

Herstel van korstmosrijke duinen op Terschelling door beheersingrepen

Rita Ketner-Oostra

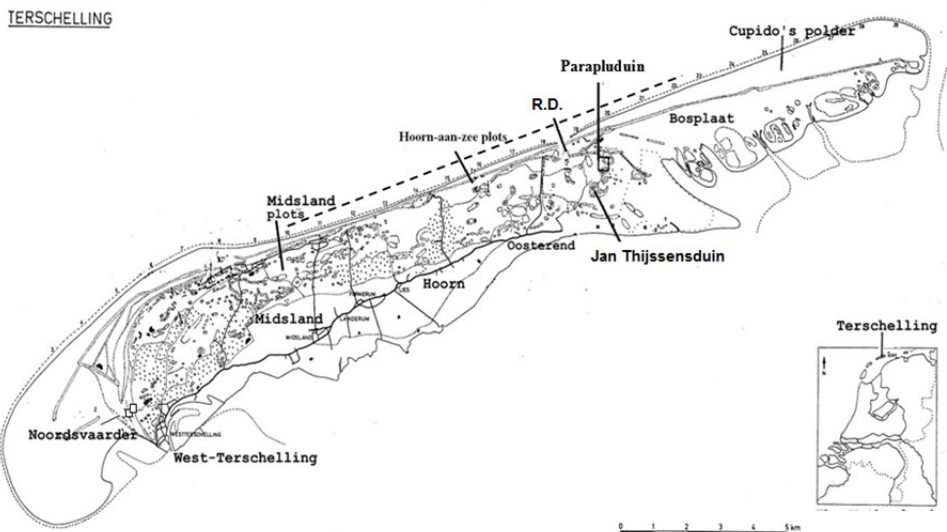
Inleiding

Tot in de jaren 1970 waren de droge kalk-arme duinen op Terschelling (Fig. 1) nog in een open pionierfase met buntgrasvegetatie en veel soorten *Cladonia*'s, de Duin-Buntgras-associatie, ook wel buntgrasduin genoemd (*Violo-Corynephorum*). Bovendien groeiden op kaal zand of op mostapijten soorten die normaal op bomen groeien (epifyten), zoals schorsmossen en baardmossen (Brand & Ketner-Oostra 1983). Internationaal spreekt men van 'grey dunes' vanwege de kleur van het buntgras, de korstmossen en het zand, dat niet meer geel maar grijs is door fijn verdeeld humus. Deze 'grijze duinen' zijn onderdeel van het Natura 2000 habitattype 2130 'Vastgelegde duinen met kruidvegetatie' (type 2130, Janssen & Schaminée 2003).

Sinds eind zeventiger jaren zijn deze droge middenduinen geleidelijk meer en meer

vergrast met helm, zandzegge en duinriet. Deze vergrassing werd tijdens de jaren 1980 door duinbeheerders slechts 'gezien'. Maar op Terschelling kon zij op een grote secundaire barkhaan worden gekwantificeerd (Fig. 1: het R.D. = Rita's Duin), door in 1990 een onderzoek uit 1966 te herhalen; zie Ketner-Oostra 1993. Daarbij speelde de inmiddels gevestigde neofyt grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) een grote rol. In mijn vorige artikelen in *Buxbaumiella* zijn de gevolgen van de vergrassing voor de cryptogamen uitvoerig beschreven (Ketner-Oostra 2004; 2007).

In de jaren 1990 werd de noodzaak ingezien voor onderzoek naar de oorzaken van de vergrassing. De toegenomen uitstoot van stikstof (N) en vervolgens de neerslag daarvan bleek de hoofdoorzaak. In West-Europa werd dit veroorzaakt door de sterke toename van het verkeer en de steeds



Figuur 1. Terschelling met de onderzoekslocaties. De onderbroken lijn voor de kust vanaf strandpaal 10 geeft de zandsuppleties op de vooroever uit 1993 aan. R.D. betekent paal van Rijks Driehoeksmeting, maar is later de aanduiding voor Rita's Duin.



Foto 1. In 1990 werd o.l.v. SBB voor het eerst op Terschelling grijs kronkelsteeltje handmatig afgeplagd door NJN'ers samen met Tsjechische jeugdbonders.

intensievere veeteelt.

Landelijk, vooral bodemchemisch onderzoek vond plaats binnen de EGM-projecten, de Effect Gerichte Maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in droge duinen. De resultaten dienden voor het opstellen van richtlijnen voor aangepast beheer. De bodem van de kalkarme duinen bleek van oorsprong een laag stikstofgehalte en een hoge fosfaatbeschikbaarheid te hebben. Daardoor had de N-depositie via de atmosfeer een duidelijk bemestende invloed (Kooijman et al. 2010). Remke et al. (2009) toonden experimenteel aan dat in kalkarme duinen met een bodem $\text{pH.NaCl} < 6.0$ zelfs een lage atmosferische N-depositie tot vergrassing leidt.

Onderzoek gericht op behoud van biodiversiteit, met name die van korstmossen

De korstmosrijke pionierfase van het buntgrasduin kwam in 1995 nauwelijks meer voor. Met een GIS-analyse van Buro Bakker in de duinen op Terschelling werd deze ongestoorde *Cladonia*-rijke vorm nog slechts in 5 ha aangetoond en de licht gestoorde vorm in 57 ha. Dit stond in scherp contrast met de 518 ha voor de Rompgemeenschap

van Helm en 76 ha voor die van Zandzegge; zie Buro Bakker (2000).

