervlak ligt, speelt capillaire nalevering mogelijk een rol bij het op peil houden van de basenverzadiging in de wortelzone. Over het algemeen zijn de water-standen 's zomers echter te laag voor capil-laire nalevering vanuit de zone die met cal-ciumrijk grondwater verzadigd is, zodat van hier uit in de zomer geen bijdrage aan de buffering te verwachten is. Het feit dat de pH in het zwak zure bereik blijft, lijkt

dan ook voornamelijk toe te schrijven aan baserijk grondwater dat af en toe -voornamelijk in het winterhalfjaar en het vroege voorjaar - de wortelzone of het maaiveld bereikt. Blijkbaar is deze tijdelijke toevoer van basen genoeg om de pH van de bodem op een voldoende hoog niveau te bufferen. Een overeenkomstige situatie wordt beschreven door Eysink & Jansen (1993) voor een slenk in een golvend heidelandschap in Twente.

De vegetatie is open van structuur en laag-productief, wat op voedselarme omstandigheden wijst. De openheid en geringe productiviteit wordt onder andere aangeduid door het voorkomen van de *Nanocyperion*-soorten *Radiola linoides* en *Anagallis minima* (opnamen 59-61). De gemeenschap wordt verder gekenmerkt door combinaties van soorten van droge en vochtige omstandigheden en van meer en minder zure omstandigheden. Soorten van droge en tevens zure omstandigheden zijn bijvoorbeeld *Rumex acetosella* en *Agrostis capillaris*. *Thymus pulegioides* is kenmerkend voor een droog en minder zuur milieu. Het aantal soorten van droog grasland is echter duidelijk kleiner dan in de hierna te bespreken graslandtypen (*Festuco-Galietum veri*, *Taraxaco-Galietum veri*, *Anthyllido-Sileneum*); zo ontbreken *Koeleria macrantha*, *Cerastium arvense*, *Taraxacum laevigatum*, *Hypnum cupressiforme* en *Cladonia*-soorten geheel of grotendeels. Indicatoren van vochtige en min of meer zure omstandigheden zijn *Carex panicea*, *Carex trinervis*, *Hydrocotyle vulgaris* en *Taraxacum nordstedtii*. Het relatief baserijke aspect wordt geïndiceerd door *Briza media*, *Carex flacca* en *Linum catharticum*.

Het *Botrychio-Polygaletum* wordt gerekend tot het *Nardo-Galium saxatilis* op grond van het veelvuldig voorkomen van onder meer *Danthonia decumbens*, *Potentilla erecta* en *Viola canina* (Schaminée et al. 1996). Deze soorten komen ook in de

Oost- en Middelduinen veelvuldig in deze gemeenschap voor. Veel opmerkelijker is dat ook de kensoort *Gentianella campensis*, die in Nederland zeer zeldzaam geworden, zich op Goeree tot dusver heeft weten te handhaven. In de Oost- en Middelduinen reageert zij weliswaar positief op de combinatie van maaien en beweiden, maar zij breidt zich slechts langzaam uit (Fig. 9). Hoewel vaak gezegd wordt dat deze soort langs de gradiënt pendelt (Van Leeuwen 1965), al naar gelang de grondwaterstand, is zij hier heel plaatstrouw. Dit komt mogelijk doordat het traject van de gradiënten hier zo kort is. Een andere zeldzame soort die in de Middelduinen in het *Botrychio-Polygaletum* voorkomt, is *Orchis morio*, die binnen deze gemeenschap aan de wat zuurdere randen te vinden is. Zij neemt gestaag toe in aantal individuen en in aantal vindplaatsen. De aantallen planten nemen vooral toe doordat de bollen zich delen. Aan de verspreidingskaart (Fig. 9) is te zien dat zij zich bevindt in het overganggebied tussen het kalkhoudende noordelijk deel en het zuurdere zuidelijk deel van de Middelduinen. In tegenstelling tot *Orchis morio*, die graag gegeten wordt door de runderen, worden de gentianen nauwelijks gegeten. Als ze al afgebeten zijn, worden ze weer uitgespuugd, omdat ze bitter smaken. Door de schapen werden ze juist selectief gegeten; na het staken van de beweiding met schapen zijn ze toegenomen.

Van de zeldzame graslandgemeenschappen die in het terrein voorkomen, heeft het *Botrychio-Polygaletum* de optredende verrijging nog het best doorstaan. Op de smalle overgang tussen de verrijgde valleibodems en de verrijgde graziger delen, waar deze associatie zich voornamelijk bevindt, zorgde kwel van baserijk grondwater voor een laag-productieve vegetatie. Deze vegetatie is voor het vee (ook de schapen) blijkbaar zo smakelijk dat deze randen het langst begraaasd bleven en bij het op-

Nummer opname	2222 3456	2223333 7890123	33333344444444 456789012345678	45 90	555555555666666 123456789012345
<i>Corynephorus canescens</i>	53..	.....	.1.....	..	.....
<i>Cladonia foliacea</i>	43..	.....	.....3.....	..	.....
<i>Tortula ruralis ruraliformis</i>	772.	.....2.	.....	..	.....
<i>Bryum capillare</i>	22.3	.....	.....	..	.....
<i>Ammophila arenaria</i>	...5	.....	.....1.	..	.....
<i>Bromus hordeaceus hordeaceus</i>	33..	.2344..	2.....	..	.....
<i>Phleum arenarium</i>	341.	2.2...1	.....	..	.....
<i>Viola curtisii</i>	3...	.....2	.1.....	..	.....
<i>Bryum argenteum</i>	3...	.....12	.....	..	.....
<i>Erophila verna</i>	113.	....3..	.....1.....	..	.....
<i>Eryngium campestre</i>	.3..	.2.1.25	3.....	..	.....
<i>Saxifraga tridactylites</i>	.14.	3...1..	.....	..	.....
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	.3.3	2..22..	.....2.....	..	.....
<i>Anthyllis vulneraria</i>	..15	5..3.5.	.....	..	.....
<i>Trifolium arvense</i>	...3	2.13.32	.....1.....	..	.....
<i>Cerastium semidecandrum</i>	24.4	...43.2	2232.....	..	.....
<i>Cladonia rangiformis</i>	24..	.....3	.....22.7.2....	..	.....
<i>Crepis capillaris</i>	2312	..223.3	.1232.....1...	..	1.....
<i>Cladonia furcata</i>	232.	2.8.3..	.2...3222112....	..	.....
<i>Koeleria macrantha</i>	2523	5.3.315	23.322.535221..	..	.....
<i>Hypnum cupressiforme</i>	1.59	5.75726	3325475556885..	.5	.....2.....
<i>Erodium cicutarium dūnense</i>	32..	1.223.1	...2...2111..1.	..	.....
<i>Ceratodon purpureus</i>	2452	....52	...2731.....5.	..	.....
<i>Tragopogon pratensis</i>	.1..	.....	.....2.....	..	.....
<i>Peltigera rufescens</i>	.3..	...2..	.2.....2.....	..	.....
<i>Avenula pubescens</i>	.3.2	.22.43.	3363.2.....	..	.....3.....
<i>Sedum acre</i>	.5.2	...4..	.2.....22..2....	..	.....
<i>Vicia lathyroides</i>	.223	1..23.2	23.3..21...2....	..	.....
<i>Taraxacum laevigatum</i>	.22.	.1...2	32352111.222121	.3	.....1.....
<i>Cerastium arvense</i>	.22.	3322233	445334335322321	22	.....1.....1..
<i>Vicia sativa nigra</i>	.1.2	...322.	.2.....1....	.1	.....2.....
<i>Brachythecium albicans</i>	.35	.29225	2.23675...2.5.	.2	.....
<i>Trifolium dubium</i>	.3.	3...2	2...2.....	22	.....
<i>Dicranum scoparium</i>	.55	5.2...3	7535.53656227..	.2	2...5.....
<i>Cardamine hirsuta</i>	..3	...1..	.22.....	..	.....
<i>Geranium molle</i>	..2	.223..	.231.1.....	..	.....
<i>Hypericum perforatum</i>	..2	...2..	.3..3.....	52	.....
<i>Myosotis ramosissima</i>	...3	..22..	.22.12.12...21.	22	.....
<i>Rubus caesius</i>	..2	.5.....	.....	5.	.....
<i>Crataegus monogyna juv.</i>	...	.1...1	.....	..	.....1.....
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i>	...	.51...	.....	..	.....2.....
Mossen (ongedet.)	...	.52...	.....	..	.....
<i>Silene nutans</i>	...	.152526	.....	..	.....
<i>Achillea millefolium</i>	...	.5231.	.....	..	.....5.....
<i>Trifolium scabrum</i>	...	.1452.	.....	..	.....
<i>Allium vineale</i>	...	.23..	.....	..	.....
<i>Festuca ovina cinerea</i>	...	.55..	.....	..	.....
<i>Ononis repens repens</i>	...	.22..	.....	..	.....
<i>Trifolium striatum</i>	...	.231.	....1.....	..	.....
<i>Convolvulus arvensis</i>	...	...22	.....	..	.....
<i>Veronica arvensis</i>	.1..	2.223.1	...3322221.2....	..	2.....
<i>Pleurozium schreberi</i>	...	2.....	.7.....	..	.....
<i>Cladina arbuscula</i>	...	2...2	.3..2..2.....	..	.....
<i>Calamagrostis epigejos</i>	...	.2.....	.3.....1...1	5.	.....

Nummer opname	2222 3456	2223333 7890123	333333444444444 456789012345678	45 90	555555555666666 123456789012345
<i>Elymus athericus</i> + hybriden	.2..	.3.1.23	2...5.....2..	.3	.....
<i>Plagiomnium affine</i>62.3.3	.233..2.....	22	.....
<i>Hypochoeris radicata</i>	.2..	..15322	232.1.....15..1	.1	..1.....
<i>Polytrichum juniperinum</i>3...	23...2..2.....	..	.....
<i>Trifolium campestre</i>6.	....2.2...1...	..	.....1.....
<i>Bromus hordeaceus thominii</i>3.	.5.....3.....	..	.....
<i>Taraxacum obliquum</i>	3..312322221212	..	.....
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>3...1.....	..	.....
<i>Cladina portentosa</i>3....2...6..	..	.....
<i>Stellaria pallida</i>22.....	..	.....
<i>Cladonia merochlorophaea</i>2...1.....	..	.....
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i>	5.....	22...6.....	..	65...3.....6.
<i>Agrostis capillaris</i>	25..232	233.232.3...2.2	36	.55...223323..
<i>Hippophae rhamnoides</i>7.....	...2.....	..	..2...1.....
<i>Brachythecium rutabulum</i>3.....	.2...1.....	3.	.2...2.2..65.
<i>Holcus lanatus</i>31..2.	...211.....2	63	.3322..531...2.
<i>Plantago lanceolata</i>32652	23.2.11...1...	.3	..1..2.21...2.
<i>Ranunculus bulbosus</i>23..	22.....	..	2.....1.....2
<i>Poa pratensis</i>232.	2..3.2.2.2...3.	3.	33...21...1..
<i>Equisetum arvense</i>33.	.3..1.....	.2	.....2...1..
<i>Hieracium pilosella</i>26	52.31...1...	..	..53...32.1.2.
<i>Thymus pulegioides</i>5	33...3.....	..	..3..5..2.2..
<i>Carex caryophyllea</i>2.	3.5.2.2212.2..2	36	252.322553..523
<i>Viola canina</i>1.	2.3.....	23	22.212112232..2
<i>Polygala vulgaris</i>1.	.2.....	2.	..11.3...1..1
<i>Trifolium repens</i>	222...4...2...	35	33..2..14...2
<i>Taraxacum species</i>	2.2.1...1...1	22	..11.....
<i>Cirsium vulgare</i>2.....	22	.....
<i>Salix repens</i>5.2.....	3.	..5..7...71..7
<i>Betula pubescens</i> juv.	1.	..1.....
<i>Eurhynchium praelongum</i>	25	.2.....
<i>Cirsium palustre</i>	2.	..2...21.....
<i>Cirsium arvense</i>	..2	....	.....	22	..1.1..1.....
<i>Ranunculus repens</i>	32	..2...1.....
<i>Cerastium fontanum vulgare</i>	23	2311.1...1..1.
<i>Potentilla reptans</i>	33	.....23.2.22.
<i>Sagina procumbens</i>	22	..1...111...1.2
<i>Carex flacca</i>3	22.2.2...25.22
<i>Danthonia decumbens</i>2	352.2221323325
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>2	..1.1..2...1..3
<i>Potentilla erecta</i>2	..13.2241357..3
<i>Prunella vulgaris</i>5	..5..15.6323115
<i>Potentilla anserina</i>4	.....2..1...
<i>Juncus articulatus</i>2	.....2.....2
<i>Orchis morio</i>	32112111...12
<i>Carex trinervis</i>3...22..2
<i>Briza media</i>254513221333
<i>Linum catharticum</i>22..33...2
<i>Carex nigra</i>22...2
<i>Taraxacum nordstedtii</i>222.2..
<i>Anagallis minima</i>11.....
<i>Radiola linoides</i>1.2.....
<i>Gentianella campestris</i>33325..

