

ECOTOOPBEHEER IN DROGE DUINEN: STURENDE PROCESSEN EN LIMITERENDE FACTOREN

M.Veer¹, F. van der Meulen¹, G.W. Heil² en A.M.Kooijman¹

¹ Vakgroep Fysische Geografie en Bodemkunde, Universiteit van Amsterdam,
Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ Amsterdam,

² Resource Analysis, Zuiderstraat 110, Delft

Samenvatting

In een aantal droge duinterreinen verspreid langs de gehele Nederlandse kust wordt sinds 1991 onderzoek gedaan naar de invloed van effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring. Het betreft monitoring van vegetatie en bodem in kleinschalige experimentele plots en nagaan van de invloed van grootschalige beweiding en verstuiwing op landschap en vegetatie. In een eerste rapportage wordt ingegaan op de verschillen tussen de gebieden en het effect van langjarige verstuiwing op Schiermonnikoog. Aan de hand van voorlopige resultaten na één jaar worden mogelijke trends en implicaties voor het beheer besproken.

De onderzochte vegetaties zijn vergrast of vermost (in één terrein) en behoren in hun oorspronkelijke staat alle tot het Galio-Koelerion, het Verbond van droge duingraslanden op kalkhoudend tot (oppervlakkig) ontkalkt substraat. De verschillende duinterreinen vertonen elk hun eigen type vergrasser (*Ammophila arenaria*, *Calamagrostis epigejos*, *Elymus arenaria*, *Carex arenaria*). Per gebied is de totale soortensamenstelling van vergraste en niet vergraste stadia nog nagenoeg hetzelfde. Dit houdt in dat de oorspronkelijke soorten in deze gebieden nog aanwezig zijn, zij het in veel geringere hoeveelheden en bedekking. Op Terschelling tonen historische referenties aan dat vooral korstmossen zijn verdwenen, ook in vergelijking met huidige nog niet vergraste stadia. Vergelijking met vergraste stadia in dit gebied toont een nog grotere teruggang van het aantal korstmossen.

Experimentele maatregelen als maaien en plaggen blijken na een jaar al enig succes te hebben. Van bekalking en zandstrooien kan dit nog niet worden gezegd.

Langjarige verstuiwing op Schiermonnikoog levert een kleinschalig landschapspatroon op met smalle gradiënten of een grootschalig patroon met brede gradiënten. Dit hangt waarschijnlijk samen met de landschapsgenese en -vorm vóórdat de verstuiwing begon. De terreinbeheerder dient hiermee rekening te houden alvorens tot deze maatregel over te gaan.

Inleiding

Sinds enkele jaren wordt vergrassing en vermossing ook door veel beheerders van de duinstrook gesignaleerd. Het zijn processen die in een tijdsbestek van vijf tot vijftien jaar, of soms korter, het duin plaatselijk een heel ander karakter kunnen geven (figuur 1 en 2). Algemeen wordt aangenomen dat atmosferische depositie de drijvende kracht is achter deze processen. In 1991 werd door het deskundigenteam EGM Droge Duinen in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij een prae-advies opgesteld. Het bevat de opzet voor een monitoring (van landschap, vegetatie en bodem) tegen verzuring en eutrofiëring in open, droge duinen (Vertegaal et al., 1991). In dit prae-advies werden ook gebieden geselecteerd welke voor deze monitoring geschikt geacht werden.

De feitelijke uitvoering van de monitoring gebeurt door de vakgroep Fysische Geografie en Bodemkunde van de Universiteit van Amsterdam. Het werk is in 1991 gestart. Er zijn referentieprojecten zijn uitgezet, de beginsituatie werd vastgelegd en de experimentele maatregelen (maaien, plaggen, bekalken, strooien met kalkrijk zand) zijn voor de eerste maal uitgevoerd. Op het tijdstip van het EGM symposium zijn nog geen definitieve resultaten bekend. In deze bijdrage ligt de nadruk op:

- opzet van het monitoring programma
- beschrijving van de uitgangssituatie
- voorlopige resultaten na 1 jaar

Aan de hand hiervan worden mogelijke trends en implicaties voor het beheer besproken.

Systeemgerichte monitoring in droge duinen welke ingaat op de relatie biotiek-abiotiek (vegetatie en landschap in relatie tot bodem en geomorfologie) en zich richt op sturende processen en limiterende factoren is in Nederland nog schaars. De algemene relatie tussen geomorfologie en vegetatiesuccessie werd al behandeld door Van Dieren (1934). Geomorfologisch proces-onderzoek is vooral bekend geworden door het recente werk van Jungerius aan stuifkuilen (Jungerius et al, 1981; Jungerius & Meulen, 1988, 1989). Het ging hierbij met name om beheersgerichte vragen in verband met het al dan niet routinematig vastleggen van duinen (Van der Meulen & Wanders, 1984).

Beschrijvend onderzoek naar de relatie tussen vegetatie en bodem is in het verleden vooral gedaan door Boerboom (1963) en Doing (diverse publicaties, culminerend in Doing, 1988). Recent is o.m. onderzoek gedaan aan de ontwikkeling van het humusprofiel onder duinbossen (zie bijv. Warde-

Figuur 1
Vermossing in
Meijndel
(*Campylopus*
introflexus)



Figuur 2
Vergrassing op
Terschelling
(*Ammophila*
arenaria)



naar & Sevink, 1992). Het recente overzichtswerk van Westhoff & Van Oosten (1991) bevat veel gegevens over bodem en vegetatie van de Waddeneilanden. Een goed en recent voorbeeld van systeemgericht, experimenteel onderzoek in droge duinen en de relatie tussen plant en bodem (m.n. schadelijke bodemorganismen) is dat van Zoon (1986, zie ook Oremus, 1982) over Duindoorn en van Van der Putten (1989) over Helm. Vooral het laatste is nauw aan het beheer van de zeereep gekoppeld.

Over het algemeen kan gezegd worden dat duinbodems bij de studie van droge duinecosystemen nogal stiefmoederlijk behandeld zijn en dat niet alleen in Nederland (zie bijv. Sevink, 1991). Systeemgerichte monitoring van vegetatie en bodem zoals dat momenteel in de referentieprojecten wordt uitgevoerd is daarom van groot belang en zal ook voor het beheer in een duidelijke leemte gaan voorzien.

Aanpak van het monitoringprogramma

Figuur 3 geeft de ligging van de referentieprojecten. In de referentieprojecten (op elke lokatie) is onderscheid gemaakt tussen:

- A. actuele nog intacte vegetatie (actuele referentie)
- B. actuele vergraste situatie
- C. historische intacte vegetatie (historische referentie).

A en C worden gebruikt bij het vaststellen van het doeltype.

