



Effect van overstuiwing op korstmosrijke duinen op

Rita Ketner-Oostra
& Karlè Sýkora

Terschelling

De botanische verscheidenheid in kalkarme droge duinen wordt o.a. door korstmossen gevormd. Sinds de jaren 80 van de vorige eeuw zijn deze duinen in het Waddendistrict sterk veranderd door vergrassing met Helm en Zandzegge en vermossing met Grijs kronkelsteeltje. Kan overstuiwing met vers zand deze uniformiteit doorbreken?

Jarenlange monitoring van de vegetatie op Terschelling geeft hier antwoord op.

De plantengemeenschappen van licht-kalkhoudende tot zwak zure duinen van het Waddendistrict behoren tot het Natura 2000 habitatype 'Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie (grijze duinen)'. De Duinbuntgras-gemeenschap is daarbij van bijzondere betekenis door een hoge biodiversiteit die vooral door korstmossen wordt bepaald. Het gaat daarbij met name om veel soorten *Cladonia*'s (foto 1a/b), maar ook om soorten die normaal op bomen groeien (epifyten) en die hier op kaal zand of op mostapijten groeien (foto 2a/b/c/d). Westhoff & van Oosten (1991) beschreven de samenstelling die deze gemeenschap tot in de 1980er jaren had, maar in de 1990er jaren kwam deze korstmosrijke pionierfase van de Duinbuntgras-gemeenschap nauwelijks meer voor. Dit werd later duidelijk aangetoond met de duinkartering van Terschelling (Buro Bakker, 2000). Van de ongestoorde *Cladonia*-rijke vorm van deze gemeenschap kwam toen slechts 5 ha voor en van de licht gestoorde vorm 57 ha. Dit staat in scherp contrast met de toename van de rompgemeenschap van Helm (518 ha) en die van Zandzegge (76 ha).

Foto 1a. Buntgrasduin rijk aan *Cladonia*'s op de Noordsvaarder (Terschelling) in 2007 (foto: R.K.-O.)

Foto 1b. Zomersneeuw (*Cladonia foliacea*) (foto: R.K.-O.).

A



B



C

D

Foto 2. Epifyten groeiden op de grond in de duinen van Terschelling, ca 1970 (zie ook tabel 2).
2a. Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), 2b. Eikenmos (*Evernia prunastri*),
2c. Groot boerenkoolmos (*Platismata glauca*) en 2d. Gewoon baardmos (*Usnea subfloridana*). (foto's: R.K.-O.).

Vergrassing

Sinds midden 80er jaren van de vorige eeuw vergrasten de droge duinen langs de hele Nederlandse kust. In het Waddendistrict verdwenen relatief korte grassen als Buntgras (*Corynephorus canescens*) en Schapengras (*Festuca ovina* s.l.) samen met de korstmossen. Hoge grassen als Helm (*Ammophila arenaria*), Zandzegge (*Carex arenaria*) en Duinriet (*Calamagrostis epigejos*) namen sterk in bedekking toe. Deze vergrassing leek samen te hangen met de afname van de konijnenpopulatie als gevolg van myxomatose en VHS, alsmede met de toename van stikstofdepositie. Dit was in tegenspraak met onderzoek uit die periode waaruit bleek dat Helm in de voorduinen degenereert, doordat aaltjes de wortels aantasten als er geen zand meer instuift (van der Putten & Troelstra, 1990). Van degeneratie was echter in de middenduinen van Terschelling geen sprake, want Helm ging zelfs domineren. De mate van vergrassing kon in 1993 worden

bepaald op enkele hellingen van Rita's duin (Terschelling) die in 1966 onderzocht waren op hun rijkdom aan korstmossen (Ketner-Oostra, 1993; foto 3). Vooral op de westhelling waren de korstmossen spectaculair afgenomen: van 50% tot 3% bedekking. De bedekking van vooral Helm en Zandzegge bleek van 30% naar 80% toegenomen waarvan de helft 'staand dood' was. Het sinds de jaren 80 binnengedrongen mos Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) bedekte plaatselijk 25%.