Nummer opname	2222 3456	2223333 7890123	33333344444444 456789012345678	45 90	555555555666666 123456789012345
Carex panicea	....	.....	.....	..	.....513..26
Centaurea jacea	....	.....	.....	..	.....13
Calliergonella cuspidata	....	.....	.....	..	.....18
Galium verum	2555	5.32555	354355745363655	32	34.12211221212.
Rumex acetosella	2222	.231222	3232121.532261.	.2	.21.....111.1..
Senecio jacobaea jacobaea	1313	221..13	3233.2111.1.11.	32	.5.211.3.1.1.1.
Festuca rubra commutata	222.	2.3.2.2	22.3355353..35.	52	32122..323..342
Leontodon saxatilis	2.2.	2.132.3	42322.....1..2.	24	35.31.....25..
Carex arenaria	.425	2323.33	324425353722536	.3	.22...2.1113.2
Luzula campestris	.12.	..3..15	526325353722536	66	3522222211.24.
Anthoxanthum odoratum	..22	53...24	44335.2...32..2	33	334552473533553
Festuca ovina tenuifolia	..5.	5.1..63	756765681277557	25	883777635887755
Pseudoscleropodium purum	..3.	.2.3773	35786.....2.	55	7822728.2555.62
Lotus corniculatus cornicul.	..2.	...3223	443..523...2..5	24	131222357632522
Aira praecox	...4	....322	.22.34..42251..	2.	32..21.....

Tabel IV. Gemeenschappen op basenrijk, droog tot matig vochtig zand in de Oost- en Middelduinen van Goeree. Associaties: *Phleo-Tortuletum ruraliformis* (23-26), *Anthyllido-Silenetum* (27-33), *Taraxaco-Galietum veri* (34-48), overgang tussen *Taraxaco-Galietum* en *Botrychio-Polygaletum* (49, 50), en *Botrychio-Polygaletum* (51-65).

Addenda: opname 23 - *Tortula calcicolens* 2, *Jasione montana* 1; opname 24 - *Mibora minima* 3; opname 26 - *Cladonia pyxidata pocillum* 2, *Polypodium vulgare* 2, *Sonchus arvensis* 1; opname 28 - *Ophioglossum vulgatum* 3, *Geranium robertianum* 1, *Rosa rubiginosa* 1; opname 29 - *Cladonia humilis* 2, *Arabidopsis thaliana* 2; opname 30 - *Aira caryophylla* 2, *Cladonia chlorophaea* 2, *Cladonia subulata* 2; opname 31 - *Bromus sterilis* 4, *Potentilla argentea* 2, *Senecio vulgaris* 1; opname 32 - *Pohlia nutans* 1; opname 33 - *Bryum rubens* 3, *Populus alba* juv. 1; opname 34 - *Bryum species* 2; opname 35 - *Hylocomium splendens* 3, *Rhodobryum roseum* 3, *Cochlearia danica* 3, *Knautia arvensis* 2, *Polytrichum formosum* 2, *Lophocolea bidentata* 2; opname 36 - *Linaria vulgaris* 2; opname 38 - *Ornithopus perpusillus* 5, *Aphanes inexpectata* 1, *Sisymbrium officinale* 1; opname 39 - *Vicia cracca* 1; opname 41 - *Peltigera canina* 3; opname 42 - *Campylopus introflexus* 2; opname 43 - *Cladonia species* 2, *Plagiomnium species* 2; opname 47 - *Erigeron canadensis* 1; opname 49 - *Viola hirta* 5, *Juncus effusus* 5, *Rumex conglomeratus* 2, *Pulicaria dysenterica* 2, *Mentha aquatica* 2, *Phragmites australis* 2, *Ligustrum vulgare* 1; opname 50 - *Centaureum erythraea* 3, *Trifolium species* 2; opname 54 - *Rumex acetosa* 3; opname 55 - *Plagiomnium undulatum* 1; opname 56 - *Hypnum jutlandicum* 5, *Stellaria graminea* 2; opname 59 - *Pohlia species* 5, *Leontodon autumnalis* 1; opname 61 - *Equisetum palustre* 1; opname 62 - *Festuca arundinacea* 2; opname 63 - *Climacium dendroides* 1; opname 65 - *Campylium stellatum* 5, *Ranunculus flammula* 3, *Carex pulicaris* 2, *Eleocharis quinqueflora* 2, *Carex oederi oederi* 2, *Agrostis vinealis* 2, *Bellis perennis* 1.

nieuw in begrazing nemen het eerst kortgezet werden.

Taraxaco-Galietum veri (Tabel IV, opnamen 34-49)

De Duin-Paardebloem-associatie komt voor in de relatief kalkhoudende delen van de Middel- en Oostduinen op de hogere kopjesduinen. De grond is hier zwak zuur (pH tussen 5,5 en 6,0) en bevat enige kalk (0,2-0,3%). Gegevens over de grondwaterstanden onder deze associatie ontbreken, de standplaats is als droog tot enigszins vochtig te karakteriseren. Het percentage organische stof ligt tussen 3 en 4, het N_{totaal} gehalte is circa 175 mg/100g en het P_{totaal} gehalte varieert tussen 15 en 18 mg/100g. Dit houdt in dat het *Taraxaco-Galietum* onder voedselarme omstandigheden voorkomt.

Uit bodemprofielen bij de opnamen blijkt dat over het algemeen een 15 tot 20 cm dikke organische laag aanwezig is, waaronder zich mineraal zand bevindt. De diepte waarop voor het eerst kalkrijk zand wordt aangetroffen, varieert sterk: op sommige plekken bereikt dit het maaiveld, op andere is het pas op 1 meter beneden maaiveld aanwezig. In de meeste gevallen is het eerste kalkrijke materiaal tussen 30 en 60 cm beneden maaiveld te vinden. Voorts blijkt zich ter plaatse van de opnamen 40, 41, 44, 46 en 47 in de humuslaag een mineraal zandlaagje te bevinden. Dit duidt op vrij recente vergraving (meestal door konijnen) of overstuiving. Het proefvlak van opname 47 is recent sterk overstoven. Ook bij sommige opnamen van het *Festuco-Galietum veri* en het *Anthyllido-Silenetum* blijken de humuslagen overstoven te zijn met mineraal zand. Dit lijkt een belangrijke voorwaarde te zijn voor het in stand houden van deze soortenrijke begroeiingen.

De opnamen 41, 43, 46 en 48 zijn afkomstig uit het onbeweide gebied, de overige opnamen uit beweide terrein. Het *Taraxaco-Galietum veri* was door de beëindiging van de beweiding sterk verrijgd,

waarbij *Carex arenaria* tot dominantie was gekomen. Hierdoor ontstond over grote oppervlakten een dikke viltige grasmat, waarin geen plaats meer was voor kruiden. Vooral de beweiding met runderen, hier en daar vooraf gegaan door eenmalig maaien, heeft een spectaculaire verbetering gebracht. Met name de zeggen - zowel *Carex caryophylla* als *Carex arenaria* - reagerden opvallend op het maaien en het herneemen van de beweiding: de eerstvolgende lente gaf een zeldzaam uitbundige bloei van deze soorten te zien.

Het *Taraxaco-Galietum veri* wordt in de Oost- en Middelduinen vooral gekenmerkt door *Taraxacum obliquum*, die goed op beweiding blijkt te reageren. Ook *Carex caryophylla* geldt in de duinen als kensoort van de associatie; op Goeree komt zij echter zowel in het *Taraxaco-Galietum* als in het *Botrychio-Polygaletum* voor. Sommige soorten die verder noordwaarts in de duinen veel in het *Taraxaco-Galietum* voorkomen, zijn op Goeree in deze associatie schaars of afwezig. Dit geldt onder meer voor *Veronica officinalis*, *Viola hirta* en *Viola rupestris*, die op het nabijgelegen Voorne regelmatig in de associatie te vinden zijn (Bakker & Groot 1996). Inmiddels breidt *Veronica officinalis* zich langzaam doch gestaag uit in de Oost- en Middelduinen (ook in het *Festuco-Galietum veri*). *Viola hirta* komt in de Oostduinen voor in enkele vochtige valleitjes, waar zij positief op maaien reageert (opname 49).

Het *Taraxaco-Galietum* wordt in de Oost- en Middelduinen voornamelijk vertegenwoordigd door de subassociatie *plantaginetosum*, die kenmerkend is voor beweide terrein. Op recent overstoven plekken zijn vaak ook soorten van de subassociatie *cladonietosum* aanwezig (zie bijv. opn. 42).

Anthyllido-Silenetum (Tabel IV, opnamen 27-33)

Anthyllis vulneraria en *Silene nutans* (Fig. 11) zijn kensoorten van het *Anthyllido-Silenetum*. In de periode 1978 t/m 1983 waren beide soorten zeldzaam en grotendeels beperkt tot vergraven delen rondom het pompstation. Vanaf 1991 hebben ze zich in de relatief kalkrijke Oostduinen sterk uitgebreid, waarbij ze zowel profiteerden van vergraving als van het maaien van de begroeiing. Ook namen ze toe aan de kalkhoudende noordrand van de Middelduinen door het maaien en beweiden van voormalige stuifplekken. Verder verschenen ze binnen het zuurdere deel van de Middelduinen op een strook waar in 1969 bij graafwerkzaamheden kalkrijk zand aan de oppervlakte gebracht is. Beide soorten ontbreken in het kalkarme zuidelijke deel van de Middelduinen en het struweelrijke oostelijke deel van de Oostduinen. *Silene nutans* vestigt zich in de regel later dan *Anthyllis vulneraria* en handhaaft zich anderzijds langer bij verruiging van de vegetatie.