In 1995 werd door Staatsbosbeheer Fryslân een onderzoeksprogramma opgezet: of met beheersingrepen in vergraste duinen herstel van de biodiversiteit mogelijk is. Ter vergelijking is in het Monitorprogramma 1995-2005 ook de spontane successie in niet-vergraste pionierssituaties gevolgd (Ketner-Oostra 2006).

De onderzoeksvragen waren:

- Leidt spontane successie in korstmosrijke vegetatie tot afname van de biodiversiteit?
- Zijn de effecten van beheer, zoals plaggen, branden en zandsuppletie, tijdelijk?
- Welk type beheer kan voor de toekomst worden aangeraden?

Voor onderzoek van de **spontane successie** zijn locaties in jonge korstmosrijke duinen op de Noordsvaarder en in Cupido's polder gekozen, alsmede de pioniersfase op de ZW-helling van het Parapluduin (grens Boschplaat; Fig. 1).

In de eindfase van het buntgrasduin komen veel rendiermossen voor. **Hoe permanent**



Foto 2. Linksboven: de westhelling van het in maart 1993 afgebrande Rita's Duin (foto M. Veer). Rechtsonder: dezelfde helling drie maanden later met opnieuw helm en zandzegge.

deze fase is, is onderzocht in duinen bij Midsland-Noord en Midsland-aan-Zee.

Voor de effecten van 'beheersexperimenten' – soms ging het om spontane brand of overstuiving – in vergraste en vermeste duinen zijn de volgende locaties gekozen (zie Fig. 1).

Plaggen: Vermost duingrasland op de Noordsvaarder na het plaggen van grijs kronkelsteeltje (Foto 1).

Branden: Twee sterk vergraste duincomplexen (secundaire barkanen) ten NO van Oosterend, nl. Rita's Duin na spontane brand in 1993 (Foto 2) en het Jan Thijsensduin na spontane brand in 2004.

Begrazing: Op Rita's Duin werd in 2002 een enclosure uitgezet om het brandonderzoek op de inmiddels weer vergraste duinvegetatie te vervolgen (Foto 3). Naast de enclosure moest het effect van begrazing onderzocht worden. In de eindfase van het Monitorprogramma werd die invloed ook op andere PQ's geëvalueerd.

Overstuiving: Duinen langs de noordkust (Foto 4). In oostelijke richting is vanaf Hoorn-aan-Zee de zeereep niet langer vastgelegd met helmbeplanting. Bovendien heeft in 1993 tussen Strandpaal 10 en 20 op de ondiepe vooroever zandsuppletie plaatsgevonden met zand uit zee (NOUR-TEC; Stuyfzand e.a. 2010).

Monitorprogramma Buntgrasduin – methoden

Voor het Monitorprogramma zijn in 1995 in totaal 22 permanente kwadraten uitge-

zet (PQ's van 2×2 of 4×4 m). Deze zijn beschreven met de door Barkman et al. (1964) getransformeerde Braun-Blanquet schaal en dit is op dezelfde wijze herhaald in 1997, 2000, 2003 en 2005 (Ketner-Oostra 2006) en enkele PQ's nog in 2010. Een van de PQ's lag op de Noordsvaarder, waar in 1990 een plagexperiment plaatsvond dat daarna elk jaar werd gemonitord (zie Ketner-Oostra & Sýkora 2000).

Van 14 PQ's is in 1995 en 2005 de bodem onderzocht. Een mengmonster werd samengesteld uit acht steken en uit drie bodemlagen, namelijk op 0-2 cm, 2-10 cm en 10-30 cm diepte. Ter vergelijking met de oorspronkelijke bodemsamenstelling is op drie plaatsen langs de kust uit de zeereep een referentiemonster genomen, alleen op 0-10 cm diepte. Van alle monsters zijn kalkgehalte CaCO₃, de pH-KCl, % C, % N en % P bepaald. Voor de analysemethoden, zie Ketner-Oostra & Sýkora (2000).

Voor de classificatie van de 86 over de jaren gemaakte opnamen (40 van spontane successie en 46 na ingrepen) is gebruik gemaakt van TWINSPAN. Voor een gedetailleerde beschrijving van deze resultaten, zie Ketner-Oostra & Sýkora (2008).

In dit artikel behandel ik de vegetatieveranderingen (vaatplanten, mossen, korstmossen, kaal zand en strooisel) in enkele geselecteerde PQ's tussen 1995, 2005 en 2010.

Brand- en begrazingsonderzoek – methoden

In maart 1993 is de vergraste vegetatie op Rita's Duin bij een spontane brand grotendeels verbrand. Daarna is het vegetatieherstel in twee transecten op de west- en zuidhelling met resp. 52 en 24 blokken van 4×4 m tot in 2001 gevolgd (Ketner-Oostra e.a. 2006). Een van de PQ's van het Monitorprogramma is in 1995 aangelegd binnen het transect op de westhelling.

In 2002 is door Staatsbosbeheer besloten de hele westhelling van Rita's Duin binnen de begrazingseenheid met vee ten oosten van de badweg van Oosterend te laten vallen. Om toch het brandonderzoek te kunnen vervolgen is toen op deze westhelling



Foto 3. De enclosure op de westhelling van Rita's Duin in 2013.