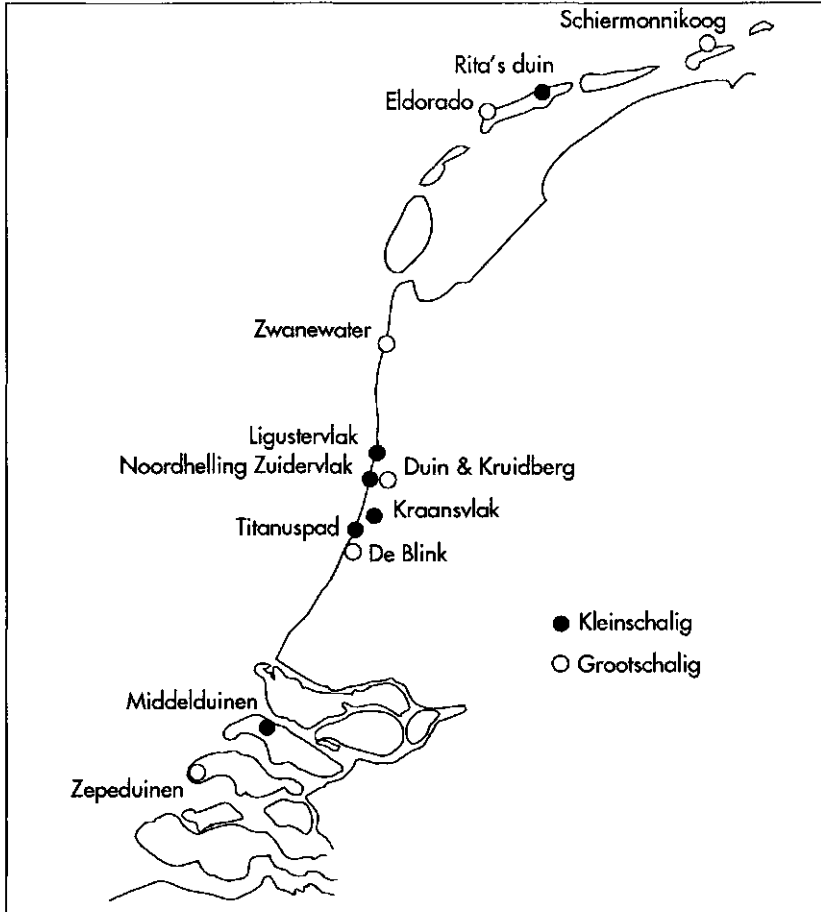
Goede historische referenties (d.w.z. vegetatieopnamen, soortenlijsten, vegetatiekaarten, foto's e.d. van dezelfde plek) zijn zeldzaam. In de meeste gevallen moet men het doen met (algemene) gegevens 'uit de buurt' (vgl. van Tooren, 1990). In het referentieproject op Terschelling (Rita's Duin: RD) is er de beschikking over goede historische referenties (Oostra, 1968). Bij de selectie is uitgegaan van de volgende criteria:

- representativiteit van atmosferische depositie,
- representativiteit effecten,
- homogeniteit lokatie,
- beschikbaarheid referentiegegevens,
- medewerking terreinbeheerder,
- concentratie van projecten.

Het monitoringsprogramma richt zich in eerste instantie op de volgende zes referentietypen: Buntgrasduin (*Violo-Corynephorum*; associaties volgens Westhoff & Den Held, 1969), Duinsterretjes associatie (*Tortulo-Phleetum*), Duinschapegrasland (*Festuco-Galietum*), Duinroosvlakte (associatie van *Rosa pimpinellifolia*), Duinpaardebloem associatie (*Taraxaco-Galietum*) en Wondklaver-Nachtsilene associatie (*Anthyllido-Silenetum*). Dit zijn alle graslanden van open, droge duinen op kalkrijke tot ontkalkte bodems. Een referentietype is gedefinieerd als een plantengemeenschap met een maximale floristische ontwikkeling die in de droge duinen thuishoort. De referentiety-

Figuur 3

De ligging van de grootschalige en kleinschalige referentieprojecten



pen hebben een (geabstraheerde) betekenis op landelijk nivo (zie Westhoff & Den Held, 1969).

Behalve referentietypen zijn ook doeltypen onderscheiden. Dit zijn lokale, concrete verschijningsvormen van een referentietype. Doeltypen kunnen worden beschreven op basis van historische gegevens of de actuele situatie, voorzover deze nog intact (dwz niet vergrast of vermost) is. Op basis van doeltypen kunnen de vegetatieontwikkelingen als gevolg van effectgerichte maatregelen worden omschreven.

Figuur 3 geeft aan dat er twee soorten referentieprojecten zijn, grootschalige en kleinschalige. De grootschalige hebben betrekking op maatregelen die door de beheerder op grote (praktijk) schaal worden toegepast, dat wil zeggen begrazen en verstuiwen. De kleinschalige hebben betrekking op

experimentele ingrepen welke vooralsnog door de beheerder niet op grote schaal worden toegepast.

Bij de grootschalige projecten is onderscheid gemaakt tussen 'retrospectieve' en 'nieuw ingezette' projecten. In het eerste geval is de beheersmaatregel al enige tijd (soms decennia) geleden ingezet. Met behulp van bestaande gegevens (permanente kwadraten, vegetatie-opnamen en -transecten, vegetatiekaarten en sequentiële luchtfoto's) wordt het effect van de maatregel nagegaan om te zien of deze inderdaad het (binnen het EGM-kader) beoogde resultaat heeft gehad. Bij de nieuw ingezette projecten is de maatregel in 1991 gestart (en de beginsituatie vastgelegd).

Grootschalige referentieprojecten: begrazing en verstuiving

Begrazing (nieuw + retrospectief)

In 1991 zijn twee nieuwe begrazing-experimenten ingezet, t.w. in het Zwanenwater en in Duin en Kruidberg. Het Zwanenwater heeft het voordeel dat al veel langer wordt begraasd in landschapsecologisch goed vergelijkbare terreindelen. Er is hierdoor een tijdreeks van begrazing aanwezig die vergeleken kan worden met niet begraasde delen als blanco's (begrazing sinds 1981, 1984, 1989 en 1991). Het Zwanenwater behoort daarom ook tot de retrospectieve projecten. Een ander retrospectief project bevindt zich in de Zeepeduinen op Schouwen (sinds 1983 begraasd).

Het monitoringprogramma van de begrazing wordt uitgevoerd met behulp van sequentiële luchtfoto's, permanente kwadraten, vegetatieopnamen en -transecten en karteringen. Er zijn nog geen resultaten.

Verstuiving (nieuw)

Verstuivingsprojecten zijn ingezet op Terschelling (Waddendistrict) en in Duin en Kruidberg (Duindistrict). Het primair kalkgehalte is resp. 0,1-0,8% en 2-10%. Ook de ligging en het karakter van de terreinen verschilt. Eldorado, op Terschelling, is een gebied vlak achter de zeereep met een homogene vergrassing van Helm (mogelijk is er ook *Ammocalamagrostis* aanwezig). Op de niet vergraste delen komt Buntgrasduin en Eikvaren-Kraaiheide associatie voor. Deze typen zijn echter praktisch verdwenen. In Duin en Kruidberg ligt het terrein meer in de binnenduinen. Vergrassing is hier niet overal aanwezig. Er is nog een variatie aan vegetatie aanwezig, o.a. enkele typen open (korstmosrijke en) kruidenrijke duingraslanden, dwergstruweel (Kruipwilg, Liguster) en duindoornstruweel.

Figuur 4
Aanleg van een
kleine stuifkuil in
de Midden
Hereduinen



De stuifkuilen zijn gemaakt door met een graafmachine voorzichtig de vegetatie en het bovenste deel van de bodem (humeuze, donkere Ah horizon) te verwijderen, zodat het blonde, stuifgevoelige zand aan de oppervlakte komt (figuur 4). Een geomorfologisch vooronderzoek wees uit waar de meest geschikte plekken in het terrein waren voor deze ingreep.

Monitoring van de verstuiving gebeurt met behulp van een tachymeter (voor volumeveranderingen van de stuifkuilen) en luchtfoto's (voor oppervlakte-veranderingen). Ook worden er vegetatieopnamen gemaakt op plaatsen bij de kuilen waar (kalkrijk) zand accumuleert om de reactie van de vegetatie op overstuiving na te gaan. Ter vergelijking dienen opnamen op plaatsen zonder accumulatie.

Verstuiving Schiermonnikoog (retrospectief)

De ontwikkeling van stuifduinen op Schiermonnikoog geeft, ook voor het beheer, interessante resultaten. Er zijn twee gebieden bij betrokken (elk ca 20-25 ha. groot), de Westerduinen ten westen van de vuurtoren en de Badweg, en de Noorderduinen, ten oosten van de Badweg, grenzend aan het Kapenglob (figuur 5). Beide gebieden stuiven al geruime tijd, volgens oude luchtfoto's in elk geval al sinds 1969.