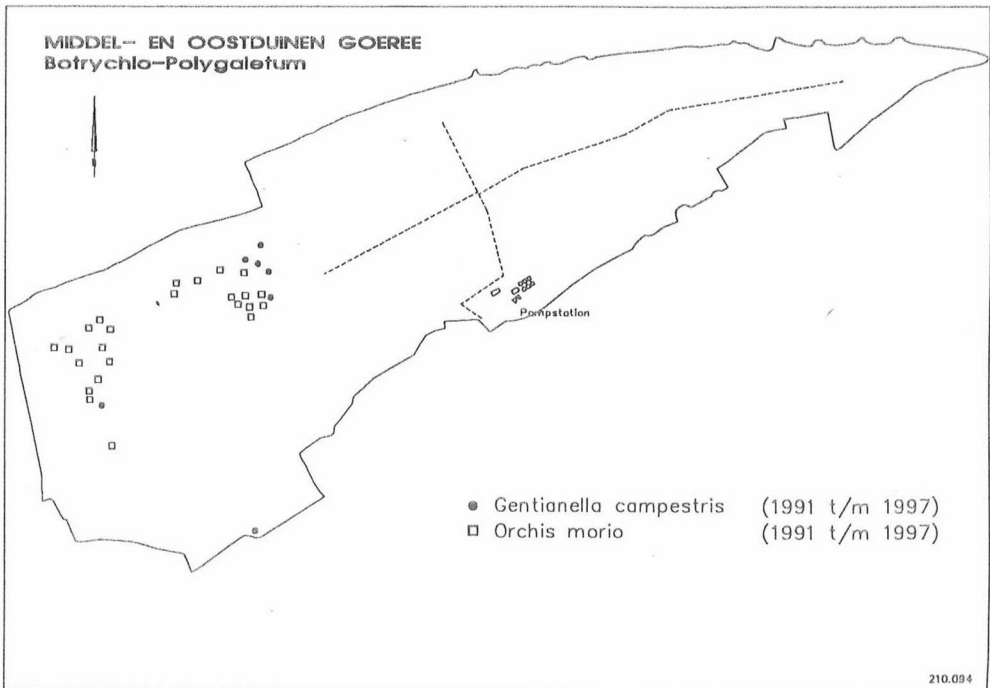
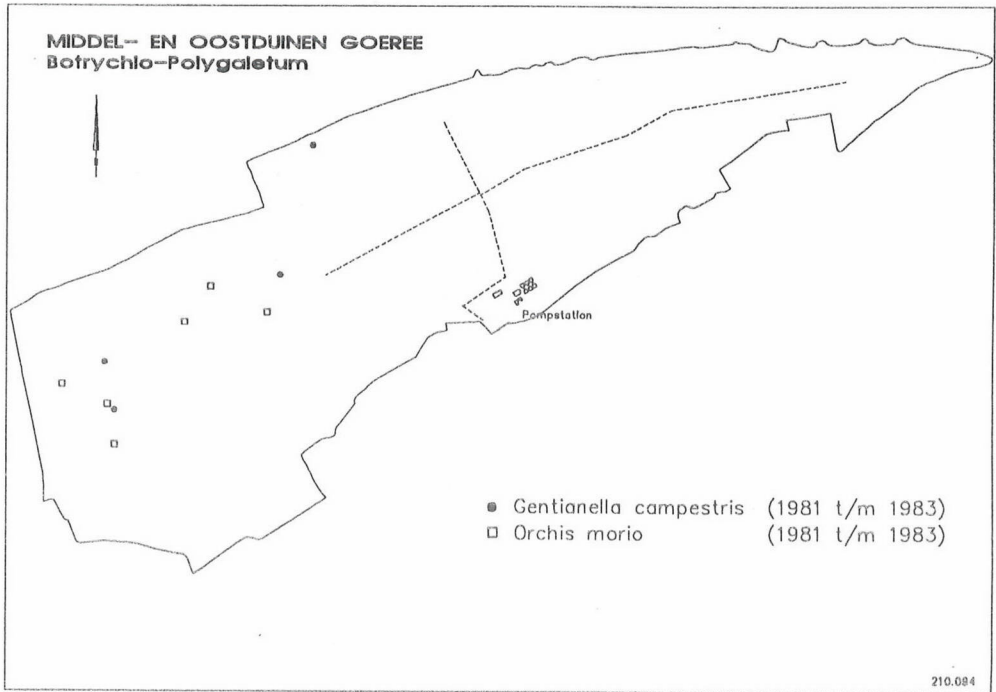
Opname 27 is een voorbeeld van jong *Anthyllido-Silenetum* waarin nog soorten uit het *Phleo-Tortuletum ruraliformis* aanwezig zijn en waarin *Silene nutans* zich nog niet gevestigd heeft. Opname 28 is genomen op een plek in de Oostduinen waar het *Anthyllido-Silenetum* door struweelvorming in de verdrukking is gekomen; van de kensoorten handhaaft alleen *Silene nutans* zich nog met moeite. Inmiddels herstelt de associatie zich op deze plek snel dank zij maaibeheer. Opname 29, die uit onbeweid en onbegraasd terrein komt, heeft een sterk ontwikkelde moslaag waarin *Cladonia furcata* en *Hypnum cupressiforme* een hoge bedekking bereiken. Rond het pompstation komt een variant van de associatie voor met *Trifolium scabrum* en *Trifolium striatum*, die reeds door Weevers (1940) beschreven werd en door Westhoff & Den Held (1969)

nog onderscheiden werd als een aparte associatie *Anthyllido-Trifolietum scabri* (opn. 30-32). Opname 33 komt van de noordrand van de Middelduinen en is gemaakt op een plek die relatief sterk door het vee bemest wordt.

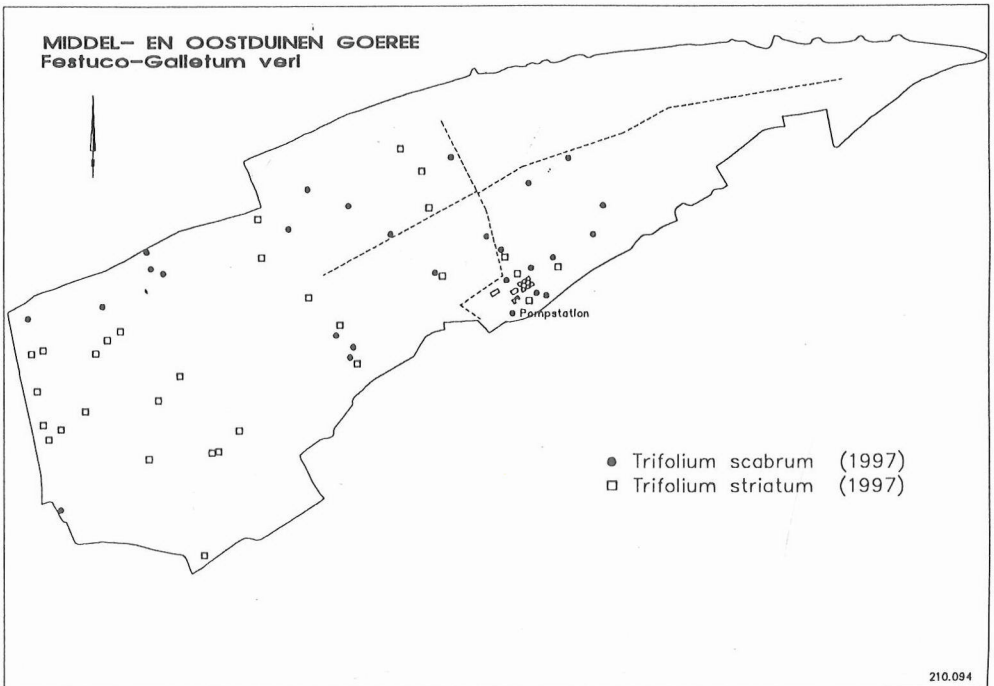
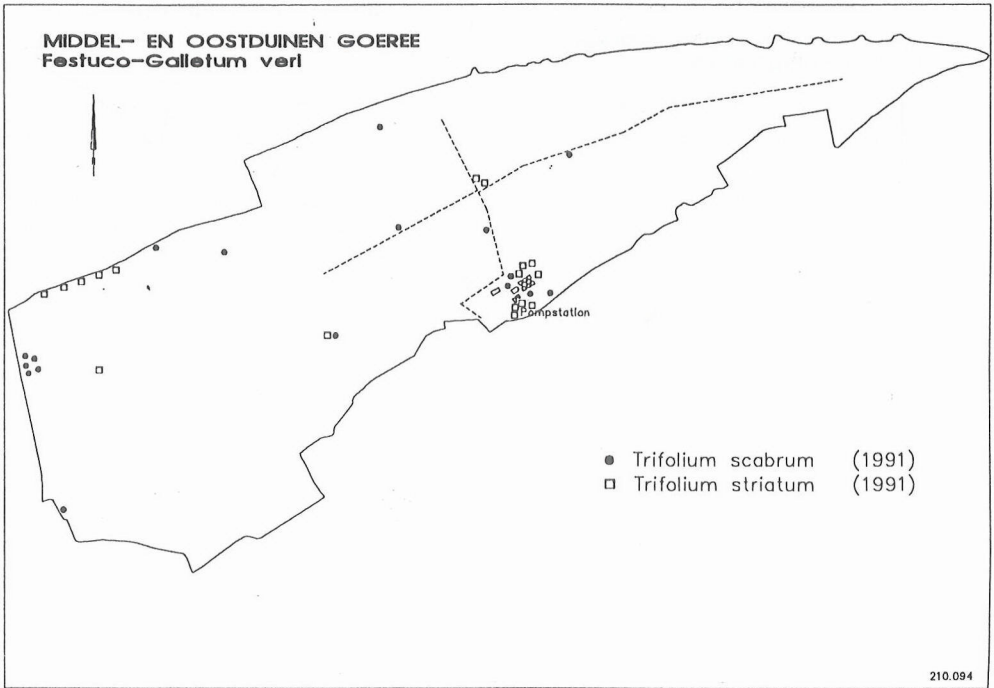
De bodemprofielen laten zien dat het *Anthyllido-Silenetum* voorkomt op een minerale bodem (opn. 29, 32) of op plekken waar een hoogstens 5 cm dikke organische laag aan het maaiveld ligt (opn. 27, 28). In het eerste geval bevindt zich onder het minerale materiaal weer overstoven of anderszins afgedekt organisch materiaal. De ont-kalkingsdiepte van de bodem onder deze gemeenschap is vrij constant: ze ligt niet dieper dan 45 cm beneden maaiveld en soms ligt kalkrijk, mineraal materiaal aan maaiveld. Van alle associaties waarvan de bodemprofielen onderzocht zijn, heeft het *Anthyllido-Silenetum* de geringste ont-kalkingsdiepte.

Phleo-Tortuletum ruraliformis (Tabel IV, opnamen 23-26)

Het *Phleo-Tortuletum ruraliformis* komt voor op enigszins beweeglijk, kalkhoudend zand zonder bodemvorming en met sterke temperatuurwisselingen. Het neemt in de Oost- en Middelduinen slechts een bescheiden plaats in, en staat hier qua standplaats het dichtst bij het *Anthyllido-Silenetum*. Ook in floristische samenstelling vertonen beide associaties overeenkomst: ze hebben onder meer *Phleum arenarium*, *Saxifraga tridactylites* en *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* met elkaar gemeen. Het *Phleo-Tortuletum* van de Oost- en Middelduinen bevat zowel differentiërende soorten van de subassociatie *cladonietosum* (*Cladonia foliacea* en *Cladonia furcata*) als van de subassociatie *brachythecietosum* (o.a. *Brachythecium albicans*, *Arenaria serpyllifolia*, *Leontodon saxatilis*, *Anthyllis vulneraria*).



Figuur 9.



Figuur 10.

Het *Phleo-Tortuletum* komt in het terrein voornamelijk voor op plekken waar het plantendek van duingraslanden beschadigd of overstoven is. Als grote bijzonderheid komt in het *Phleo-Tortuletum cladonietosum* van de Oostduinen *Mibora minima* voor, een zuidelijke soort die in 1977 nabij het pompstation werd ontdekt en die zich hier tot dusver goed handhaaft.