Foto 4. De kust ten noorden van Hoorn en Oosterend waar de zeereep naar binnen stuift. De pijl geeft Rita's Duin aan. Foto: Google Earth.

een enclosure van 16×72 m aangelegd (zie Foto 3). In een transect binnen deze enclosure zijn zes oorspronkelijke PQ's uit het brandonderzoek (1993-2001) verder gevolgd tot in 2010. Ten noorden en op zes meter afstand van de enclosure zijn binnen een transect drie PQ's aangelegd om de invloed van begrazing met deels koeien maar voornamelijk paarden te bestuderen. Voor de successie en de invloed van de begrazing is de vegetatie van beide transecten in 2002, 2005 en 2010 met de Staatsbosbeheercodering (SBB) geschat. Daarbij zijn de details van de PQ's gebruikt voor de bedekkingspercentages (zie bijschrift bij Tabel 2).

De belangrijkste resultaten

Successie in jonge duinen

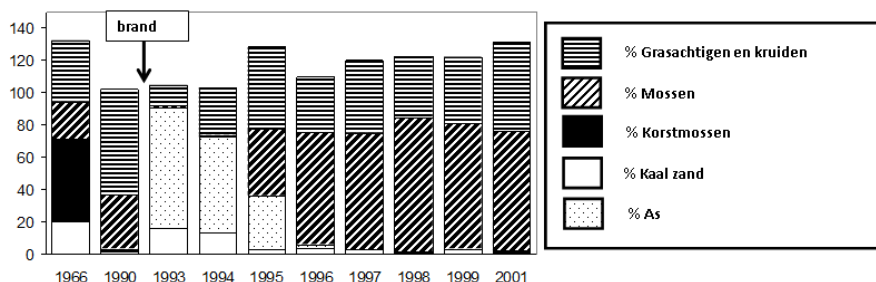
Uit het PQ-onderzoek op de Noordsvaarder en op het Parapluduin blijkt dat zonder beheersingrepen na 10-15 jaar de biodiversiteit in korstmossrijke pioniervegetaties af is genomen. Er is minder kaal zand en de bodemontwikkeling en verzuring is doorgegaan. Zie Tabel 1: Parapluduin en 2^{de}, 3^{de}

en 4^{de} duinreeks van de Noordsvaarder. Er zijn dan minder soorten, de gewoonlijk epifytische korstmossen zijn verdwenen en alleen enkele subneutrale en zuurminnende *Cladonia*-soorten zijn overgebleven (Ketner-Oostra & Sýkora 2012). Op de 3^{de} duinreeks van de Noordsvaarder nam de korstmosbedekking, met vooral zomer-sneeuw (*C. foliacea*), af van 75% in 1995 naar 7% in 2005, terwijl de mosbedekking met vooral gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) in die 10 jaar toenam van 8% naar 85% (Fig. 3). Lokaal vestigde zich kraaihei, die sterk in bedekking toenam en zo een overgang naar de Associatie van Eikvaren en Kraaihei (*Polypodio-Empetretum*) in gang zette. Al in 1995 kon hier geen kalk meer worden aangetoond en de pH.KCl in de toplaag was 5.2 (zie Tabel 1).

Over de PQ's in Cupido's polder stooft vanuit de eroderende zeereep nog zand in. Daardoor was de bodem in 1995 nog relatief kalkrijk (1.2% CaCO₃ en pH.KCl 6.8). Maar na 1995 begon geleidelijk de ontkalking (Tabel 1). De oorspronkelijke calcifiele mossen stierven af en korstmossen bereikten daarna een optimum (Fig. 4), na-

Tabel 1. Resultaten van bodemanalyses van de 0-10 cm laag van enkele monitorterreinen op Terschelling in 1995 en 2005. Een tweede waarde van de 0-2 cm laag is toegevoegd als deze verschilt van de 0-10 cm laag. Vet: kalk is aangetoond. Tussen haken: 0-2 cm laag. Asterisken: * in 2000; ** na de duinbrand in 1993; *** met invloed van instuivend zand; ****na de duinbrand in 2004.

	Duinen-reeks	Expositie/hellingshoek ^o	% CaCO ₃ (1995)	% CaCO ₃ (2005)	pH-KCl (1995)	pH-KCl (2005)
Noordsvaarder	zeereep		0.3	0.3	6.9	7.4
	2	NO / 12	0.2 (0.3)	< 0.1	5.7 (5.6)	6.2 (6.6)
	3	NO / 10	< 0.1	< 0.1	4.4 (4.5)	4.6 (4.3)
	4	NO / 5	< 0.1	< 0.1	4.3 (4.1)	4.3 (4.2)
Hoorn-aan-Zee	zeereep		0.8	1.0	7.4	8.1
	2	W / 5	< 0.1	< 0.1	6.0 (6.1)	6.2 (6.4)
	3	vlak	< 0.1	< 0.1	4.6 (5.4)	4.7 (5.2)
	4	N / 5		< 0.1		5.0 (5.9)
Parapluduin	helling	ZW / 8	0.1	< 0.1	6.2 (6.0)	5.7 (5.3)
Cupido's polder	zeereep		1.2	1.0	8.1 *	8.1
	2a	vlak	0.2 *	0.1 (<0.1)	7.0 (6.8) *	7.0 (6.4)
	2b	NO / 8	0.1 *	< 0.1	7.0 (6.5) *	6.1 (5.8)
Midsland-Noord	helling	N / 15	< 0.1	< 0.1	3.9 (3.7)	4.0 (3.8)
	pionier	NO / 5	< 0.1	< 0.1	4.3	4.5
Midsland-aan-Zee	voet duin	bijna vlak	< 0.1	< 0.1	3.7 (3.5)	4.1 (3.9)
Rita's Duin (Oosterend)	barkaan	ZW / 4	< 0.1 **	< 0.1 (0.1 ***)	4.3 (4.5) **	5.6 (6.7) ***
Jan Thijssensduin	barkaan	Z / 12	< 0.1	< 0.1	3.9 (3.7)	4.0 ****



Figuur 2. Veranderingen in de tijd in de bedekking van vegetatie-elementen, kaal zand en as op de westhelling van Rita's Duin, voor en na de brand in 1993 (uit J.Veg Science).

melijk duinbekermos (*Cladonia pocillum*), frietzak-bekermos (*C. humilis*) en het zeldzame knobbelig heidestaartje (*C. cariosa*; zie Masselink & Sipman 1985 en Aptroot e.a. 2000).