DROGE DUINEN

Figuur 5
Luchtfoto (1990)
van de stuifdui-
nen op Schier-
monnikoog.
Top.Dienst,
Emmen



In 1992 is in beide gebieden een kwantitatieve patroonanalyse gedaan. Doel was na te gaan wat de beheersmaatregel heeft opgeleverd aan landschapsdiversiteit. Hieronder wordt verstaan:

- verscheidenheid aan oorspronkelijke ecotoop-typen
- ruimtelijke rangschikking van deze typen in een 'ecologisch' mozaïek' of patroon; in dit geval gaat het dus om het gehele landschap en niet enkel om individuele plantesoorten. Ons inziens is dit een belangrijk aspect wat in het EGM project moet worden meegenomen naast de benadering van (individuele) soorten.

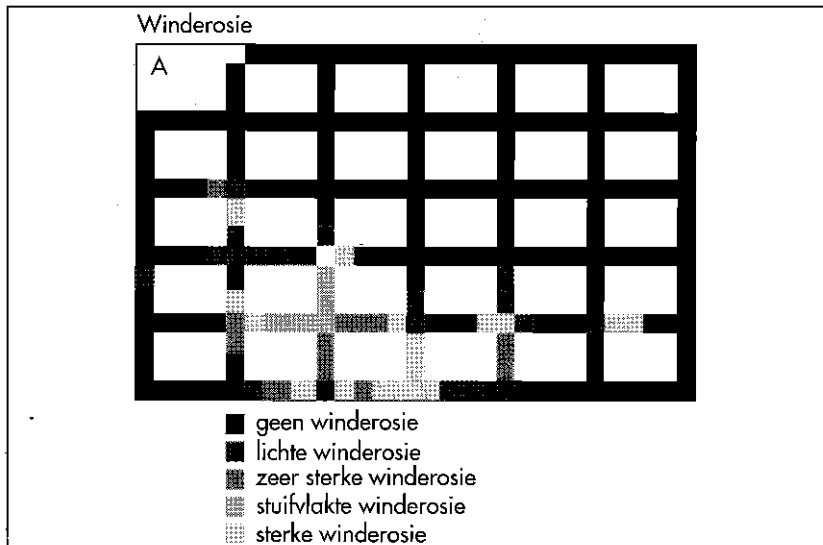
In het veld is een grid gelegd met waarnemingspunten om de 25 m (grootte van de waarnemingen 5x5 m). Op deze punten zijn abiotische en biotische variabelen opgenomen. Als biotische variabelen gelden vegetatiestructuur en soortensamenstelling van de vegetatie; als abiotische variabelen gelden bijv. winderosie, expositie, ontkalkingsdiepte, optreden van gley, dikte Ah. Per variabele is waargenomen of hun waarden een bepaald ruimtelijk patroon in het landschap vertonen. Langs een transect zijn deze waarden opgenomen in het veld. Naderhand is berekend hoeveel de waarde van een variabele gemiddeld verschilt bij puntenparen met een afstand van 25m, 50m, 75m, 100m etc. De resultaten zijn in variogrammen uitgezet (zie Koeke (1992) voor nadere uitwerking).

Figuur 6 geeft het patroon weer in de Westerduinen van enkele landschaps-ecologische variabelen langs raaien die 125 m (verticalen) en 100 m (hori-

Figuur 6a

Grafische voorstelling van patronen van waarden van variabelen in de Noorderduinen op Schiermonnikoog gemeten langs raaien. Gebruikte variabelen:

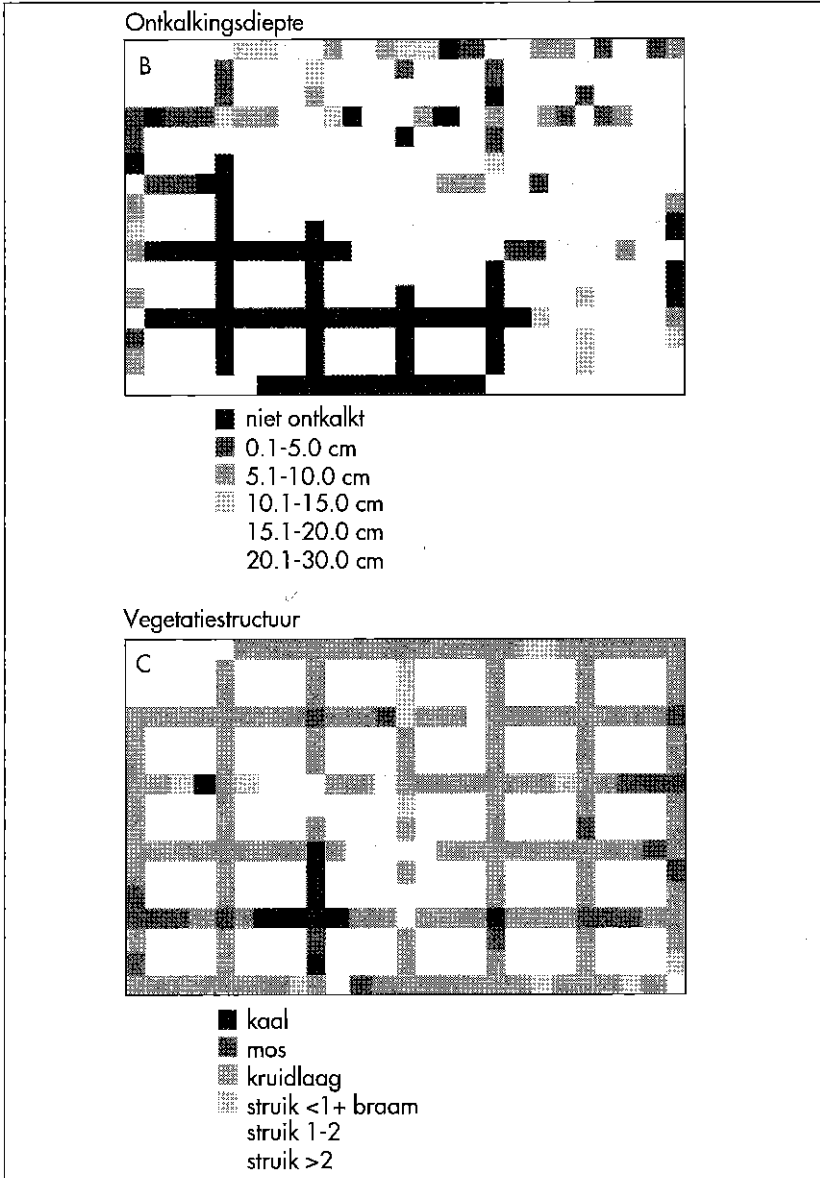
- a winderosie (accumulatie van zand in cm/ deflatie
- b ontkalkingsdiepte
- c vegetatie structuur



Figuur 6b

Grafische voorstelling van patronen van waarden van variabelen in de Noorderduinen op Schiermonnikoog gemeten langs raaien. Gebruikte variabelen:

- a winderosie (accumulatie van zand in cm/ deflatie)
 - b ontkalkingsdiepte
 - c vegetatiestructuur
- Voor verklaring zie tekst



zontalen) uit elkaar liggen. Uit deze figuur blijkt dat een grootschalige gradiënt van winderosie (mate van accumulatie/deflatie van zand) en ontkalkingsdiepte (in cm van het bodemprofiel) ontstaan is. Bij de variabele vegetatiestructuur (hoogte van de vegetatie) is een dergelijke gradiënt niet duidelijk aanwezig.