Festuco-Galietum veri (Tabel V, opnamen 74-83)

De Duin-Struisgras-associatie komt voor in de kalkarme delen van het terrein, vooral in de Middelduinen. Het staat op kopjesduinen, maar ook op vochtiger plaatsen aan de rand van zure duinvalleien met begroeiingen van het *Caricetum trinervi-nigrae*, *Nanocyperion flavescens* en *Echinodoro-Potametum graminei*. Overstroming treedt niet op. Op vochtige standplaatsen blijft de hoogste grondwaterstand tenminste 15 cm beneden het maaiveld en liggen de laagste standen rond de 100 cm eronder. Op droge standplaatsen zijn de grondwaterstanden lager. De pH van de bodem ligt tussen de 5,5 en 5,8. Het percentage organische stof ligt rond de 4 %, het N_{totaal} -gehalte is ca. 200 mg/100 g en het P_{totaal} -gehalte ca. 17 mg/100 g. De bodem is vrijwel ontkalkt; het kalkpercentage bedraagt maximaal 0,2 %. Het iets lagere kalkgehalte van de bodem van het *Festuco-Galietum veri* lijkt op basis van onze metingen het belangrijkste bodemchemische verschil te zijn met het *Taraxaco-Galietum veri*; de overige bodemchemische kenmerken verschillen nauwelijks.

Uit bodemprofielen blijkt dat de laag organische stof onder opnamen van het *Festuco-Galietum* maximaal 20 cm dik is, maar vaak wat dunner. Meestal is de bodem tot meer dan 30 cm ontkalkt, hoewel de variatie in ontkalkingsdiepte groot is: van 5 tot meer dan 70 cm beneden maaiveld. In

de meeste gevallen is kalkrijk materiaal aanwezig tussen 30 en 60 cm onder het maaiveld. Er bestaan dus geen duidelijke verschillen in de ontkalkingsdiepte van de bodem onder het *Festuco-Galietum* en het *Taraxaco-Galietum*. Blijkbaar zijn geringe verschillen in het kalkgehalte in de organische laag onderscheidend tussen beide plantengemeenschappen. Het wat lagere kalkgehalte van de organische laag is vermoedelijk ook verantwoordelijk voor het hogere aandeel van sommige zuurminnende soorten (o.a. *Polytrichum juniperinum*, *Trifolium arvense* en *Ornithopus perpusillus*) in het *Festuco-Galietum* ten opzichte van het *Taraxaco-Galietum*.

Binnen het *Festuco-Galietum* worden twee subassociaties onderscheiden, die beide in het terrein vertegenwoordigd zijn. De subassociatie *typicum* is gekenmerkt door een hoog aandeel van onder meer *Festuca ovina* subsp. *tenuifolia*, *Dicranum scoparium* en *Cladonia furcata*, terwijl de subassociatie *trifolietosum* zich onderscheidt door onder andere *Trifolium striatum*, *Trifolium scabrum*, *Trifolium campestre*, *Trifolium dubium* en *Eryngium campestre*. De tweede subassociatie komt voor op basenrijkere grond dan de eerste (Schaminée et al. 1996).

De variatie in samenstelling van het *Festuco-Galietum* in de Middelduinen correspondeert met de aanwezigheid van kalkhoudend materiaal in de ondiepe ondergrond en met de mate van verstoring van de bodem door graafactiviteiten van organismen. Bij weinig activiteit van organismen en de aanwezigheid van een humuslaag op een uitgeloopte bodem ontstaat een soortnaam vegetatie, die tot het *Festuco-Galietum typicum* behoort (opn. 74). Wanneer in een dergelijke begroeiing de humuslaag onder invloed van zonlicht verbrandt, neemt de rijkdom aan korstmossen toe. Op den duur kan een dergelijke vegetatie zich in de richting van het *Corynephorion canescentis* ontwikkelen.

Numer opname	6666 6789	77 01	77 23	7777778888 4567890123
Cladonia floerkeana	31..	..	..	.....
Campylopus introflexus	577.	..	..	.....
Coelocaulon aculeatum	32.7	..	..	.....
Cladonia macilenta	31.6	..	..	.....
Cladonia ramulosa	2317	..	..	.....
Cladonia glauca	.1.8	..	..	.....
Polytrichum piliferum	866.	2.	..	.....
Corynephorus canescens	5557	51	..	.....
Cladonia foliacea	3737	51	..	.1.....
Cladina arbuscula	2... 1.	..	..	.1.....
Jasione montana	.22.	24	..	.....
Senecio sylvaticus	.1.. 1.	..	..	.....
Teesdalia nudicaulis	2.35	2.	.3	.....
Viola curtisii	....	22	..	.....
Bromus hordeaceus hordeaceus	....	1.	22	....2....
Crepis capillaris	....	21	21	.1.11..211
Leontodon saxatilis	....	.2	.2	.....121.
Senecio jacobaea jacobaea	....	21	1.	.12..11221
Cerastium arvense	....	3.	22	.23335333
Brachythecium albicans	....	2.	22	2.2.52527.
Veronica arvensis	....	2.	22	.1.2.13321
Erodium cicutarium dunense	....	2.	.2	.1.1.322.
Trifolium arvense	....	1.	.1	.1.2232..
Vicia sativa nigra	....	11	..	.2.....
Koeleria macrantha	....	24	..	.2.255.3.3
Phleum arenarium	....	3.	..	....2.2..
Aphanes inexpectata	....	1.	..	.....1.
Elymus athericus	....	1.	..	....2.3.2.1
Taraxacum laevigatum	....	.1	..	.1..11.211
Cladina ciliata	....	.1	..	11..51....
Scleranthus polycarpus	....	..	15	.....
Erigeron canadensis	....	..	11	.....
Plantago coronopus	....	..	1.	.....1...
Aira caryophylla	....	..	.2	.....2.
Equisetum arvense	....	..	.1	.....1
Rhynchospora squarrosa	....	..	3.	.....52
Trifolium repens	....	..	.1	..2.....1.
Holcus lanatus	....	..	.2	..2....1.
Ornithopus perpusillus	....	..	36	1..121..1.
Poa pratensis	....	..	31	..222.3222
Lotus corniculatus cornicul.	....	..	.3	..12.3.322
Pseudoscleropodium purum	....	..	3.	...8...22.
Trifolium dubium	....	..	3.	...2...752
Trifolium campestre	....	..	.1	...12.22..
Arenaria serpyllifolia	....	..	.3	....2.221.
Hypnum jutlandicum	....	..	..	5...2....
Trifolium striatum	....	..	..	.5555.2553
Cladonia rangiformis	....	..	..	..3.532...
Achillea millefolium	....	..	..	...1.....3

Nummer opname	6666 6789	77 01	77 23	7777778888 4567890123
Hieracium pilosella	....	..	..	...1....5
Vicia lathyroides	....	..	..	....23....
Plantago lanceolata	....	..	..	....2..22.
Scleranthus perennis	....	..	..	....12...:
Sedum acre	....	..	..	....222..
Eryngium campestre	....	..	..	....11222
Trifolium scabrum	....	..	..	....15..
Bromus hordeaceus thominii	....	..	..	....5252
Geranium molle	....	..	..	....21.
Carex caryophyllea	....	..	..	....233
Avenula pubescens	....	..	..	....512
Thymus pulegioides	....	..	..	....26
Cladonia merochlorophaea	..1.	..	..	2.....
Cladonia portentosa	2558	12	..	.2..2....
Cladonia furcata	523.	61	..	22313727..
Dicranum scoparium	...7	.4	..	792773.2.2
Festuca rubra commutata	2... .1	..	..	..52..324.
Galium verum	...5	35	..	.365536655
Hypnum cupressiforme	2... .77	..	..	7493379729
Ceratodon purpureus	2... .1	65	3.....	3.....
Agrostis capillaris	2..7	.2	53	..2.2.2.3.
Aira praecox	3.37	21	24	3..431..2.
Anthoxanthum odoratum	...7	14	12	1225.1.255
Carex arenaria	3327	22	.2	5333235122
Festuca ovina tenuifolia	3227	.4	35	75.765.536
Hypochaeris radicata	.15.	14	51	216512.1.2
Rumex acetosella	2237	.2	52	725222212.
Polytrichum juniperinum	6.7.	.1	8.	5..211..2.
Luzula campestris	1... .11	.2	..	.3..21223.

Tabel V.: Gemeenschappen op basenarm, droog zand in de Oost- en Middelduinen van Goeree. Associaties: *Spergulo-Corynephorum* (66-69), *Violo-Corynephorum* (70, 71), *Ornithopodo-Corynephorum* (72, 73) en *Festuco-Galietum veri* (74-83).

Addenda: opname 66 - *Urtica dioica* 2; opname 67 - *Cladonia fimbriata* 2; opname 68 - *Cladonia subulata* 1; opname 69 - *Polytrichum species* 7; opname 70 - *Erophila verna* 2; opname 71 - *Cerastium semidecandrum* 1, *Cladonia chlorophaea* 1; opname 72 - *Vulpia myuros* 2, *Festuca ovina cinerea* 1; opname 73 - *Taraxacum species* 1, *Juncus bufonius* 1; opname 76 - *Myosotis ramosissima* 1; opname 80 - *Tortula ruralis ruraliformis* 3, *Elymus repens* 2; opname 81 - *Rhytidadelphus triquetrus* 5, *Peltigera rufescens* 2, *Bellis perennis* 1; opname 82 - *Vulpia bromoides* 7, *Plagiomnium undulatum* 5, *Hypochaeris glabra* 1, *Danthonia decumbens* 1; opname 83 - *Ononis repens repens* 2, *Ranunculus bulbosus* 2, *Brachythecium rütabulum* 1, *Silene nutans* 1, *Leontodon autumnalis* 1.

Is er veel activiteit in een vrij diep ont-kalkte bodem, dan vertoont het *Festuco-Galietum* eveneens kenmerken van de subassociatie *typicum*, waarbij op te merken valt dat *Trifolium striatum* in de Mid-

delduinen over de gehele breedte van de associatie voorkomt (opn. 75). Een grotere verscheidenheid aan *Trifolium*-soorten, welke kenmerkend is voor de subassociatie *trifolietosum*, vinden we op plaatsen waar

dicht onder het maaiveld kalkhoudend materiaal aanwezig is (o.a. opn. 81). Vaak treden dan tevens soorten op uit het *Taraxaco-Galietum* (bijv. *Carex caryophylla* en *Avenula pubescens*), waardoor een zeer soortenrijke vegetatie ontstaat. Een goed voorbeeld van deze soortenrijkdom geeft opname 82 te zien, die zelfs de zeer zeldzame *Hypochaeris glabra* bevat in combinatie met *Vulpia bromoides*, een soort die de laatste jaren in het terrein sterk toeneemt. Is het kalkgehalte nog hoger, dan kunnen soorten uit het *Anthyllido-Silenetum* in het *Festuco-Galietum* voorkomen (opn. 83).

Trifolium scabrum en *Trifolium striatum* (figuur 10) staan beide vermeld als transgrediërende kensoorten van het *Festuco-Galietum*, maar gedragen zich in de Oost- en Middelduinen enigszins verschillend. *Trifolium scabrum* heeft zich weliswaar door maaien en begrazen uitgebreid, maar alleen in het kalkhoudende deel van het terrein. Hier komt zij, met name rond het pompstation, voor in het *Anthyllido-Silenetum* (Tabel IV, opn. 29-32). *Trifolium striatum* maakt ook deel uit van deze gemeenschap, maar heeft zich door beweiding voornamelijk uitgebreid in het *Festuco-Galietum*.