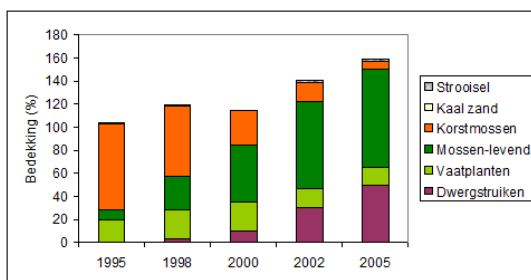
Successie in oudere duinen

In de oudere gestabiliseerde middendunnen bij Midsland-Noord is op een noordhelling de successie onderzocht. In de vegetatie hadden rendiermossen samen met varkensspootje (*Cladonia uncialis*) een hoge bedekking. De bodem bleek in beide onderzoeksjaren verzuurd (Tabel 1: pH.KCl in de 0-2 cm laag 3.7). Een vlakbij gelegen uitgestoven noordhelling was in 1995 voor 90% kaal. De successie begon hier met veel groenalgen. Hoewel de helling in 2010 sterk met grijs kronkelsteeltje was vermost (Fig. 5), konden kraakloof (*Cetraria aculeata*) en het zeldzame ezelspootje (*Cladonia zopfii*) zich nog handhaven.

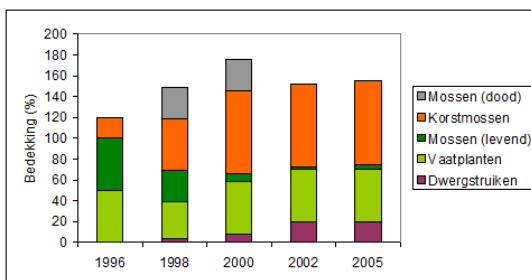
In de rendiermosrijke PQ's bij Midsland-aan-Zee nam in 10 jaar tijd de bedekking van schapengras toe en buntgras verdween uit de PQ's. De bodem was in 1995 sterker verzuurd dan in 2005 (pH.KCl in de 0-2 cm laag 3.5 en resp. 3.9), zie Tabel 1.

Effecten van 'beheersexperimenten' Noordsvaarder, plagen

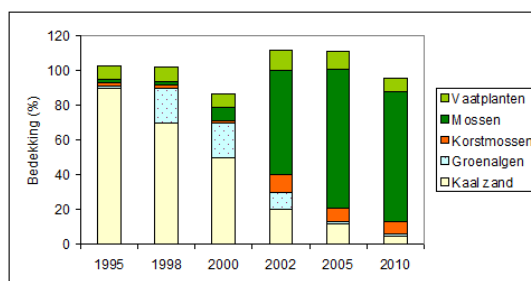
In 1990 werd op de 4^{de} duinreeks op de Noordsvaarder een met grijs kronkelsteeltje vermoste noordhelling geplagd (Foto 1). Aanvankelijk kwamen grijs kronkelsteeltje en enkele andere soorten terug. In de droge zomer van 1994 begon grijs kronkelsteeltje af te sterven en werd het geleidelijk verdrongen, omdat het blijkbaar



Figuur 3. Successie op de derde duinreeks van de Noordsvaarder in de periode 1995-2005.



Figuur 4. Successie op een jong duin in Cupido's polder in de periode 1995-2005.



Figuur 5. Successie op een kale helling te Midsland-Noord in de periode 1995-2010.

Tabel 2. Vergelijking tussen twee transecten op Rita's Duin, Oosterend (periode 2002 -2010). Eén transect is niet begraasd en ligt binnen de Exclosure en één is begraasd, vnl. met paarden. In deze periode is de hoeveelheid staand en liggend dood (strooisel) in beide transecten ongeveer 15%.

* Staatsbosbeheer-code (SBB) voor geschatte aantallen: 1= 1-2, 2= 3-10, 3= 11-100, 4= 101-500, 5= > 500 exemplaren.

** Overige grasachtigen: vroege haver, gewone veldbies en gestreepte witbol.

*** Overige vaatplanten: gewoon biggenkruid (SBB-code 5), schapenzuring, mannetjesereprijs, gewone rolklaver en scheve hoornbloem. In 2010 in de exclosure ruw vergeet-mij-nietje en in het begraasde transect muizenoor.