Figuur 7a

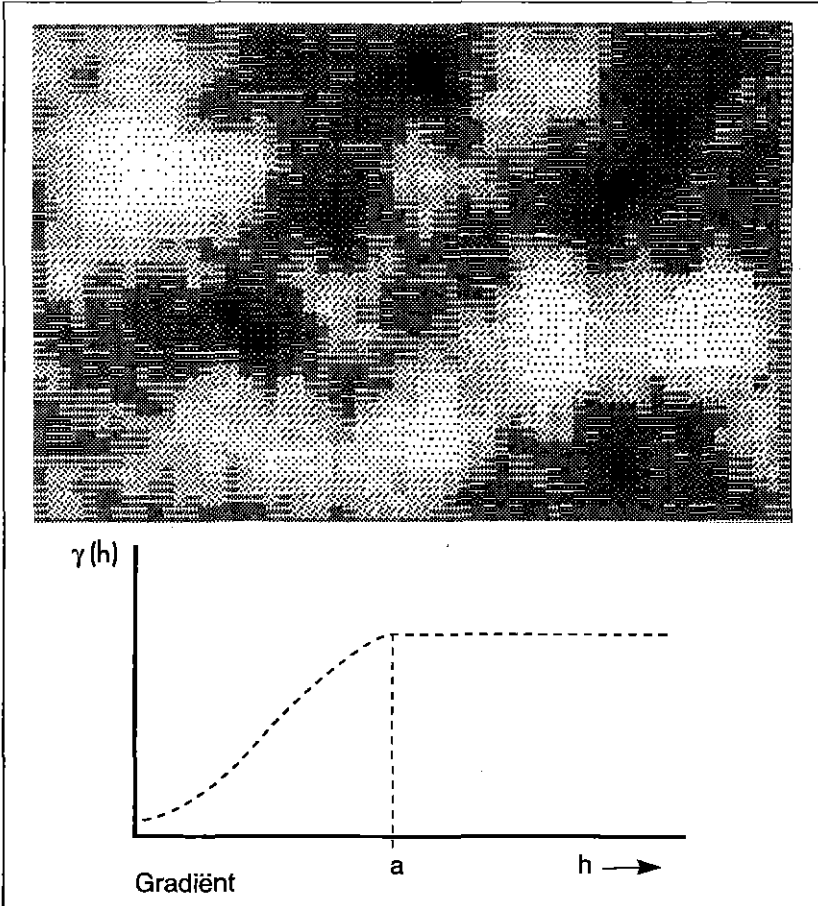
Grafische voorstelling van een theoretisch grootschalig (7a) en kleinschalig patroon (7b).

Bij de variogrammen;

X-as: lag (h) is de afstand tussen twee meetpunten,

Y-as: $\gamma(h)$ is de semivariantie (verschil tussen deze punten. Als $\gamma(h)$ laag is dan is er hoge correlatie voor puntenparen met afstand h .

a: waarde waarna de semivariantie niet meer toeneemt, de maximale variantie is bereikt en de correlatie tussen puntenparen met deze afstand is 0



Figuur 7 is een grafische weergave van een theoretisch grootschalig (figuur 7a) en kleinschalig patroon (figuur 7b), waarin de waarden van naburige punten respectievelijk meer dan wel minder gecorreleerd zijn. Onder de figuren staat het bijbehorende type variogram.

Vergelijking van de afzonderlijke variogrammen van Schiermonnikoog met dit theoretisch patroon geeft aan dat de Westerdunnen een patroon vertonen dat overeenkomt met het linker beeld; de Noorderdunnen met het rechter beeld.

De Westerdunnen lijken een grootschalig patroon te zien te geven. Overgangen zijn breed (vergelijk met limes divergens, Leeuwen, 1965). De Noorderdunnen lijken een kleinschalig patroon te zien te geven. Overgangen zijn smal (vergelijk met limes convergens).

Figuur 7b

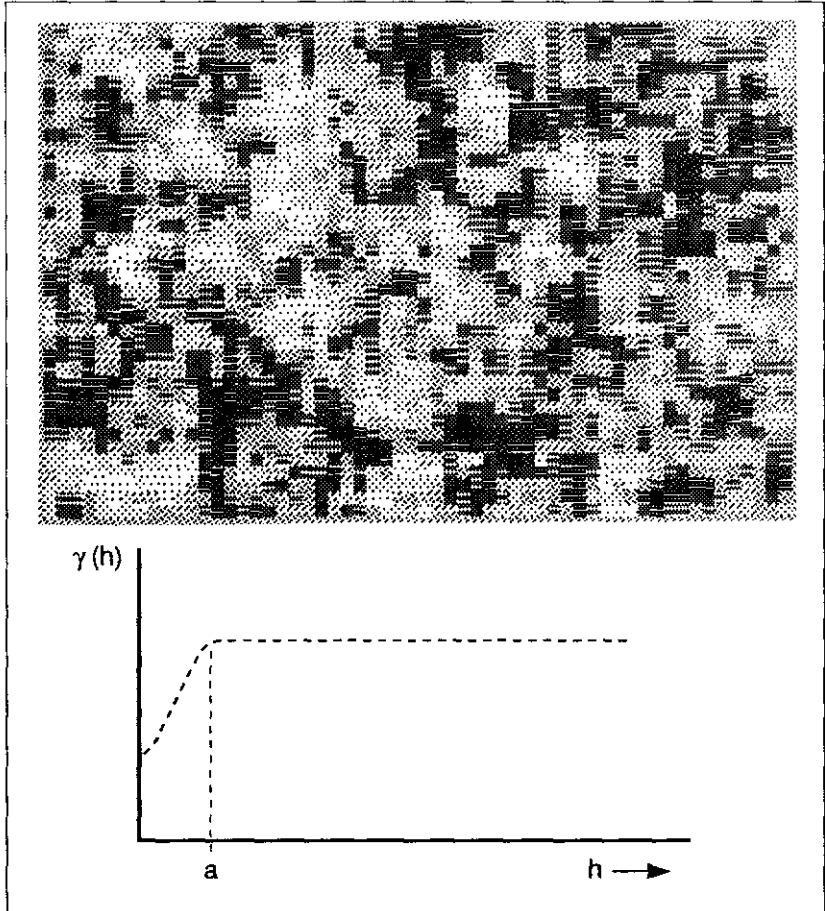
Grafische voorstelling van een theoretisch groot-schalig (7a) en kleinschalig patroon (7b).

Bij de variogrammen;

X-as: lag (h) is de afstand tussen twee meetpunten,

Y-as: $\gamma(h)$ is de semivariantie (verschil tussen deze punten. Als $\gamma(h)$ laag is dan is er hoge correlatie voor puntenparen met afstand h.

a: waarde waarna de semivariantie niet meer toeneemt, de maximale variantie is bereikt en de correlatie tussen puntenparen met deze afstand is 0



Interpretatie

De mogelijke verklaring van deze verschillen wordt gezocht in de genese van de beide gebieden.

De Westerduinen hebben recente verjonging meegemaakt (zie Doing, 1988). Zij liggen nu aan de uiterste westpunt van het eiland en hebben in het verleden te maken gehad met aanvoer van zand vanuit de eroderende westkant van het eiland (vgl Klijn, 1981). Door uitstuiving vanuit een dynamische zeereep is waarschijnlijk een grootschalig paraboollandschap ontstaan (Doing, pers. med.). Het landschap vertoont een herhaling (valleien, duinruggen) dwars op de richting van de overheersende wind. Een nieuwe verstuiwing sluit aan bij de reeds bestaande morfologie (zie fig. 7a). De Noorderduinen hebben geen recente verjonging meegemaakt (zie Doing, 1988)

en hebben waarschijnlijk niet te maken gehad met inwaai van veel vers zand uit een zeereep (Doing, pers. med.). Het uitgangspatroon is kleinschaliger en vertoont geen herhaling. Nieuwe verstuingen sluiten hier in eerste instantie bij aan. Het is mogelijk dat na lange tijd ook grootschaliger vormen ontstaan.

Implicatie voor beheer

Het hiervooraande heeft mogelijk een belangrijke implicatie voor het beheer. Alvorens daadwerkelijk tot verstuing over te gaan dient de beheerder de genese van het gebied goed te kennen. Hij zal zich bovendien moeten afvragen welk type landschap hij met de maatregel op het oog heeft, grootschalig of kleinschalig, en hoe lang de verstuing zal kunnen doorgaan. Een en ander kan in een beheersplan worden vastgelegd.