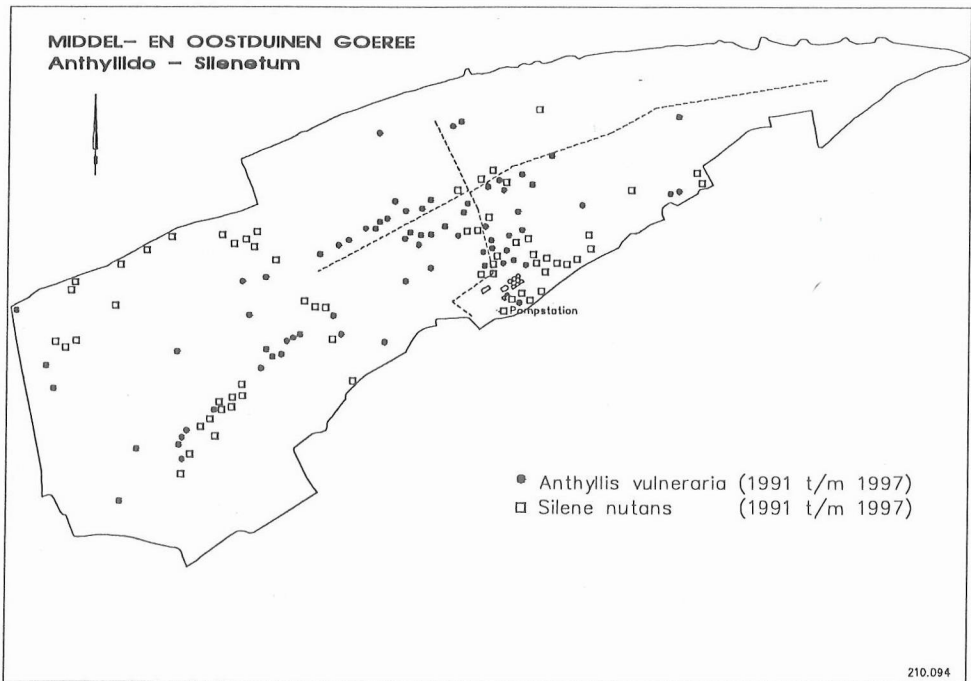
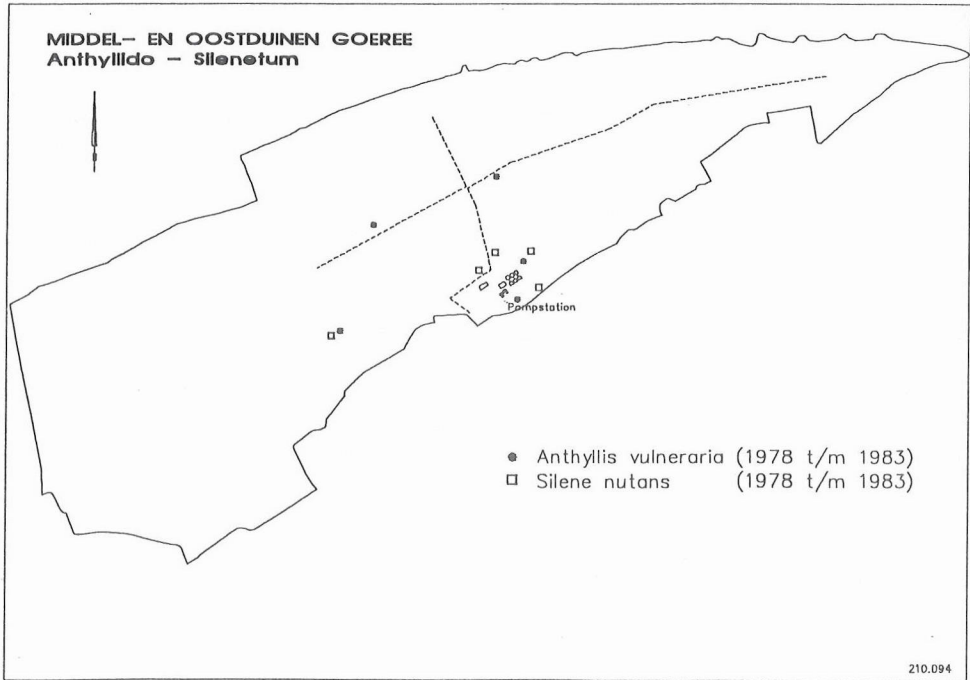
Ornithopodo-Corynephorretum, *Violo-Corynephorretum* en *Spergulo-Corynephorretum* (Tabel V, opnamen 66-73)

De opnamen 72 en 73 uit Tabel V behoren tot het *Ornithopodo-Corynephorretum*, zoals blijkt uit het voorkomen van *Ornithopus perpusillus*, *Scleranthus polycarpus*, *Aira praecox*, *Aira caryophylla* en *Teesdalia nudicaulis*. Deze associatie komt voor in het zuidwesten van de Middelduinen op kalkloze, weinig beweeglijke zandgronden, die wat voedselrijker zijn dan die van het *Spergulo-Corynephorretum*. Deze iets hogere voedselrijkdom hangt vermoedelijk samen met de aanwezigheid van een dikke-

re laag organische stof en de frequentere bezoeken door koeien; immers, op vrijwel kaal zand valt niet veel te halen.

De opnamen 70 en 71 behoren tot het *Violo-Corynephorretum* vanwege het voorkomen van *Cladina ciliata* als kensoort en *Viola curtisii*, *Jasione montana*, *Leontodon saxatilis*, *Cerastium semidecandrum*, *Hypnum cupressiforme*, *Cladonia foliacea* en *Cladonia furcata*, die deze associatie differentiëren ten opzichte van het *Spergulo-Corynephorretum*. Op grond van het voorkomen van *Koeleria macrantha*, *Galium verum*, *Phleum arenarium* en *Cladina ciliata* kunnen de opnamen worden gerekend tot de subassociatie *koelerietosum*. Deze subassociatie komt voor op kalkarm zand, zij het minder kalkarm dan de subassociatie *typicum* en het nauw verwante *Spergulo-Corynephorretum*. Het *Violo-Corynephorretum koelerietosum* vormt de overgang naar het *Phleo-Tortuletum ruraliformis*, dat voorkomt op kalkrijk of althans kalkhoudend, humusloos of humusarm zand.

Het *Spergulo-Corynephorretum* komt voor op de meest kalk- en humusarme plaatsen in het zuidwesten van de Middelduinen. In de Oostduinen ontbreekt het vanwege de veel hogere kalkrijkdom van de bodem. Het *Spergulo-Corynephorretum* wordt bij uitstek kenmerkend geacht voor binnenlandse zandverstuivingen, maar vanwege het voorkomen van *Polytrichum piliferum* en *Cladonia macilenta* rekenen wij de opnamen 66 t/m 69 tot deze associatie, en wel tot de subassociatie *cladonietosum*, vanwege het voorkomen van *Cladina portentosa*, *Cladonia glauca* en *Cladonia floerkeana*. Masselink (1994) noemt binnen deze subassociatie een variant met *Coelocaulon aculeatum* die kenmerkend is voor opgestoven of overstoven plekken, vooral op relatief mineraalrijk zand. Deze korstmossoort komt voor in de opnamen 66, 67 en 69. Genoemde variant zou de plantensociologi-



Figuur 11.

sche verbinding kunnen vormen tussen het *Spergulo-Corynephorum* van de meest mineraalarme, kalkloze open zanden van de duinen en die van de relatief mineraalrijke open zanden van de binnenlandse zandverstuivingen.

De effectiviteit van beheersmaatregelen

Hoe is het herstel van plantengemeenschappen en de toename en terugkeer van daarin thuishorende soorten te verklaren? De sleutel daarvan ligt in de aansluiting van de beheersmethode(n) op de abiotische kenmerken en processen. Daarnaast spelen dispersiemechanismen een belangrijke rol.

In tabel VI wordt een overzicht gegeven van de reactie van soorten op de genomen beheersmaatregelen. Daarin is een aantal groepen te onderscheiden, die op overeenkomstige wijze op beheersmaatregelen reageren en die we zullen bespreken.

Silene nutans, *Anthyllis vulneraria* (beide *Anthyllido-Silenetum*), *Sagina nodosa* en *Carex oederi* subsp. *oederi* (voorkomend in het *Nanocyperion flavescens*, het *Centaurio-Saginetum* en het *Junco baltici-Schoenetum*) reageren positief op alle beheersmaatregelen. De open, laag-productieve milieus, die van belang zijn voor deze soorten, worden blijkbaar in voldoende mate verzorgd door alle beheersmaatregelen. Bij plaggen of vergraven ontstaan echter over grotere oppervlakten open, kalkrijke en humusarme milieus dan bij maaien en/of begrazen. Dit verklaart waarom met uitzondering van *Silene nutans* genoemde soorten het meest positief reageren op plaggen en/of vergraven. *Silene nutans* reageert in gelijke mate op alle beheersmaatregelen. Deze gelijkmatige reactie zou kunnen worden verklaard door het milieu van deze soort. *Silene nutans* komt in de duinen het meest voor op noordhellingen (Weeda et al. 1985), waaruit afgeleid kan worden dat deze soort niet strikt gebonden is aan de

zeer open, humusarme bodems, die bij plaggen of vergraven ontstaan. *Carex oederi* subsp. *oederi* komt, in tegenstelling tot de andere bovengenoemde soorten, ook voor op zuurdere bodems. Voor deze soort is de aanwezigheid van een kale bodem, en niet zo zeer een kalkrijke bodem, de belangrijkste factor (zie figuur 3 en 7).

Littorella uniflora, *Apium inundatum* (beide *Littorelletea*) en *Schoenus nigricans* (*Junco baltici-Schoenetum nigricantis*) vestigen zich alleen na plaggen. Deze soorten zijn voor hun kieming en vestiging afhankelijk van kale zandbodems, die in de Middel- en Oostduinen alleen ontstaan na plaggen of vergraven (Grootjans et al. 1995). Dat deze soorten niet verschijnen na vergraven, in dit geval plaggen tot op de minerale zandondergrond, wordt vermoedelijk veroorzaakt doordat bij vergraven de zaadvoorraad van deze soorten wordt verwijderd. Vermoedelijk bevindt de zaadvoorraad van deze soorten zich iets boven de minerale zandondergrond. Het is bekend dat de kieming van *Schoenus nigricans* afhankelijk is van de hoeveelheid open ruimte (Grootjans et al. 1995). In kale duinvalleien kan de soort zich snel vestigen, mits de waterstand in de periode van februari tot april dichtbij of boven maaiveld staat. De fase waarin de kale valleien geschikt zijn voor de kieming en vestiging van *Schoenus nigricans* duurt slechts enkele jaren. In oudere stadia, hoewel er dan nog vaak veel open ruimte tussen de pollen aanwezig is, is kieming volgens Grootjans al een uitzonderlijk verschijnsel. Hierbij valt aan te tekenen dat in de Meinderwaalvallei 10 jaar na het uitschuiven nog volop kieming plaatsvindt. In elk geval breidt de soort zich echter niet uit door beweiding of maaien. *Schoenus nigricans* is beperkt tot de relatief kalkrijke Oostduinen en de kalkrijkere delen van de Middelduinen (figuur 3 en 7), en daarbinnen tot de natste valleien. Behalve in de droge jaren staan deze valleien enige

maanden per jaar plas-dras of onder water. Behalve de Meinderswaalvallei bezitten al deze valleien een dichte begroeiing en een dikke, humeuze toplaag. Uitbreiding van *Schoenus* en herstel van zijn gemeenschap is alleen mogelijk door zulke valleien te plaggen.

Gnaphalium luteo-album en *Centaureum littorale* (*Centaurio-Saginetum*) reageren positief op plaggen en vergraven, waarbij plaggen de meest positieve reactie geeft. Het gaat hier dan ook om pioniersoorten van open, minerale en min of meer kalkrijke zandbodems. De kiemplanten van *Centaureum littorale* blijken gevoelig te zijn voor droogte (Schat 1982), terwijl langdurige inundaties door de rozetten slecht worden verdragen (Weeda et al. 1988). Herstel van de gemeenschappen (*Centaurio-Saginetum* en *Junco baltici-Schoenetum*) waarin deze soort voorkomt door middel van plaggen is alleen kansrijk wanneer de gehele gradiënt wordt geplagd, zodat de soort kan pendelen om te natte of te droge omstandigheden te vermijden. In tegenstelling tot de vorige groep leidt vergraven, dat wil zeggen plaggen tot op de minerale zandbodem, ook tot een positieve reactie. Mogelijk hangt dit samen met de aanwezigheid van zaden onder de humusrijke toplaag. Bovendien kan *Gnaphalium luteo-album* zijn zaden ook via de wind verspreiden en zo diep geplagde plaatsen bereiken.