In de jaren 90 van de vorige eeuw werd ook voor de duinen het verband aangetoond tussen de vergrassing en de toename van stikstof (N)-verbindingen in de atmosfeer (Kooijman et al., 2010). In de bodem van de kalkarme duinen, met een laag N-gehalte en een relatief hoge P-beschikbaarheid, had de N-depositie een bemestende invloed. In een verzuurde bodem bleek het bemestend effect groter, omdat er netto meer N beschikbaar is. Micro-organismen leggen in een zure bodem minder N vast, zodat

voor de vegetatie veel N beschikbaar blijft. Hoewel de N-depositie sinds 2003 landelijk is afgenomen, is deze voor duinvegetaties nog steeds te hoog en is er bovendien sprake van een stikstofovermaat. Remke et al. (2009) toonden experimenteel aan, dat in kalkarme duinen met een bodem pH-NaCl < 6,0 zelfs een lage N-depositie tot vergrassing leidt.

Monitorprogramma Buntgrasduin

1995-2005 (+ 2010)

Vanwege de sterke achteruitgang van de korstmosrijke vegetatie is de ontwikkeling van de nog bestaande 'grijze duinen' op Terschelling in de tijd gevolgd (Ketner-Oostra, 2006). Hierbij ging het om de vergelijking tussen vegetatie-ontwikkeling zonder aantoonbaar beheer en die na externe invloeden, met name zandsuppletie.

In 1995 zijn voor dit onderzoek naar successie in duingebieden met en zonder externe invloeden 14 permanente kwadraten (PQ's,

Foto 3. Zuidhelling Rita's duin te Oosterend: links vóór (1966) en rechts na de vergrassing (1991) (foto's: R.K.-O.).



2x2 of 4x4 m) uitgezet, verspreid over het eiland (fig. 1).

Voor de successie in gebieden zonder beheer zijn vijf PQ's aangelegd: twee op de Noordsvaarder, één op de stuwende helling van het mobiele Parapluduin (westgrens Bosplaat) en twee in de jonge dynamische duinen van Cupido's polder bij strandpaal 26 (ten noorden van de Bosplaat). Het ging hierbij om relatief open korstmossrijke pioniervegetaties met bodembewonende korstmossoorten, met name *Cladonia*'s, en bovendien op de grond groeiende epifyten, zoals Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), Witkopschorsmos (*H. tubulosa*), Gewoon schildmos (*Parmelia sulcata*), Eikenmos (*Evernia prunastri*) en Purpergeweimos (*Pseudevernia furfuracea*).

Voor het successiestadium waarin de rendiermossen de Buntgrasvegetatie domineerden, werden in de middenduinen bij Midland-Noord en bij Midland aan Zee vijf PQ's aangelegd en op een geërodeerde helling in hetzelfde vegetatietype een PQ. Voor de effecten van externe invloeden werden drie PQ's aangelegd op de duinenreeks bij Hoorn aan Zee waar sinds 1990 geen Helm meer is aangeplant en de zee-reep niet langer meer werd vastgelegd (fig. 1). Bovendien had in 1993 op de zgn. vooroever in zee ter hoogte van Strandpaal 10 tot 22 zandsuppletie plaatsgevonden met zand uit zee van ongeveer overeenkomstige geochemische samenstelling maar een wat grotere korrel. Het doel van dit innovatieve 'nourishment techniques evaluation'-project (NOURTEC) was het verder terugtrekken van de kustlijn te voorkomen (Stuyfzand et al., 2010).