Kleinschalige referentieprojecten

Inleiding

De kleinschalige experimenten zijn uitgevoerd op zes lokaties langs de Nederlandse kust. Één van de lokaties, Rita's Duin op Terschelling, is gelegen in het kalkarme Waddendistrict. De overige vijf bevinden zich in het kalkrijke Duindistrict. De lokaties zijn uitgezocht in verschillende vegetatie-referentie-typen of vegetatie-eenheden (tabel 1).

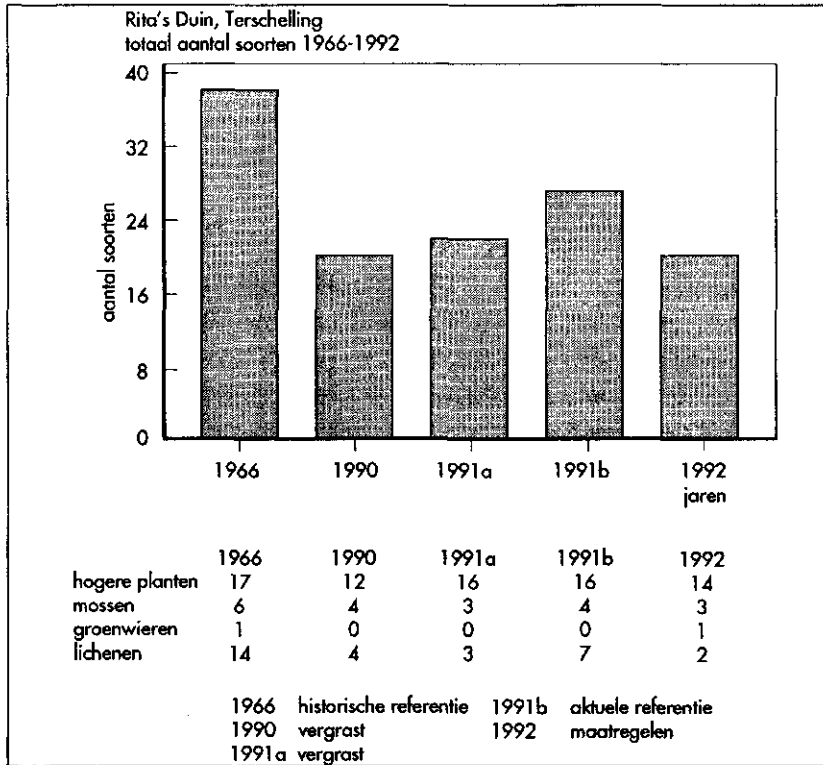
Aan de hand van een voorbeeld van de lokatie Rita's Duin kan de problematiek van de vergrassing goed worden geïllustreerd. In 1966 is de gehele westhelling van dit duin geïnventariseerd (Oostra, 1968). In 1990 is dit onderzoek herhaald. Op dezelfde plek bevindt zich sinds 1991 de EGM-onderzoekslokatie. In 1991 zijn er opnamen gemaakt van de vergraste proefvlakken en van de in de buurt aanwezige niet-vergraste vegetaties, de zoge-

Tabel 1

Overzicht van de lokaties en de vegetatie-referentietypen (syntaxa volgens Westhoff & den Held, 1969). RD, Terschelling; Waddendistrict, de andere lokaties liggen in het Duindistrict.

Lokatie		Vegetatie-referentie-type
Rita's Duin	RD	<i>Viola-Corynephorum</i> (Buntgrasduin)
Ligustevlak	LV	<i>Taraxaco-Galietum</i> (Duinpaardebloem associatie)
Zuidervlak	ZV	<i>Anthyllido-Silenetum</i> (Wondklaver Nachtsilene associatie)
Kraansvlak	KV	<i>Rosa pimpinellifolia</i> associatie (Duinroosvlakte)
Tilanuspad	TP	<i>Tortulo-Phleetum</i> / <i>Taraxaco-Galietum</i> (Duinsterretjes ass./Duinpaardebloem ass.)
Middelduinen	MD	<i>Viola-Corynephorum</i> (Buntgrasduin)

Figuur 8
Overzicht het aantal soorten op de lokatie Rita's Duin van 1966 tot 1992. Let op de afname van het aantal lichenen



naamde actuele referenties. In 1992 zijn er voor de eerste keer opnamen gemaakt na de uitvoering van de maatregelen. In figuur 8 wordt het totaal aantal soorten (hogere planten, mossen, groenwieren en lichenen) weergegeven.

Het aantal soorten neemt sterk af, vooral door het verdwijnen van tien soorten lichenen. Slechts vier soorten zijn er overgebleven: *Cladonia foliacea*, *Cladonia gracilis*, *Cladonia portentosa* en *Cladonia furcata*. De bedekking van de lichenen is afgenomen van 50% tot 3%. Vergelijking van de huidige niet-vergraste situatie (1991b) met de vergraste (1991a) geeft al een achteruitgang in lichenen te zien. Deze wordt nog groter wanneer de huidige niet vergraste situatie wordt vergeleken met de 1966 situatie.

Wat betreft de hogere planten kan geconcludeerd worden dat het aantal soorten niet sterk is afgenomen, hoewel er enkele soorten zijn verdwenen zoals *Festuca ovina*, *Viola curtisii* en *Leontodon saxatilis*. Belangrijker is echter dat de bedekking van met name *Ammophila arenaria* en ook *Calamagrostis epigejos* is toegenomen van 30% tot 90%. Deze toename in bedekking gaat samen met een afname van *Corynephorus canescens*. De bedek-

king van de moslaag is ongeveer gelijk gebleven, maar slechts twee soorten zijn dominant aanwezig *Dicranum scoparium* en *Campylopus introflexus*. Dit in tegenstelling tot de zestiger jaren, toen er meerdere mossen met gelijke bedekkingen voorkwamen en *Campylopus introflexus* nog helemaal niet werd aangetroffen.

Uit dit voorbeeld komt heel duidelijk de vergrassing in de droge duinen naar voren. Tevens blijkt hoe belangrijk een goede historische referentie is, iets wat helaas op de overige lokaties in veel mindere mate het geval is.

Opzet van de kleinschalige experimenten

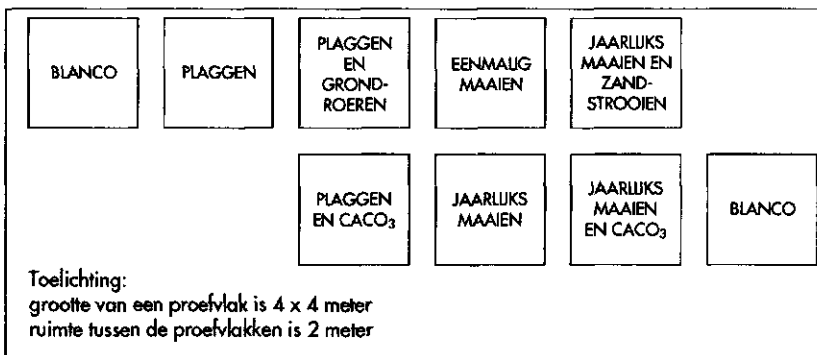
Figuur 9 geeft een overzicht van de maatregelen die op iedere lokatie worden uitgevoerd. Er zijn per lokatie negen proefvlakken van 4 x 4 meter. Twee proefvlakken worden niet behandeld; de blanco's. Vier proefvlakken zijn gemaaid en drie proefvlakken geplagd (figuur 10 en 11).