**** Grijs kronkelsteeltje 2% levend en voor 98% afgestorven.

Opname	Datum	Exclosure		Begraasd	
		12.06.2002	14.06.2010	12.06.2002	15.06.2010
BEDEKKING	Afmetingen transect	80x8m	80x8m	32x8m	32x8m
	Totale bedekking	99%	98%	95%	90%
	Levende kruidlaag	40%	25%	40%	25%
	Levende mossen	70%	45%	60%	70%
	Levende korstmossen	12%	20%	10%	5%
HOOGTE	Lage en hoge kruidlaag (max.)	8 (50 cm)	8 (60) cm	8 (50 cm)	8 (60) cm
SOORTEN	Totaal aantal soorten	39	39	33	39
In SBB-code*		SBB	SBB	SBB	SBB
Gras-achtigen	Helm	5	5	5	4
	Buntgras	4	5	4	4
	Duinriet	3	3	0	3
	Zandzegge	5	5	5	5
	Rood zwenkgras	5	5	5	5
	<i>Overige grasachtigen**</i>	4	3	2	3
Kruiden	Schermhavikskruid	4	5	4	5
	Gewoon biggenkruid	5	5	5	5
	Zandblauwtje	5	3	4	4
	Zandhoornbloem	3	5	2	4
	Duinvioltje	2	2	2	1
	Hondsvioltje	2	1	0	2
	<i>Overige vaatplanten***</i>	5	6	3	6
Dwerg-struiken	Gewone eikvaren	3	4	3	3
	Kraaihei	3	4	2	3
Mossen	Grijs kronkelsteeltje	5	4****	5	4****
	Zandhaarmos	5	4	5	4
	Gewoon gaffeltandmos	3	4	3	2
	Gewoon purpersteeltje	4	4	4	2
	Gesnaveld klauwtjesmos	3	5	4	5
	Bleek dikkopmos	3	4	2	3
Korst-mossen	Gevorkt heidestaartje (<i>C. furcata</i>)	5	5	5	5
	Zomersneeuw (<i>C. foliacea</i>)	4	4	4	3
	Open rendiermos (<i>C. portentosa</i>)	4	4	4	2
	Ruw heidestaartje (<i>C. scabriuscula</i>)	4	4	4	4
	Bruin bekermos (<i>C. chlorophaea</i> s.l.)	4	3	4	2
	Frietzak-bekermos (<i>C. humilis</i>)	4	2	3	2
	Kronkelheidestaartje (<i>C. subulata</i>)	3	2	2	
	Vals rendiermos (<i>C. rangiformis</i>)	3	3	3	3
	Gewoon kraakloof (<i>Cetraria aculeata</i>)		3		1
	Gewoon schildmos (<i>Parmelia sulcata</i>)	1			
	Klein leermos (<i>Peltigera rufescens</i>)		1	1	2

niet bestand is tegen de extreme omstandigheden van droogte en overstuiving (Ketner-Oostra & Sýkora 2000). Ondanks het instuiven van zand bleef de bodem zuur en werd in 2005 een pH.KCl 4.3 gemeten (4^{de} duinreeks in Tabel 1). Het PQ bleek nu voor 90% met vooral gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*) en 10% gewoon gaffeltandmos begroeid en kraaihei bedekte 50%.

Rita's Duin en Jan Thijssensduin, branden

Op de westhelling van Rita's Duin zijn na de spontane brand in 1993 de veranderingen intensief tot in 2001 gevolgd met een netwerk van PQ's (Ketner-Oostra e.a. 2006). Er ontwikkelde zich een weelderige grazige vegetatie vooral van helm en zandzegge met een ondergroei van mossen. In 2001 verschilde de vegetatie sterk van de korstmosrijke vegetatie uit 1966 (zie staafdiagram, Fig. 2). Na een invasie door het typische 'mos-na-brand' gewoon purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*), ontstond een tapijt van grijs kronkelsteeltje waarin later ook zandhaarmos (*Polytrichum juniperinum*) verscheen.

Bij de eindmonitoring in 2005 van het Monitorprogramma Buntgrasduin (Ketner-Oostra 2006) bleek op Rita's Duin veel invloed van instuivend zand vanuit de zeereep. In de bodem van de exlosure werd dit aangetoond met de veranderde zuurgraad: in 1995 was deze in de 0-10 cm-laag pH. KCl 4.3, in 2005 verhoogd naar het subneutrale gebied: pH. KCl 5.6. In de 0-2 cm-laag was de pH. KCl 6.7 en 0.1% CaCO₃ aantoonbaar; zie Tabel 1.

In 2010 was de invloed van instuivend zand nog duidelijker (Ketner-Oostra 2013). Visueel was er nogal verschil tussen de transecten binnen en buiten de exlosure, ook omdat door de begrazing veel helm vertrapt maar nog wel levend was. Plaatselijk konijnengegraaf had daar meer kaal zand als gevolg. Bij de vaatplanten handhaafden zich de diagnostische soorten of deze namen toe (Tabel 2). Het geringe aantal dwergstruiken kraaihei en gewone eikvaren nam alleen in het bovendeel van de exlosure wat toe.

In de moslaag van beide transecten was in 2010 grijs kronkelsteeltje bijna totaal verdwenen. In de exlosure bedekten de mossen 45%, in het begraasde deel 70%, met in beide vooral gesnaveld klauwtjesmos en in beide < 5% zandhaarmos.

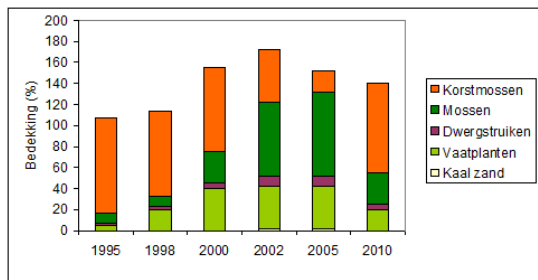
De korstmosbedekking was in de transecten duidelijk verschillend, namelijk in de exlosure 20% en in het begraasde deel 5%. De soortensamenstelling verschilde echter niet veel en bleef redelijk constant. Van de tien soorten waren gevorkt heidestaartje (*Cladonia furcata*) en de subneutrale soorten zomersneeuw en vals rendiermos (*C. rangiformis*) de belangrijkste, met in geringe aantallen gewoon kraakloof, frietzak-bekermos en klein leermos (*Peltigera rufescens*).