Samolus valerandi (*Littorelletea*, maar ook in het *Centaurio-Saginetum*) en *Centaureum pulchellum* (*Centaurio-Saginetum* en *Nanocyperion flavescens*) reageren positief op plaggen en vergraven, maar tevens op begrazen. Beide soorten komen voor in de lage delen van valleien die 's winters en in het voorjaar langdurig overstroomd zijn of plas-dras staan. *Centaureum pulchellum* is eenjarig, *Samolus valerandi* meestal tweejarig; hun kiemplanten zijn droogtegevoelig (Schat 1982). Dit betekent dat vestiging en langdurige aanwezigheid van deze

soorten alleen mogelijk is wanneer natte winters regelmatig voorkomen. Droge winters en droge voorjaren beperken de overlevingskans van de kiemplanten omdat de waterstanden dan te laag kunnen zijn. Beide soorten reageren ook positief op begrazing omdat door vertrapping door het vee kleine open en ingetrapte plekje ontstaan, waarin de voor beide soorten vereiste langdurig natte omstandigheden kunnen optreden.

Anagallis minima, *Radiola linoides* en *Hypericum humifusum* (beide *Nanocyperion flavescens*) reageren positief op plaggen, begrazing en maaien. Al deze maatregelen zorgen voor openheid, maar anders dan bij vergraven - waarop deze soorten niet positief reageren - blijft steeds in meerdere of mindere mate organisch materiaal achter. In het kalkarme deel zijn genoemde soorten gebonden aan open, zeer humusarme bodems, in het kalkrijkere deel komen ze hoogstens voor op plaatsen waar een dun humuslaagje aanwezig is. Het organisch materiaal in duinvalleien is veelal zuurder dan de onderliggende minerale bodem (De Haan et al. 1997). Bovendien treedt onder zure omstandigheden sneller stapeling van organische stof op dan onder basische omstandigheden. Voor het ontstaan van de juiste standplaatsomstandigheden voor deze soorten in de kalkarme, zuurdere delen is plaggen nodig, omdat het zorgt voor het bovenbrengen van een minder zure bodem; in de kalkrijke delen zorgt de van nature minder zure organische toplaag van de bodem reeds voor de juiste standplaatsomstandigheden. Bovendien is de organische toplaag in de kalkrijke delen vermoedelijk dunner, zodat vertrapping door het vee en maaien daar kunnen zorgdragen voor open, basenrijke plekken. Daarom zijn maaien en begrazen vermoedelijk afdoende voor instandhouding van het *Nanocyperion flavescens* in de kalkrijkere delen van de Middel- en Oostduinen. Daarentegen is in de kalkarme, zuurdere delen bij tijd en wijle

plaggen nodig om de standplaatsomstandigheden van deze gemeenschap te creëren. Dit verklaart mogelijk ook waarom in de kalkarme delen van ons land, zoals in Twente, plaggen noodzakelijk is voor de instandhouding van het *Nanocyperion flavescens*, ook al is de aanwezigheid van de gemeenschap na plaggen relatief kortstondig, zelfs bij een vervolfbeheer van maaien. Soorten van het *Nanocyperion* handhaven zich daar het langst onder natte, basenrijke omstandigheden (Eysink & De Bruijn 1994). In de kalkrijke duinen kunnen maaien en begrazen de rol die langdurige hoge grondwaterstanden buiten de duinen hebben bij de handhaving van het *Nanocyperion* gedeeltelijk overnemen.

Eleocharis quinqueflora, *Juncus alpinoarticulatus* subsp. *atricapillus* (beide *Junco baltici-Schoenetum*) en *Carex pulicaris* (*Junco baltici-Schoenetum* en *Botrychio-Polygaletum*) reageren positief op plaggen en maaien. De pionier *Eleocharis quinqueflora*, die afhankelijk is van zeer open milieus, reageert positiever op plaggen dan op maaien; de beide andere soorten reageren in gelijke mate op deze maatregelen. *Juncus alpinoarticulatus* subsp. *atricapillus* en *Carex pulicaris* vestigen zich na plaggen alleen wanneer wat organische stof is achtergebleven of opnieuw geaccumuleerd is. Beide kunnen zich langdurig handhaven in de oudere stadia van het *Junco baltici-Schoenetum*, die een dikke humuslaag kunnen bezitten. *Eleocharis quinqueflora* is veel meer een typische pionier en kan zich alleen langdurig handhaven wanneer de humuslaag dun blijft. Een langdurig dun blijvende humuslaag wordt vaak veroorzaakt door het optreden van sterke kwel van zeer basenrijk grondwater, met als gevolg zwak zure tot basische omstandigheden, waarbij organische stof snel wordt afgebroken. De soorten komen alle voor in laagblijvende, open begroeiingen. Zulke begroeiingen zijn de eerste jaren na plaggen

aanwezig, maar kunnen ook uit niet te sterk verruigde begroeiingen worden geregeerd door maaien met de Spragelse combi-wagen, waarbij een deel van de humuslaag wordt verwijderd en open milieus ontstaan. Dit verklaart waarom deze soorten behalve plaggen positief reageren op maaien. Begrazing leidt niet tot vestiging van deze soorten. In tegenstelling tot maaien met de Spragelse combi-wagen zorgt begrazing niet voor de verwijdering van een deel van de organische stoflaag. Bovendien zorgt maaien in natte en basenrijke, maar verruigde milieus vermoedelijk voor meer of in ieder geval voor het sneller ontstaan van openheid dan begrazen. Wanneer open begroeiingen zijn ontstaan na plaggen of maaien zorgt begrazing overigens wel voor de instandhouding van laag-productieve, open begroeiingen. Dat vergraving, dat wil zeggen plaggen tot op de minerale laag, op korte termijn geen positief effect heeft op deze soorten hangt mogelijk samen met de zaadbank van deze soorten, die vermoedelijk alleen in de ondiepe organische bodemhorizonten aanwezig is. Voor *Juncus alpinoarticulatus* is dit aangetoond (Maas & Schopp-Guth 1995). Na vergraven moeten deze soorten de voor hun geschikte valleien van elders zien te bereiken.

Vergraven stimuleert wel *Corynephorus canescens* en *Jasione montana* (beide *Corynephorion canescens*). Het is algemeen bekend dat beide soorten voorkomen op zeer open bodems, vaak in kalkarme zandverstuivingsgebieden, waar begroeiingen met deze soorten tot de eerste successtadia behoren. Vergraving is hier niets anders dan de menselijke vervanging van verstuiving, tenzij door vergraving kalkrijk zand omhoog wordt gebracht, een substraat dat door beide soorten en hun gemeenschappen wordt gemeden. Het is eveneens logisch dat beweiding, waarbij de nauwelijks vastgelegde rulle zandbodems voortdurend worden opengetrapt, deze soorten

stimuleert. Beide soorten zijn vooral verschenen op plekken waar, voordat weer tot begrazing werd overgegaan, dichte matten van *Carex arenaria* voorkwamen. Begrazing met koeien zorgde snel voor openheid van de vegetatie, waardoor deze frêle soorten van open milieus zich weer makkelijk konden vestigen. In hoeverre maaien deze soorten in duingebieden begunstigt is ons niet bekend. De delen van de kalkarme Middelduinen waarin beide soorten voorkomen, zijn niet gemaaid, aangezien daar vanwege het succes van de begrazing geen noodzaak toe was. We weten echter dat *Jasione montana* zich elders in Nederland kan vestigen en handhaven in schrale, regelmatig gemaaide graslanden, die aan het maaien hun open, laagblijvende vegetatiestructuur te danken hebben. Konijnen, tenminste wanneer ze in behoorlijke aantallen voorkomen, zijn eveneens belangrijke beheerders van de gemeenschappen waarin beide soorten voorkomen. Ze houden de begroeiingen zeer kort en zorgen door hun graverij regelmatig voor nieuwe open milieus. Tezamen met de extreme milieuomstandigheden (zuidhellingen en zure omstandigheden) zorgt konijnenbegrazing voor een zeer lange levensduur van deze gemeenschappen. In de Middel- en Oostduinen is het aantal konijnen drastisch gedaald. Uit afschotgegevens blijkt dat het aantal van circa 5000 in 1978 is teruggelopen naar circa 100 in 1997. Dit betekent dat de rol van koeienbegrazing voor de instandhouding van deze gemeenschappen, maar ook voor die van andere droge graslanden, is toegenomen.

Gentianella campestris, *Orchis morio*, *Briza media* en *Taraxacum nordstedtii* zijn vochtminnende soorten van het *Botrychio-Polygaletum*. Deze gemeenschap komt voor in smalle gordels langs de rand van valleien, en bevat naast genoemde vochtminnende soorten, ook soorten van drogere omstandigheden, zoals *Thymus pulegioides*,

en soorten die zowel onder drogere als vochtige omstandigheden kunnen voorkomen, zoals *Linum catharticum* en *Carex caryophylla*. De drie laatstgenoemde soorten komen in de Middel- en Oostduinen ook voor in het *Taraxaco-Galietum veri*. *Taraxacum obliquum* is een kensoort van het *Taraxaco-Galietum veri* en in de Middel- en Oostduinen beperkt tot die gemeenschap. In de Middel- en Oostduinen is van het *Taraxaco-Galietum veri* voornamelijk de subassociatie *plantaginetosum* aanwezig, die zich het best ontwikkelt in terreinen die door runderen worden begraasd (Schaminée et al. 1996). Deze soorten en de gemeenschappen waarin ze voorkomen, zijn kenmerkend voor oudere situaties, waarin de bodem is vastgelegd en een dunne organische bodemhorizont is ontstaan, hoewel overzanding als gevolg van graafactiviteiten van konijnen zo nu en dan voorkomt. Vanwege de afhankelijkheid van het *Botrychio-Polygaletum* en het *Taraxaco-Galietum veri* van oudere, rijpere bodems met een organische tophorizont zullen plaggen en vergraven, dat wil zeggen maatregelen die juist de organische tophorizont verwijderen, voor deze gemeenschappen niet positief uitwerken. Van het *Taraxaco-Galietum* is bekend dat het gevoelig is voor verstoring (Schaminée et al. 1996). Plaggen en vergraven zijn verstoringen en zijn daarom ongeschikt als herstelmaatregelen voor het *Taraxaco-Galietum veri*. Schaminée et al. (1996) vermelden dat het *Botrychio-Polygaletum* en het *Taraxaco-Galietum plantaginetosum* gebonden zijn aan een zekere mate van begrazing. In de Middel- en Oostduinen heeft eenmalig maaien met de Spragelse combiwagen in verruigde situaties echter ook een positief effect op de soortensamenstelling van deze gemeenschappen. Het maaien van verruigde begroeiingen zorgt voor heropening van de vegetatie, waarna de koeien de aldus ontstane begroeiingen kort en open houden. *Ophioglossum*