Kalkstrooien vindt plaats in gemaaide en geplagde proefvlakken. Als kalk is 'asef-kalk' (koolzure magnesiakalk) gebruikt, welke 90% CaCO_3 bevat, waarvan ca. 20% MgCO_3 . In het gemaaide proefvlak wordt een onderhoudsdosis gegeven (neutralisatie van de atmosferische depositie) en in het geplagde een hersteldosis (om de bodem in een oorspronkelijk pH-traject terug te brengen).

Zandstrooien wordt uitgevoerd in gemaaide proefvlakken. Per proefvlak wordt per jaar ca. 40 liter zand gestrooid wat equivalent is aan een complete bedekking van de bodem met een ca. 0.25 cm dik laagje. Zandstrooien wordt gezien als het simuleren van een lichte overstuiving.

Eén van de geplagde proefvlakken is tot ca. 20 cm diepte omgespit: het zogenaamde grondroeren om kalkrijk zand aan de oppervlakte te krijgen en de structuur van de bovengrond te veranderen.

Figuur 9
Opzet van de
kleinschalige
maatregelen



DROGE DUINEN

Figuur 10
Uitvoering van
de maatregelen
in Rita's Duin



Figuur 11
Ligging van enkele
experimentele
plots in de
Middelduinen



In 1991 is begonnen met het monitoring programma. Er zijn in ieder vergrast proefvlak vegetatieopnamen gemaakt en tevens opnamen van niet vergraste situaties. Hierbij zijn de hogere planten, mossen en korstmossen opgenomen en de bedekkingen weergegeven volgens de decimale schaal van Londo (Londo, 1975). Ook zijn er profielbeschrijvingen gemaakt en bodemmonsters genomen om de uitgangssituatie vast te leggen. Op elke lokatie zijn twee mengmonsters van ieder vijf submonsters genomen per bo-

demhorizont (Ah, AC of B, C) en op 1 meter diepte. Aan deze monsters zijn de volgende analyses uitgevoerd:

- totaalanalyse: C, N, P, K, Ca, Mg, Al, Mn, Fe
- pH H₂O, pH CaCl₂, pH KCl
- CaCO₃
- amorf Al, Fe en Mn
- CEC en uitwisselbare kationen H, Al, Fe, Mn, NH₄, Ca, K, Mg, Na, NO₃, Cl.

In 1992 zijn er één jaar na de uitvoering van de maatregelen wederom vegetatieopnamen gemaakt. Per proefvlak zijn er vier opnamen gemaakt. De resultaten die in het volgende gedeelte aan bod komen geven dus een beeld van de stand van zaken over het eerste jaar.

Verwerking van de gegevens

De verwerking van de gegevens vond plaats met behulp van de computerprogramma's TWINSPAN (Hill, 1979) en CANOCO (ter Braak, 1988). TWINSPAN rangschikt vegetatieopnamen en soorten met behulp van een divisieve clustermethode. CANOCO is een ordinatie programma en rangschikt volgens een aantal mathematische methodes soorten en opnamen langs een aantal z.g. milieu-assen. Deze assen zijn in principe dimensieloos. Opnamen, die qua soortensamenstelling veel op elkaar lijken komen zodoende dicht bij elkaar te staan. Er wordt onderscheid gemaakt in een directe en een indirecte analyse. Een indirecte gradiënt analyse (correspondentie analyse) ordineert op basis van alleen de vegetatieopnamen en de milieu-assen zijn fictief. Bij een directe gradiënt analyse (canonische correspondentie analyse) is de ordinatie het resultaat van het gezamenlijk effect van vegetatie en gemeten milieuvariabelen. Beide methoden zijn bij de verwerking van de resultaten gebruikt.

Een indirecte gradiënt analyse is uitgevoerd met de vegetatieopnamen van 1991: zowel de vergraste als de actuele referentie opnamen zijn bij deze analyse gebruikt.

Een canonische correspondentie analyse is uitgevoerd met vergraste opnamen uit 1991 en enkele belangrijke bodemecologische parameters van de Ah horizont met betrekking tot de vegetatie. Dit zijn CaCO₃, de pH, de C/N ratio, de Ca/Al ratio en de nutriënten N en P.

Tenslotte is er een correspondentie analyse en een canonische correspondentie analyse uitgevoerd met de vegetatieopnamen van 1991 en 1992. De laatstgenoemde analyse is uitgevoerd om de invloed van de maatrege-

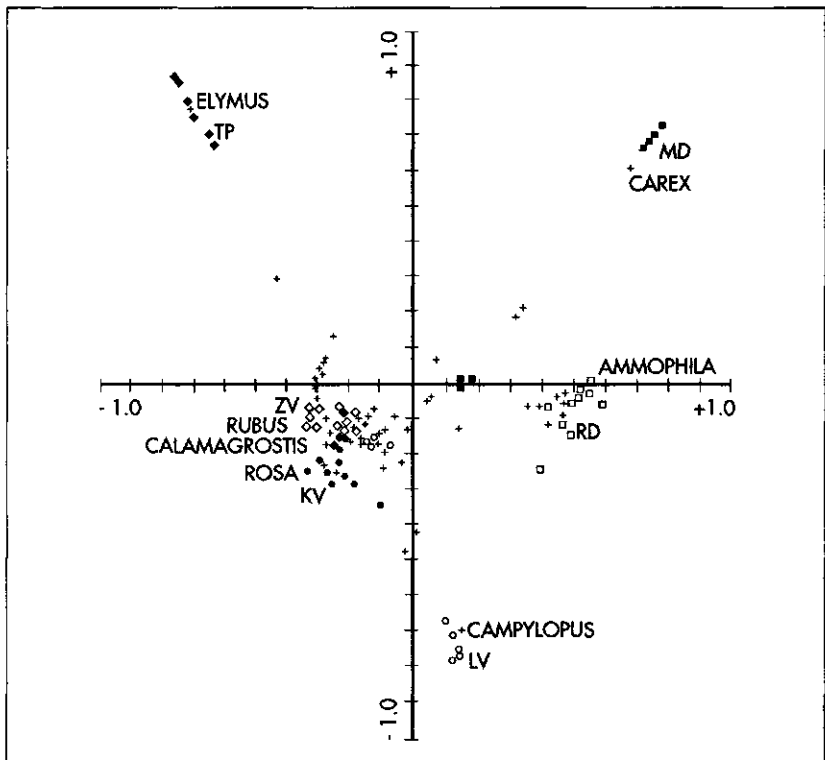
len te onderzoeken. De maatregelen (maaïen, plaggen, zandstrooien en kalkstrooien) zijn hierbij als milieuv variabelen beschouwd.

Resultaten

De correspondentie analyse van de vegetatieopnamen uit 1991 (figuur 12) laat zien dat de gebieden verschillen in floristische samenstelling. In alle gebieden treedt vergrassing op, maar per gebied speelt een andere soort de rol van vergrasser/vermosser. *Campylopus introflexus* is de vermosser in het Ligustervlak (LV). De kalkarme lokaties Rita's Duin (RD) en de Middelduinen (MD) hebben respectievelijk *Ammophila arenaria* en *Carex arenaria* als vergrassers. Ook in de kalkrijke lokaties spelen verschillende vergrassers een rol: in het Tilanuspad (TP) is *Elymus athericus* dominant en in het Kraansvlak (KV) en het Zuidervlak (ZV) *Calamagrostis epigejos*.

Met betrekking tot het beheer moet derhalve de vraag gesteld worden of de invloed van éénzelfde maatregel in alle gebieden hetzelfde resultaat geeft.

Figuur 12
Correspondentie analyse van de vegetatieopnamen uit 1991 (vergrast en niet vergrast). De gebieden zijn floristisch duidelijk van elkaar verschillend. Voor afkortingen van gebieden zie tabel 1



De soortensamenstelling van de vergraste opnamen en de actuele referentie opnamen zijn per gebied vrijwel gelijk. Er treden structuurverschillen op door de dominantie van gras(achtigen), maar de oorspronkelijke soorten zijn veelal nog aanwezig.