Maar open rendiermos (*C. portentosa*) was in het begraasde transect praktisch verdwenen, evenals het op humus groeiende bruin bekermos (*C. chlorophaea* s.l.). Van de bruine bekermossen is het frietzak-bekermos wel onderscheiden en dat kwam ook in 2010 nog beperkt voor.

Het in 2004 verbrande Jan Thijssensduin bleek in 2010 nog in de fase van vergroening en vermossing met vooral veel levend grijs kronkelsteeltje en een verzuurde bodem. Hier was, ondanks de brand, tussen 1995 en 2005 de pH.KCl op hetzelfde niveau van 4.0 gebleven. Daardoor is het verschil met Rita's Duin goed zichtbaar (in 2005 was daar de pH.KCl 5.6 en in de 0-2 cm laag zelfs 6.7), dit als gevolg van het vanuit de zeereep binnenwaaiende matig kalkrijke zand.

Tussen Hoorn en Oosterend, dynamisch kustbeheer

Bij het innovatieve Nourtec-project (Stuyfzand et al. 2010) vond zandsuppletie niet op het strand, maar op de voorreef in zee plaats. De invloed van het instuivende, relatief wat kalkrijkere zand vanaf het strand en de zeereep is zichtbaar in de pH.KCl-waarden op de achtergelegen duinreeks. Daar heeft de verzuring zich in 10 jaar tijd niet voortgezet (pH.KCl bleef subneutraal in 2^{de} en 3^{de} duinreeks, vooral in de 0-2 cm-laag, zie Tabel 1).



Figuur 6. Gevolgen van de zandsuppletie, die leidde tot overstuiving met matig kalkrijk zand, op de korstmosrijkdom in een mozaïekvegetatie bij Hoorn-aan-Zee.

De mozaïekvegetatie van kalk- en zuurindicerende (korst)mossesoorten in de buntgrasvegetatie bleek stabiel (Fig. 6); opnieuw werd sierlijk rendiermos (*Cladonia ciliata*) waargenomen, dat optimaal voorkomt in de Duin-Buntgras-associatie; zie Weeda e. a. (1996). Ook de differentiërende soorten ervan – zandblauwtje, duinviooltje, hondsviooltje en schermhavikskruid – namen toe. Sinds 1995 kwam in het PQ op de tweede duinreeks geleidelijk meer van het zeldzame vals muizenoor (*Hieracium peleterianum*) voor, vroeger Terschellings havikskruid genoemd. Mogelijk gaat het deels om bastaarden van deze soort met muizenoor (*H. pilosella*), zie Weeda et al. (1991). In het dwergstruik-PQ op de 4^{de} duinreeks met kruipwilg en kraaihei bleef de top laag in het subneutrale gebied (pH.KCl. 5.2). Rond wintergroen was ook in 2010 nog constant aanwezig met 5% bedekking. Deze zeldzame soort (Rode Lijst: Kwetsbaar) is kensoort van de Associatie van Wintergroen en Kruipwilg (*Pyrolo-Salicetum*).

Midland-Noord en de Waterplak, begrazingseffecten

De rendiermostapijten op de noordhelling bij Midland-Noord bleken in 2005 door begrazing met ca. 20 landgeiten in twee groeiseizoenen volledig omgewoeld. Voornaamste doel van deze in 2004 in de binnenduinrand geïntroduceerde begrazing (Foto 5) was de bestrijding van Amerikaanse vogelkers. Na verplaatsing van het mobiele raster in 2005 bleek bij de monitoring in 2010 dat de rendiermosvegetatie zich redelijk had hersteld. Met name de

bedekking van struikhei was tot 10% toegenomen, die van kraaihei echter niet.

De vlakke rendiermosrijke PQ's bij de Waterplak bleken in 2004 te zijn begraasd, waarschijnlijk door paarden (paardenmest). In 2010 kwamen, waarschijnlijk door het faciliterende effect van de paardenbegrazing, meer konijnen voor (veel keutels). Buntgras verdween, helm was vooral vertrapt en dood maar schapengras nam toe tot 40%. De bedekking van open rendiermos bleef met gemiddeld 60% in 15 jaar redelijk stabiel (Ketner-Oostra & Sýkora 2012).

Discussie en conclusies

Spontane successie

Uit onze resultaten blijkt dat in 10-15 jaar door spontane successie de diversiteit in korstmosrijke pioniervegetatie afneemt. De hoeveelheid kaal zand neemt af en de bodemontwikkeling en verzuring gaan door. Zowel het aantal soorten korstmossen als de bedekking ervan neemt af. De gewoonlijk epifytische korstmossen zijn verdwenen en alleen enkele subneutrale en zuurminnende *Cladonia*-soorten zijn overgebleven. Mossen zijn gaan domineren waarbij gesnaveld klauwtjesmos de dominante soort is. Ook blijkt dat grijs kronkelsteeltje geleidelijk verdrongen kan worden omdat het kennelijk niet bestand is tegen de extreme omstandigheden van droogte en overstuiving.

Op de Noordsvaarder ontwikkelde de met helm beplante zeereep zich in ca. 30 jaar tot een korstmosrijke buntgrasvegetatie (duinreeks 2) en vervolgens in ca. 30-40 jaar naar een door mossen gedomineerd stadium (duinreeks 3; zie Ketner-Oostra & Sýkora 2000). Op deze duinreeks is de successie naar het *Polypodio-Empetretum* op gang gekomen door de vestiging van gewone eikvaren en kraaihei.