plantengemeenschap	plantensoort	plaggen	vergraven (*)	begrazen	maaien
Anthyllido-Silenetum	<i>Silene nutans</i>	+	+	+	+
Anthyllido-Silenetum	<i>Anthyllis vulneraria</i>	+	++	+	+
Centaurio-Saginetum/Junco baltici-Schoenetum	<i>Sagina nodosa</i>	++	++	+	+
Nanocyperion/Junco baltici- Schoenetum	<i>Carex oederi</i> subsp. <i>oederi</i>	++	+	+	+
Littorelletea	<i>Littorella uniflora</i>	++			
Littorelletea	<i>Apium inundatum</i>	++			
Junco baltici-Schoenetum	<i>Schoenus nigricans</i>	++			
Centaurio-Saginetum	<i>Gnaphalium luteo-album</i>	++	+		
Centaurio-Saginetum	<i>Centaurium littorale</i>	++	+		
Littorelletea/Centaurio-Sagi- netum	<i>Samolus valerandi</i>	++	+	+	
Centaurio-Saginetum/Nano- cyperion flavescens	<i>Centaurium pulchellum</i>	++	+	+	
Nanocyperion flavescens	<i>Hypericum humifusum</i>	++		+	+
Nanocyperion flavescens	<i>Radiola linoides</i>	++		+	+
Junco baltici-Schoenetum	<i>Eleocharis quinqueflora</i>	++			+
Junco baltici-Schoenetum	<i>Juncus alpinoarticulatus</i>	+			+
Junco baltici-Schoenetum/ Botrychio-Polygaleetum	<i>Carex pulicaris</i>	+			+
Corynephorion canescens	<i>Corynephorus canescens</i>		+	++	
Corynephorion canescens	<i>Jasione montana</i>		+	++	
Molinetalia	<i>Ophioglossum vulgatum</i>			+	++
Botrychio-Polygaleetum	<i>Gentianella campestris</i>			+	+
Botrychio-Polygaleetum	<i>Orchis morio</i>			++	+
Botrychio-Polygaleetum	<i>Briza media</i>			++	++
Botrychio-Polygaleetum	<i>Polygala vulgaris</i>			++	++
Botrychio-Polygaleetum	<i>Taraxacum nordstedtii</i>			++	++
Botrychio-Polygaleetum	<i>Linum catharticum</i>			++	++
Botrychio-Polygaleetum/Ta- raxaco-Galietum veri	<i>Thymus pulegoides</i>			++	++
Botrychio-Polygaleetum/Ta- raxaco-Galietum veri	<i>Carex caryophylla</i>			++	++
Taraxaco-Galietum veri	<i>Taraxacum obliquum</i>			++	++
Koelerio-Corynephorctea	<i>Cerastium arvense</i>			++	++
Festuco-Galietum	<i>Trifolium striatum</i>			+	+

Tabel VI: Het effect van diverse beheersmaatregelen op het voorkomen van planten-soorten. De plantensoorten zijn geordend naar de plantengemeen-schappen waarin ze in de Middel- en Oostduinen optimaal voorkomen. Legenda: + = enige vooruitgang, ++ = sterke vooruitgang. *) Onder vergraven wordt ook verstaan het plaggen van valleien tot op het minerale zand.

vulgatum (*Molinietalia*) komt voor in vochtige tot natte milieus en reageert evenals de soorten van het *Taraxaco-Galietum veri* en het *Botrychio-Polygaletum* positief op begrazing en maaien, het meest positief echter op maaien. Anders dan bij de soorten van het *Taraxaco-Galietum veri* en het *Botrychio-Polygaletum* is eenmalig maaien van zijn potentiële standplaatsen onvoldoende voor de duurzame terugkeer van deze soort. De soort verschijnt dan wel, maar is na één groeiseizoen meestal weer verdwenen (Jansen 1996). In de natte, maar verruigde delen wordt dari ook vaker gemaaid om de productie te verlagen. Pas wanneer de productie voldoende verlaagd is, kan begrazing de open omstandigheden, waarvan deze soort afhankelijk is, langdurig instandhouden.

Cerastium arvense (*Koelerio-Coryneporetea*) en *Trifolium striatum* (*Festuco-Galietum veri*) zijn beide karakteristiek voor droge, open omstandigheden en reageren beide positief op zowel begrazen en maaien. Net als voor de soorten van de voorgaande groep geldt dat maaien van verruigde begroeiingen met deze soorten zorgt voor heropening van de vegetatie, waarvan deze soorten weten te profiteren. Vervolgens houden de koeien de aldus ontstane open begroeiingen weer kort en open. Licht verruigde droge begroeiingen kunnen echter ook worden geopend door begrazing waaraan geen maaien is voorafgegaan. Schaminée et al. (1996) beschouwen de subassociatie *trifolietosum* van het *Festuco-Galietum veri* binnen de vroongronden, waartoe de Oost- en Middelduinen behoren, als indicatief voor de wat rijkere en productievere en daardoor sterker begraasde terreindelen. Hieruit volgt dat begrazing een randvoorwaarde is voor de instandhou-

ding van het *Festuco-Galietum trifolietosum*, met onder andere *Trifolium striatum* en *Trifolium scabrum*, in de Middel- en Oostduinen. Maaien kan begrazen als beheersmaatregel dus niet vervangen; maaien kan echter wel zorgen voor versnelde heropening van verruigde groeiplaatsen van deze gemeenschap. Het *Festuco-Galietum veri* en een deel van de gemeenschappen van de *Koelerio-Coryneporetea* waarin *Cerastium arvense* voorkomt, reageren niet positief op plaggen of vergraven. Het zijn over het algemeen gemeenschappen van oude duingebieden, waarin zich in de bodem een organische toplaag heeft ontwikkeld. Plaggen en vergraven van zulke milieus zorgt in feite voor het terugzetten van de successie, en zijn dan ook niet geschikt als herstelmaatregel voor deze soorten en hun gemeenschappen.

Beheersmaatregelen, een evaluatie

Beweiding met runderen in droge tot vochtige, zwak zure tot basische milieus, vaak voorafgegaan door eenmalig maaien, heeft geleid tot verregaand herstel van het *Botrychio-Polygaletum*, het *Taraxaco-Galietum veri* en het *Festuco-Galietum veri*. In de natte delen moet vaker worden gemaaid om de productie zodanig te verminderen dat soorten van open milieus zich kunnen vestigen en handhaven, alvorens begrazing laag-productieve en open omstandigheden in stand kan houden. Voor een snel herstel van verruigde gemeenschappen van droge, zwak zure milieus is maaien met de Spragelse combi-wagen, waarbij een deel van de ruwe humus wordt verwijderd voorafgaand aan begrazing, dan ook aanbevelenswaardig; in natte milieus is het zelfs noodzake-

lijk. In droge, zure milieus heeft begrazing gezorgd voor herstel van gemeenschappen van het *Corynephorion canescentis* en het *Ornithopodo-Corynephorium*. In zulke milieus hoeft beweiding niet te worden voorafgegaan door maaien. Bij de instandhouding van vrijwel alle aan min of meer basenrijke milieus gebonden gemeenschappen spelen mieren een belangrijke rol doordat ze vers, calciumrijker bodemmateriaal aan het oppervlak brengen en zo oppervlakkige verzuring tegengaan. Het voorkomen van mieren wordt gestimuleerd door maaien en/of begrazing van verruigde gemeenschappen. De aldus ontstane openheid zorgt voor de warmere milieus die mieren nodig hebben.

Alle soorten van de *Littorelletea*, het *Nanocyperion flavescens*, het *Centaureo-Saginetum* en het *Junco baltici-Schoenetum*, gemeenschappen van natte omstandigheden, reageren in hoge mate positief op plaggen; voor sommige soorten is het zelfs de enige beheersmaatregel die leidt tot vestiging. Enkele soorten van het *Nanocyperion flavescens* en het *Centaureo-Saginetum* kunnen zich ook nog vestigen na vergraving, dat wil zeggen wanneer tot op de minerale bodem is geplagd. Andere daarentegen zijn afhankelijk van het achterblijven van enige organische stof na plaggen. Gelet op de beperkte reactie van soorten op diep plaggen is het dan ook noodzakelijk in natte valleien zodanig te plaggen dat plaatselijk een dun laagje organisch materiaal achterblijft (Jansen & Schipper 1997). Te diep plaggen levert te weinig op en verwijdert veelal de zaadvoorraad (Grootjans et al. 1995). Veel soorten van het *Nanocyperion flavescens* en het *Centaureo-Saginetum* reageren behalve op plaggen ook positief op maaien en/of begrazen. Soorten van het kalkminnende *Junco baltici-Schoenetum* kunnen zich ook vestigen dan wel uitbreiden als gevolg van maaien, maar worden niet gestimuleerd door begrazing. Mogelijk

zorgt begrazing wel voor een langere levensduur van deze gemeenschap doordat het open karakter langer standhoudt als gevolg van de afvoer van biomassa. Belangrijkste factor voor een lange levensduur van het *Junco baltici-Schoenetum* is echter sterke kwel van kalkrijk grondwater, wat de afbraak van organisch materiaal stimuleert (Grootjans et al. 1995).

Vergraving in de zin van bodemwoeling draagt weinig bij aan herstel. Alleen het *Antyllido-Silenetum* en gemeenschappen van het *Corynephorion canescentis* reageren hierop positief. Herstel van de eerstgenoemde gemeenschap via vergraving is een gevolg van het aan het oppervlak brengen van vers kalkrijk materiaal, gemengd met enige humus. Wij pleiten er natuurlijk niet voor op grote schaal te vergraven, maar doelgerichte, kleinschalige bodemwoeling kan bijdragen aan het herstel van deze sterk bedreigde gemeenschap. Het behoud van deze gemeenschap van het zeedorpenlandschap is gelegen in kleinschalig grondgebruik, waarbij begrazing - of na verruiging eenmalig maaien gevolgd door begrazing - zorgt voor duurzame instandhouding (Doing 1988; Slings 1994). Vergraven om gemeenschappen van het *Corynephorion canescentis* te behouden is niet nodig. De standplaatsen van deze gemeenschappen worden niet bedreigd door verzuring. Belangrijker is dat een zeer open, laagblijvende begroeiing in stand blijft. Begrazing met runderen zorgt er in de Middelduinen voor dat aan deze voorwaarde wordt voldaan.

Herstel en behoud van het complete palet van plantengemeenschappen van vrongronden, zoals de Middel- en Oostduinen, is een kwestie van maatwerk. Alle uitgevoerde beheersmaatregelen zijn in eerste instantie gericht op de terugkeer van voedselarme en tevens open omstandigheden, die een gemeenschappelijk kenmerk zijn van alle besproken plantengemeenschappen. Zulke omstandigheden kunnen alleen

worden bereikt wanneer de abiotische kenmerken en processen die daaraan ten grondslag liggen nog aanwezig zijn of kunnen worden hersteld. Aangezien deze per gemeenschap verschillen, zijn op deze verschillen toegesneden maatregelen noodzakelijk. Beweiding - de traditionele beheersvorm van vroongronden - alleen zorgt in veel gevallen, en zeker in natte duinvalleien, niet voor spoedig herstel van een verruigde situatie. Om vanuit een verruigde naar een stabiele situatie te komen, waarin -wellicht met uitzondering van natte duinvalleien- extensief beheer afdoende is, is een fase van overgangsbeheer nodig. In de fase van overgangsbeheer is het aantal beheersmaatregelen en de intensiteit van het beheer groter. De Middel- en Oostduinen bevinden zich nu in de fase van overgangsbeheer.