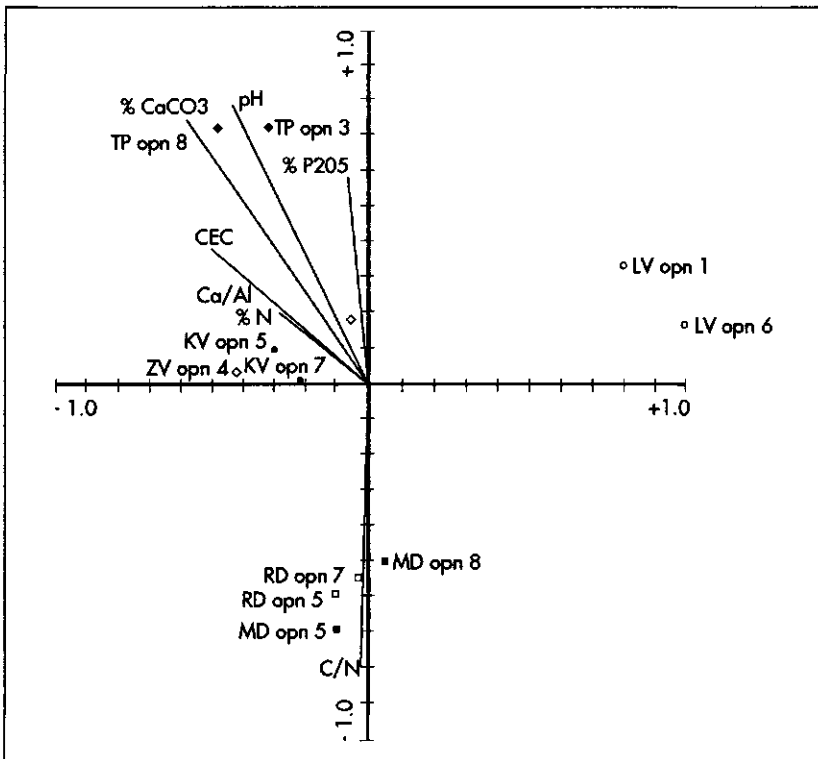
Uit beheersoogpunt gezien kan dit goede mogelijkheden bieden voor (her)vestiging of uitbreiding. Maatregelen die de structuur beïnvloeden lijken in dat geval al positief te kunnen werken, zoals bijvoorbeeld maaien.

Figuur 13 toont een canonische correspondentie analyse van enkele vegetatieopnamen uit 1991 van vergraste proefvlakken met bodemgegevens. Deze analyse blijkt de al eerder gevonden gebiedsverdeling te ondersteunen. De kalkrijke en de kalkarme lokaties (RD en MD) liggen duidelijk gescheiden in het vlak van de eerste twee milieu-assen.

Er is een duidelijk verschil in mineralogische bodemsamenstelling tussen de gebieden. Rita's Duin in het kalkarme Waddendistrikt en de diep ontkalkte Middelduinen op Goeree zijn veel armer dan de overige lokaties. Opvallend is verder de sterke correlatie van de kalkarme lokaties met een hoge C/N ratio.

Figuur 13

Canonische correspondentie analyse van vergraste proefvlakken uit 1991 met enige belangrijke bodemecologische parameters. Voor afkortingen van gebieden zie tabel 1



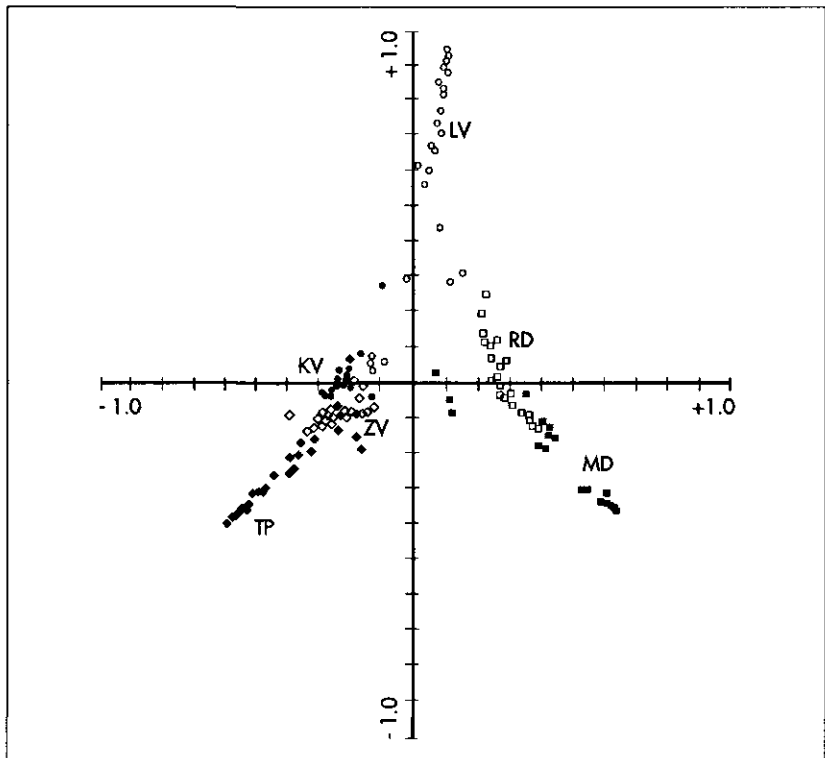
Vermeld dient te worden dat verdere gegevens over de beschikbare stikstofhoeveelheden voor de vegetatie en stikstoftransformaties in de bodem zullen worden vergaard met behulp van incubatieexperimenten.

Figuur 14 en figuur 15 tonen respectievelijk een correspondentie analyse en een canonische correspondentie analyse van de vegetatieopnamen uit 1991 en 1992.

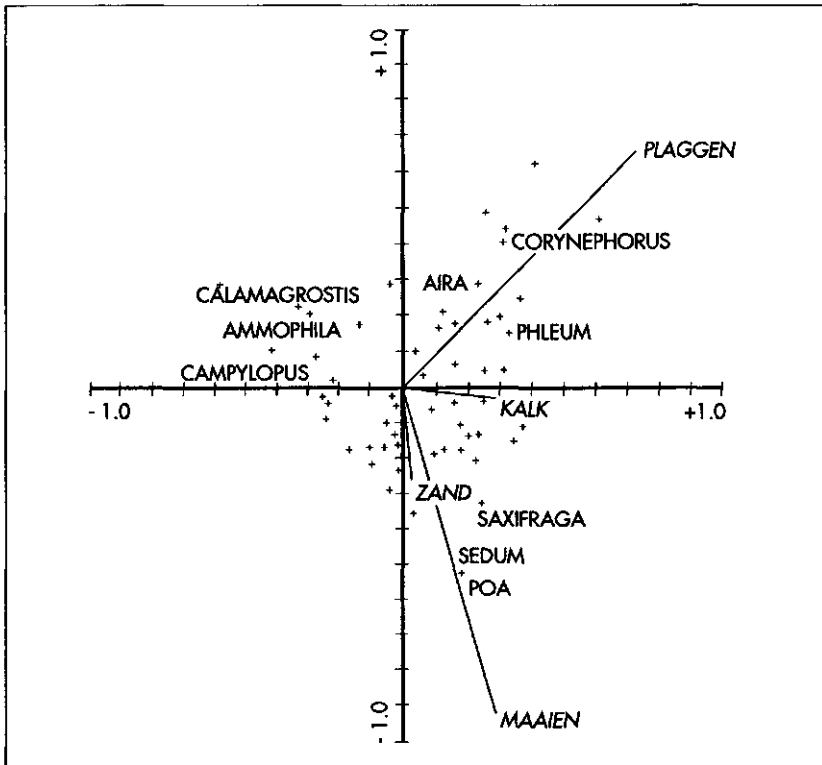
De correspondentie analyse van de vegetatieopnamen van 1991 en 1992 (figuur 14) laat zien dat het verschil tussen de gebieden vooralsnog groter is dan de invloed van de maatregelen. Het patroon in het ordinatiediagram is hetzelfde als in 1991 met als enig verschil dat de lokatie Tilanuspad (TP) dichterbij de overige kalkrijke lokaties Zuidervlak (ZV) en Kraansvlak (KV) ligt.