Plaggen en branden

Plaggen en branden hebben weinig effect gehad in de kalkarme enigszins verzuurde duinen, die bovendien onder invloed staan van de landelijke, ook op de Waddeneilan-

den aanwezige N-depositie (Remke et al. 2010; Sparrius 2011). Bij te ondiep plaggen blijft humusrijk zand achter en gaat grijs kronkelsteeltje weer woekeren.

Na de brand op Rita's Duin is weer grasland met hoge grasachtigen en mossen ontstaan. Tussen 2002 en 2010 bleek een tiental korstmossoorten zich te kunnen handhaven onder invloed van het stuivende zand vanuit het voorduin (Foto's 6 en 7). Bij de monitoring in 2010 was binnen de enclosure de bedekking van dit tiental korstmossoorten aanzienlijk hoger dan in het aangrenzende begraasde deel. Daarnaast de vermossing met gesnaveld

serende werking te hebben op de subneutrale korstmosvegetatie van de 'grijze' duinen. Ook zijn in de duinen langs de kust tussen Hoorn en Oosterend de vaatplanten van het buntgrasduin zichtbaar toegenomen (zie Ketner-Oostra & Sýkora 2012).

Begrazing met landgeiten en paarden

Van het eindstadium van het buntgrasduin met de rendiermosmatten was in 1999 nog maar 7 ha ongestoord aanwezig en 170 ha licht gestoord (Buro Bakker 2000). De inzet in 2004 van landgeiten in dergelijke vegetaties bij Midslaan-Noord was wat ondoordacht en had tot gevolg dat deze die-



Foto 5. Geitenbegrazing in de vergraste duinen van de Koegelwieck bij Hoorn in de winter van 2008.

klauwtjesmos toe.

Het advies aan de beheerder is om na een duinbrand de toplaag te verwijderen tot op het kale minerale zand en zo verstuiwing te stimuleren. Begrazing met vee heeft op het herstel van de korstmossen een negatief effect en bevordert vooral vermossing.

Overstuiving met relatief kalkrijk zand

Overstuiving met relatief wat kalkrijker zand vanuit de zeereep bleek een stabili-

ren veel vernielden. Als de graasdruk verdwijnt is herstel mogelijk uit achtergebleven korstmosfragmenten (Sparrius 2011). Na begrazing van de vlakke rendiermosrijke middenduinen bij Midslaan-aan-Zee was helm vertrappt maar schapengras toegenomen. Met een lichte konijnenbegrazing bleef daarna de rendiermosbedekking gedurende 15 jaar redelijk in evenwicht. Uit deze resultaten blijkt dat de begrazing met geiten en paarden gefaseerd en niet te

intensief moet zijn en zo faciliterend kan werken voor konijnen. Vooral rendiermos- sen blijken zich dan te kunnen handhaven.

Belang van jonge duinvorming

Uit het monitorprogramma blijkt dat de jonge duintjes met matig kalkhoudend zand in de afgelegen Cupido's Polder de hoogste diversiteit aan bijzondere korstmossoorten hebben, vergelijkbaar met die van de Terschellingse duinen vóór de vergrassing (Brand & Ketner-Oostra 1983). De inventarisatie van 2000 (Aptroot e.a. 2000) en die van een studentenonderzoek uit 2010 maken duidelijk dat hier de gewoonlijk epifytische soorten nog op het duinzand voorkomen (Ketner-Oostra & Sýkora 2012). Ook de jonge dynamische duingebieden, zoals de kleine duintjes op de Vliehors (Vlieland) en het militaire oefenterrein bij de aangroeiende kust op de zuidpunt van Texel, de Hors, geven dit beeld (Haveman 2006). De kortgrazige open pioniervegetatie heeft de juiste enigszins kalkrijke tot (sub)neutrale bodem voor veel korstmossoorten en bovendien een geschikt microklimaat (Ketner-Oostra 2007). Hier kunnen zich nog steeds nieuwe bijzondere soorten op het zand vestigen (Haveman & de Ronde 2011).

Dankwoord

Met de medewerkers van SBB Terschelling en Regio Fryslân (nu Regio Noord) is intensief samengewerkt. Een OBN-beurs heeft de evaluatie van het Monitoring project 1995-2005 mogelijk gemaakt. Dank aan André Aptroot die de korstmossen verifieerde en Klaas van Dort die dat deed voor de mossen. Karlè Sýkora voorzag een eerdere versie van dit artikel van commentaar.