De vraag rijst of herstel van de plantengemeenschappen van de vroongronden van de Middel- en Oostduinen ook op een andere wijze gerealiseerd had kunnen worden, bijvoorbeeld door herstel van natuurlijke processen, zoals grootschalige verstuiwing en natuurlijke begrazing. De Stichting Duinbehoud kiest daarvoor in haar nota 'Duinen voor de wind'. Door uitstuiwing zouden opnieuw kalkrijke natte duinvalleien kunnen ontstaan; de afzetting van zand in de droge delen zou kunnen zorgen voor kalkrijke situaties, waaruit bij voortgaande successie opnieuw gemeenschappen als het *Taraxaco-Galietum*, het *Festuco-Galietum* en het *Anthyllido-Silenetum* zouden kunnen ontstaan. Het op gang brengen van verstuiwing in kleinschalige, oude duingebieden, die geen recente verjonging hebben meegemaakt, zoals de Middel- en Oostduinen, is echter een moeizaam proces en vindt slechts over kleine oppervlakten plaats (Veer et al. 1993). Het is dan ook twijfelachtig of in de Middel- en Oostduinen door verstuiwing nieuwe duinvalleien zullen ontstaan. Ons inziens is het belangrijker te

zorgen voor optimale hydrologische omstandigheden in reeds bestaande duinvalleien. Onder zulke omstandigheden kunnen -na plaggen-basen- en kalkminnende plantengemeenschappen van natte duinvalleien zeer lang standhouden (Grootjans et al. 1997). Verstuiving bevordert tevens het ontstaan van pionierplantengemeenschappen van droge milieus. De droge delen van oude vroongronden, zoals de Middel- en Oostduinen, zijn echter vooral gekenmerkt door het voorkomen van plantengemeenschappen van oudere successiestadia. Instandhouding en herstel van oudere mos- en kruidenrijke duingraslanden zijn daarentegen gebaat bij maatregelen die vooral gericht zijn op beperking van de bovengrondse biomassa (Van der Meulen et al. 1998). Onzes inziens dient de keuze van beheersmaatregelen, in casu begrazen en maaien, daarop aan te sluiten. Om al deze redenen kan grootschalige verstuiwing in de Middel- en Oostduinen geen vervanging zijn van het op cultuurhistorische grondslag geschoeide beheer. Gelet op de grote zeldzaamheid van de natuurwaarden in de Middel- en Oostduinen en de effectiviteit van het huidige beheer, kunnen experimenten maar beter achterwege gelaten worden. Uit eigen ervaring weten we hoeveel moeite het gekost heeft en zal blijven kosten deze duingebieden verder te herstellen en duurzaam in stand te houden.

Restoration of the grazed landscape 'Oost- en Middelduinen' on the former island of Goeree (Prov. Zuid-Holland)

In the 1970's the nature values of the Middel- en Oostduinen (dune areas of Goeree) came under pressure due to the termination of grazing and the increase of water abstraction. Many rare species disappeared and plant communities impoverished. Due to an active nature management by Delta Nutsbedrijven, which started in 1982, several rare

species reappeared. This paper describes the restoration of characteristic plant communities of the Middel- en Oostduinen as a result of nature management, while water abstraction was continued, and even intensified. The aim of nature management in the Middel- and Oostduinen is, within the prerequisites of the water abstraction, to conserve and restore the former semi-natural and gradient-rich landscape of the 'vroongronden' with its characteristic biocoenoses. The basic management of the Middelduinen and of a part of the Oostduinen consists of grazing by Charolais cattle. Highly productive plant communities of wet and dry sites were mown one or more times. Mowing is carried out by a so-called 'Spragelse combination-wagon', that is also able to remove the litter layer of the soil. Grazing and mowing resulted in re-opening of the vegetation, by which the number of ants increased. Acidification of the top soil is prevented by ants, due to the fact that they transport base-rich soil to the surface. We estimate that 30% of the the studied area is influenced by these activities. Therefore, ants are important to the conservation of plant communities that depend on slightly acid conditions. In several dune slacks with a thick organic layer sod-cutting has been carried out: some of them just down to the mineral soil, which we name 'excavating', and others somewhat more shallowly, by which scraps of organic material remain. On behalf of the water abstraction substantial parts of the Oostduinen and a small part of the Middelduinen have been excavated. Consequently, calcareous and nutrient-poor sand reached the soil surface. Table 6 depicts the impact of these management measures on several species, characteristic of plant communities of the study area. Sod cutting and excavation of thick, acidified or eutrophicated, organic layers have a distinct impact on the occurrence of pioneer plant communities of the *Anthyllido-Silenetum*,

the *Littorelletea*, the *Nanocyperion flavescens*, and the *Centaurio-Saginetum*. The *Junco baltici-Schoenetum nigricantis* and most of the *Littorelletea* species are only favoured by sod cutting. Excavation of their potential find-spots might result into the disappearance of the shallow soil seed bank of most of their species. Grazing and/or hay-making retard vegetation succession or create small open patches and, therefore, favour the long-term occurrence of several pioneer species, especially those of the *Junco baltici-Schoenetum nigricantis*, the *Anthyllido-Silenetum*, and some of the *Nanocyperion flavescens* and the *Centaureo-Saginetum*. Under wet or moist conditions, sod cutting and hay-making are most promising at sites where base-rich groundwater discharges during winter and early spring. Poorly developed plant communities of the *Molinietalia*, with species such as *Ophioglossum vulgatum*, occur on eutrophic, organic-rich and slightly acidified soils, that are influenced by artificial water recharge. Restoration of these communities requires at least reiteration of hay-making during some years. Grazing and/or hay-making have the largest impact on the *Botrychio-Polygaletum*, the *Taraxaco-Galietum veri*, the *Festuco-Galietum veri*, the *Corynephorion canescentis*, and the *Ornit-hopodo-Corynephorium*, which are plant communities of dry and humid, base-poor to base-rich and meso- to oligotrophic sites. Communities of the *Corynephorion canescentis* are mainly favoured by grazing. We conclude that in areas rich in micro-topographical heterogeneity, such as the Middelduinen and Oostduinen, a combination of management measures is required to restore the complete vegetation spectrum.

Gerefereerde literatuur

Annema, M. (1994). Oppervlakkige en fre-

- atische grondwaterstroming in de Middelduinen. Rapport Delta Nutsbedrijven, Goedereede.
- Annema, M. & A.J.M. Jansen (1996). De Middel- en Oostduinen, maatwerk in beheer. *Duin* 19 (1): 10-11.
- Bakker, M. & L. Groot (1996). De duingraslanden van Voorne. *Stratiotes* 13: 57-76.
- Beijersbergen, J., J. Vermuë & W. van Wijngaarden (1982). De verarming van de plantengroei in de duinen van Goeree. *Duin* 1982 (1): 3-10.
- Boer, R.J. de & J.G. Sennef (1966). Partieel verslag van een vegetatiekundig onderzoek in duingraslanden van Goeree en Schouwen. Doct.verslag. R.U. Utrecht. Delta Nutsbedrijven (1996). Optimalisering waterwinning en natuur Oostduinen. Rapport Delta Nutsbedrijven, Middeldburg.
- Bruin, C.J.W. (1991). Het Junco baltici-Schoenetum nigricantis en enkele nauw verwante vegetatietypen. *Stratiotes* 3: 40-60.
- Doing, H. (1988). Landschapsecologie van de Nederlandse kust: een landschapskartering op vegetatiekundige grondslag. Stichting Duinbehoud, Leiden, pp. 228.
- Eysink, A.Th.W. & O. de Bruijn (1994). Kruipnieuws van de gradiënt.....de Wijdbloeiende rus (*Juncus tenageia*) floreert weer in Twente. *Stratiotes* 9: 62-103.
- Eysink, A.Th.W. & A.J.M. Jansen (1993). Punthuizen, een Twents blauwgrasland: waterhuishouding, vegetatie en beheer. In: E.J. Weeda (red.), *Blauwgraslanden in Twente*, Wtensch. Meded. K.N.N.V. 209: 50-63.
- Grootjans, A.P., E.J. Lammerts & F. van Beusekom (1995). Kalkrijke Duinvalleien op de Waddeneilanden. *Natuurhistorische bibliotheek van de KNNV* nr 62. Utrecht, 176 pp.
- Grootjans, A.P., P. Jones, F. van der Meulen & R. Paskoff (1997). Ecology and restoration perspectives of soft coastal ecosystems -Introduction. *Journal of Coastal Conservation* 3: 5-8.
- Haan, M.W.A. de, W. Koerselman & W. Pik (1996). Monitoring effecten van plagen in de Middelduinen (Goeree); tussenrapportage. KIWA N.V., Nieuwegein.
- Haan, M.W.A., A.J.M. Jansen & W.J. Molenaar (1997). Monitoring Overlevingsplan Bos en Natuur. Eindrapport fase 2: Lemselermaten, Stroothuizen, Punthuizen, Middelduinen, Kil en Reggers-Sandervlak. KOA 97.233, Kiwa N.V., Nieuwegein, 218 pp.
- Jansen, A.J.M. (1996). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in de natte schraallanden Lemselermaten, Middelduinen en Reggers-Sandersvlak. Eindrapportage fase 1 monitoring. KOA 96.083, Kiwa N.V., Nieuwegein, 104 pp.
- Jansen, A.J.M. & P.C. Schipper (1997). Tips voor herstel van natte schraallanden. *De Levende Natuur* 98: 304-309.
- Leeuwen, Chr.G. van (1965). Het verband tussen natuurlijke en antropogene landschapsvormen, bezien vanuit de betrekkingen in grensmilieus. *Gorteria* 2: 93-105.
- Maas, D. & A. Schopp-Guth (1995). Seed banks in fen areas and their potential use in restoration ecology. In: B.D. Wheeler, S.C. Shaw, W.J. Foit & R.A. Robertson (eds.), *Restoration of Temperate Wetlands*. Wiley and Sons, Chichester, pp. 189-206.
- Masselink, A.K. (1994). Pionier- en licheenrijke begroeiingen op stuifzanden benoorden de grote rivieren: typologie en syntaxonomie. *Stratiotes* 8: 32-62.
- Meulen, F. van der, A.M. Kooijman, M.A.C. Veer & J.H. van Boxtel (1998). Duinen op winst of verlies? Vijf jaar

- effectgerichte maatregelen in droge duinen. In: R. Bobbink et al., Effectgerichte maatregelen en behoud biodiversiteit in Nederland, door de afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie van de KU Nijmegen en de directie Natuurbeheer van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, pp. 113-129.
- Peters, J.H., M.J.C. van Baar & M.W.A. de Haan (1997). Evaluatie pilotproject 'Kanaal 7'. Ervaringen van de pilot, ideeën voor open infiltratie nieuwe stijl in de Oostduinen. KIWA-rapport KOA 97.175. Nieuwegein.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1995). De vegetatie van Nederland 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden, 358 pp.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda (1996). De vegetatie van Nederland 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden, 356 pp.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1998). De vegetatie van Nederland 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala/Leiden, 356 pp.
- Schat, H. (1982). On the ecology of some Dutch dune slack plants. Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam, 128 pp.
- Slings, Q.L. (1994). De kalkgraslanden van de duinen. *De Levende Natuur* 95: 120-130.
- Veer, M.C., F. van der Meulen, G.W. Heil & A.M. Kooiman (1993). Ecotoopbeheer in droge duinen: sturende processen en sturende factoren. In: M. Cals et al., Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Vakgroep Oecologie KU Nijmegen/Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie N.B.L.F., pp. 147-170.
- Weeda, E.J., R. van der Meijden & P.A. Bakker (1990). FLORON-Rode Lijst 1990. Rode lijst van de in Nederland verdwenen en bedreigde planten (Pteridophyta en Spermatophyta) over de periode 1980-1990. *Gorteria* 16: 2-26.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra (1984). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1. IVN, Amsterdam, 304 pp.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra (1988). Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3. IVN, Amsterdam, 301 pp.
- Weevers, Th. (1921). De plantengroei van het eiland Goeree in verband met zijn bodem en geschiedenis. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 1920: 80-139.
- Weevers, Th. (1940). De flora van Goeree en Overflakkee dynamisch beschouwd. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 50: 285-354.
- Westhoff, V. & A.J. den Held (1969). Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen, 324 pp.
- Westhoff, V., C.G. van Leeuwen & M.J. Adriani (1962). Enkele aspecten van vegetatie en bodem der duinen van Goeree, in het bijzonder de contactgordels tussen zout en zoet milieu. *Jaarboek van het Wetenschappelijk Genootschap voor Goeree-Overflakkee* 1961, pp. 46-92.