De resultaten van de canonische correspondentie analyse (figuur 15), waarbij de maatregelen als milieuv variabelen werden beschouwd, laten na één jaar een lichte trend zien: de geplagde proefvlakken worden gekarakteriseerd door enkele soorten van een open pioniervegetatie (zoals *Corynephorus canescens*, *Aira praecox* en *Phleum arenarium*) en de gemaaide

Figuur 14
Correspondentie analyse van vegetatieopnamen 1991 en 1992. Voor afkortingen van gebieden zie tabel 1



Figuur 15
 Canonische correspondentie analyse van vegetatieopnamen uit 1992 met de maatregelen als verklarende milieuvariabelen. Voor afkortingen van gebieden zie tabel 1



proefvlakken door soorten van een lage kruidenvegetatie (*Saxifraga tridactylites*, *Sedum acre* en *Poa annua*). Daarnaast blijven de onbehandelde proefvlakken als cluster bestaan met hun dominante vergrassers of vermosser.

Voorlopige conclusies

In dit stadium kunnen alleen voorlopige conclusies worden getrokken. De volgende vragen zijn van belang:

- welke voorlopige conclusies zijn er te trekken uit de resultaten?
- welke richtlijnen zijn er op grond hiervan te geven voor het beheer?
- ◆ Het blijkt dat er per gebied verschillende vergrassers zijn (*Ammophila*, *Calamagrostis*, *Carex arenaria*, *Elymus*). Mogelijk leidt hetzelfde proces (of complex van processen) per gebied tot een verschillend resultaat, niet qua vegetatiestructuur, maar wel qua dominante soort.

Een effectgerichte maatregel zal mogelijk niet in elk gebied dezelfde oplossing kunnen bieden. Bodemfactoren zijn waarschijnlijk de sturende krachten. Verdere uitkomsten van het monitoring programma zullen hier inzicht in moeten geven.

- ◆ Binnen een referentieproject is de huidige soorten-samenstelling van vergraste en niet-vergraste vegetaties nagenoeg hetzelfde. Het verschil is voornamelijk te vinden in de structuur van de vegetatie.

Dit betekent dit dat (her)vestiging en uitbreiding van kritische soorten in veel gevallen tot de potentiële mogelijkheden behoort.

Maaien als effectgerichte maatregel lijkt al positief te kunnen werken (plaggen en maaien laten na een jaar een lichte trend zien: een aantal kritische soorten vestigen zich weer).

De concurrentie tussen de soorten om licht en ruimte is een belangrijk sturend proces, dat door het maaien positief lijkt uit te werken voor de kritische soorten.

- ◆ Het referentieproject Rita's Duin (RD) laat zien dat historische referenties van groot belang zijn: bij vergelijking van huidige vergraste en niet-vergraste vegetaties valt veel minder op dat er een groot aantal lichenen zijn verdwenen sinds de 60er jaren.
- ◆ Het project op Schiermonnikoog laat zien dat de ruimtelijke patroondiversiteit die bij grootschalige verstuingen ontstaat waarschijnlijk afhankelijk is van het 'grondpatroon' van het betreffende gebied vóór de verstuing (weer opnieuw) begon.

Bij het opnieuw laten stuiven van gebieden zal in relatie tot beheersdoelen met de genese van het gebied rekening moeten worden gehouden. De oorspronkelijke morfologie is mogelijk een sturende factor in het verloop van de verstuing die bepaalt welke landschapsdiversiteit er zal ontstaan.

Dank

Het monitoringsproject open droge duinen zou niet tot stand gekomen zijn zonder de medewerking van de beheerders van de gebieden waar de referentieprojecten gelegen zijn. Graag willen wij hen daarvoor speciaal bedanken.

Literatuur

- Boerboom, J.H.A., 1963. Het verband tussen bodem en vegetatie in de Wassenaarse duinen. *Boor en Spade* 13:120-155.
- Braak, C.J.F. ter, 1988. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Agricultural Mathematics Group, Ministry of Agriculture and Fisheries.
- Dieren, J.W. van, 1934. Organogene Dünenbildung, eine geomorphologische Analyse der westfriesischen Insel Terschelling mit pflanzensoziologischen Methoden. Diss. Amsterdam. Nijhoff, Den Haag.
- Doing, H., 1988. Landschapsecologie van de Nederlandse kust. Stichting Duinbehoud, Leiden.
- Hill, M.O., 1979. TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, N.Y., 90 pp.
- Jungerius, P.D., Verheggen, A.J.T. & Wiggers, A.J., 1981. The development of blow-outs in De Blink, a coastal dune area near Noordwijkerhout, The Netherlands. *Earth Surface processes and landforms* 6:375-396.
- Jungerius, P.D. & Meulen, F. van der, 1989. The development of blow-outs as measured with erosion pins and sequential air photos. *Catena* 16:369-376.
- Klijn, J.A., 1981. Nederlandse Kustduinen: geomorfologie en bodem. Diss. Wageningen. Pudoc, Wageningen.
- Koekkoek, J., 1992. Quantitatieve patroonanalyse en landschapsdiversiteit van stuifduinen op Schiermonnikoog. Doctoraal Verslag, Fysische Geografie, Universiteit van Amsterdam.
- Leeuwen, C.G. van, 1965. Het verband tussen natuurlijke en antropogene landschapsvormen, gezien vanuit de betrekkingen in grensmilieus. *Gorteria* 2, 8:93-105.
- Londo, G., 1975. De decimale schaal voor vegetatiekundige opnamen van permanente quadraten. *Gorteria* 7 (7), Leiden.
- Meulen, F. van der & Wanders, E.A.J., 1984. Stuifduinen, overwegingen betreffende natuur- en duinbeheer in Meijendel. *De Levende Natuur* 84(1):18-23.
- Oostra, R.G.M., 1968. Verslag over een onderzoek naar de lichenenvegetaties in de droge duinen van Terschelling. Intern rapp. RIN. 1-33.
- Oremus, P.A.J., 1982. Growth and nodulation of *Hippophaë rhamnoides* L. in the coastal sand dunes of The Netherlands. Diss. Utrecht 116 p.
- Putten, W. H. van der, 1989. Establishment, growth and degeneration of *Ammophila arenaria* in coastal sand dunes. Diss. LU Wageningen.
- Sevink, J., 1991. Soil development in the coastal dunes and its relation to climate. *Landscape Ecology* 6 (1/2): 49-56.
- Tooren, B. van, 1990. Luchtverontreiniging in de duinen. *Duin* 1(3):4-6.

DROGE DUINEN

- Vertegaal, C.T.M., Louman E.G.M., Bakker, T.W.M., Klijn, J.A. & Meulen, F. van der, 1991. Monitoring van Effectgerichte Maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in open droge duinen. Prae-advies. Bureau Duin en Kust, Leiden.
- Wardenaar, E.C.P., & Sevink, J., 1992. A comparative study of soil formation in primary stands of Scots pine (planted) and Poplar (natural) on calcareous dune sands in The Netherlands. *Plant and Soil* 140:109-120.
- Westhoff, V. & Held A.J. den, 1969. *Plantengemeenschappen van Nederland*. Thieme, Zutphen.
- Westhoff, V. & van Oosten, 1991. De plantengroei van de Waddeneilanden. KNNV Nr 53. Pirola, Schoorl. 416 p.
- Zoon, F.C., 1986. On the relative involvement of nematodes and other soil factors in the decline of *Hippophaë rhamnoides* L. in the Netherlands. *Revue Nématol.* 9:314.