Literatuur

- Aptroot, A. & C.M. van Herk & L.B. Sparrius, 2000. Lichenen van het najaarsweekend op Terschelling en enkele kerken in noordwest Friesland. *Buxbaumiella* 53: 46-52.
- Brand, A.M. & R. Ketner-Oostra, 1983. Lichens. p. 73-84. In: K.S. Dijkema & W.J. Wolff (eds.), *Flora and Vegetation of the Wadden Sea Islands and Coastal Areas*. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden.
- Buro Bakker, 2000. Vegetatiekartering van de terreinen van Staatsbosbeheer op Terschelling 1998-1999. Rapport, Buro Bakker adviesbureau voor ecologie. Assen.
- Haveman, R.H. 2006. Bodembewonende epifytische lichenen op de zuidpunt van Texel. *Buxbaumiella* 75: 9-15.
- Haveman, R. & I. de Ronde, 2011. *Usnea flavocardia* (Gelig baardmos) in duingrasland op Texel. *Buxbaumiella* 90: 23-25.
- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminee, 2003. *Euro-pese natuur in Nederland*. KNNV uitgeverij, Utrecht.
- Ketner-Oostra, R., 1993. Buntgrasduin op Terschelling na 25 jaar weer onderzocht. *De Levende Natuur* 94: 10-17.
- Ketner-Oostra, R. 2004. Veranderingen van de mos- en lichenvegetatie in de droge duinen van Terschelling sinds 1970. *Buxbaumiella* 68: 2-6.
- Ketner-Oostra, R. 2006. De toekomst van het korstmosrijke Buntgrasduin op Terschelling. Eindrapport Monitorprogramma 1995-2005. Staatsbosbeheer Regio Noord, 61 pp. + supplement.
- Ketner-Oostra, R. 2007. Veranderingen van de mos- en lichenvegetatie in de droge duinen van Terschelling sinds 1970. II. Microklimaat. *Buxbaumiella* 79: 14-22.
- Ketner-Oostra, R. 2013. Duinbegrazing Oostereind Terschelling. Monitoring van het R.D. (Rita's)-duin in 2010. Intern rapport Staatsbosbeheer Regio Noord.
- Ketner-Oostra, R & K.V. Sýkora, 2008. Succession in lichen-rich vegetation in coastal dunes between 1995 and 2005. - *Abhandlungen Westfälischen Museum für Naturkunde* 70 (3/4): 125-142.
- Ketner-Oostra, R & K.V. Sýkora, 2012. Effect van overstuiving op korstmosrijke duinen op Terschelling. *De Levende Natuur* 113: 167-173.
- Ketner-Oostra, R., M.J. van der Peijl & K.V. Sýkora, 2006. Restoration of lichen diversity in grass-dominated vegetation of coastal dunes after wildfire. *J. Veg. Science* 17: 147-156.
- Kooijman, A.M., A. van Hinsberg, H. Noordijk, M. van Til & C. Cusell, 2010. Stikstofdepositie in kalkrijke en kalkarme duinen: gaat het wel zo goed? *De Levende Natuur* 111 (4): 166-170.
- Masselink, A.K. & H.J.M. Sipman 1985. Enkele nieuwe vondsten van *Cladonia*'s in Nederland. *Gorteria* 12: 231-241.
- Remke, E., E. Brouwer, A. Kooijman, I. Blindow & J.G.M. Roelofs, 2009. Low atmospheric nitrogen loads lead to grass encroachment in coastal dunes, but only on acid soils. *Ecosystems* 12 (7) 1173-1188.
- Stuyfzand, P.J., S.M. Arens & A.P. Oost, 2010. Geochemische effecten van zandsuppleties langs de Hollandse kust. Directie Kennis &

- Innovatie, Min. Economie, Landbouw & Innovatie; rapport nr. 2010/OBN141-DK.
- Sparrius, L.B., 2011. Inland dunes in The Netherlands: soil, vegetation, nitrogen deposition and invasive species. Universiteit van Amsterdam, proefschrift.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra, 1991. Nederlands Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties. Deel 4. Compositen-familie. IVN en VARA.
- Weeda, E. J., H. Doing, H. & J. H. J. Schaminée, 1996. Koelerio-Corynephoretea. Klasse der droge graslanden op zandgrond. In: Schaminée, J. H. J., A. H. F. Stortelder & E. J. Weeda (eds.): De Vegetatie van Nederland, part 3. Opulus Press, Uppsala: 61-144.

Auteursgegevens

Rita Ketner-Oostra
 Algemeer 42, 6721 GD Bennekom.
 rita.ketner.oostra@gmail.com

Abstract

Management to restore lichen-rich coastal dunes in the Wadden district (the Netherlands)

Lichen-rich Grey hairgrass (*Corynephorus canescens*) vegetation on Calcium-poor sand dunes has been encroached by the graminoids *Ammophila arenaria* and *Carex arenaria* since the 1980s. This is due to high nitrogen deposition. Permanent plots were used to study succession in these 'grey dunes' both in natural circumstances and after restoration management in the 1995-2005 Monitoring program (which was extended to 2010). Spontaneous succession from

lichen-rich to moss-dominated stages was related to soil development and acidification in connection with ageing of the dune soil.

Sod cutting and fire management did not change dunes dominated by tall graminoids and encroached by the neophytic moss *Campylopus introflexus*. This moss was gradually replaced by *Hypnum cupressiforme*, due to environmental stress.

Grazing by goats and horses in *Ammophila*-encroached middle dunes facilitated the recovery of the rabbit population and allowed permanent mats of reindeer lichens to develop. However, for this to occur, the grazing pressure should not be heavy and should be regulated by movable fences.

We found that the best option for maintaining lichen-rich Grey hairgrass vegetation is the blowing-in of slightly calcareous sand from fore-dunes that are influenced by sand suppletion on the fore-shore. The vegetation monitoring 2002-2010 of two transects on a large dune north of Oosterend (Rita's duin, see map), one inside an enclosure and one outside with grazing pressure of cattle, had as main ecological factor this in-blowing sand. It promoted lichen diversity and quantity, but the latter mostly without the grazing pressure. The formation of new dunes on beach planes should also be stimulated. Their open pioneer vegetation on slightly calcareous soil has a suitable microclimate for the re-establishment of lichen diversity, including some of the terrestrially growing, normally epiphytic species.



Foto 6. Grote diversiteit aan *Cladonia*'s op Rita's Duin in 2013, mede als gevolg van overstuiving met zand. Onder invloed van konijnenbegrazing vestigt zich onder andere veel zomersneeuw (*Cladonia foliacea*).



Foto 7. Open en vals rendiermos (*Cladonia portentosa* en *C. rangiformis*) in een overgang naar heidevegetatie op Rita's Duin.