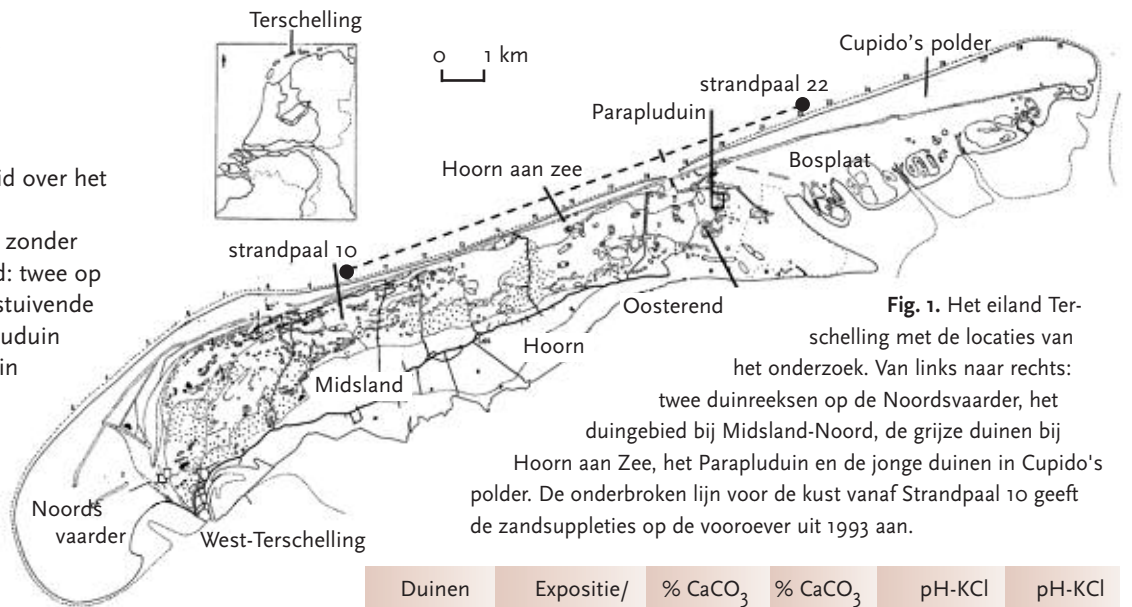


Fig. 1. Het eiland Terschelling met de locaties van het onderzoek. Van links naar rechts: twee duinreeksen op de Noordsvaarder, het duingebied bij Midland-Noord, de grijze duinen bij Hoorn aan Zee, het Parapluduin en de jonge duinen in Cupido's polder. De onderbroken lijn voor de kust vanaf Strandpaal 10 geeft de zandsuppleties op de vooroever uit 1993 aan.

	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
	2e	NO / 12	0.2	< 0.1	5.7	6.2
	3e	NO / 10	< 0.1	< 0.1	4.4	4.6
Hoorn aan Zee	zeereep		0.8	1.0	7.4	8.1
	2e	W/5	< 0.1	< 0.1	6.0 (6.1)	6.2 (6.4)
	3a	vlak	0.1	< 0.1	4.6 (5.4)	4.7 (5.2)
Parapluduin	3b	N / 5	0.1 ¹	< 0.1	4.6 (6.0) ¹	5.0 (5.9)
	helling	ZW / 8	0.1	< 0.1	6.2	5.7
Cupido's polder	zeereep		1.2	1.0	8.1	8.1
	2a	vlak	0.2 ¹	0.1	7.0 1	7.0 1
	2b	NO / 8	0.1 ¹	< 0.1	7.0 1	6.1
Midland-Noord	helling	N / 15	< 0.1	< 0.1	3.9	4.0

De PQ's zijn opgenomen in 1997, 2000, 2002 en 2005; bovendien enkele nog in 2010. In 1995 (start onderzoek), 2000 en 2005 is van de meeste PQ's de bodem in drie lagen onderzocht. Ook werd in die jaren op drie plaatsen uit de zeereep op 0-10 cm diepte een referentiemonster genomen voor de oorspronkelijke bodemsamenstelling. Van alle monsters zijn het kalkgehalte (CaCO₃), de pH-KCl en andere bodemchemische bestanddelen (o.a. % C, % N en % P) bepaald (Ketner-Oostra & Sýkora, 2000).

Tabel 1. Resultaten van de bodemanalyses van de 0-10 cm laag in een aantal PQ's op Terschelling in 1995 en 2005.

De waarde in de 0-2 cm laag (tussen haken) is toegevoegd als deze duidelijk verschilt van de 0-10 cm laag.

Vet: duidelijk kalkhoudend.
¹ in 2000.

bedekking (%)

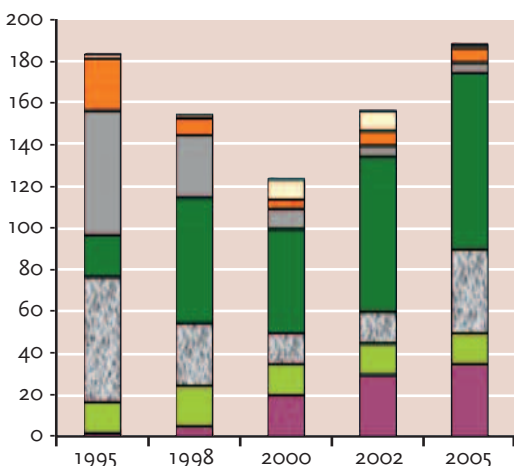


Fig. 2. Successie op de tweede duinenreeks van de Noordsvaarder in de periode 1995-2005.

- Kaal zand
- Korstmossen
- Mossen-dood
- Mossen-levend
- Strooisel
- Vaatplanten
- Dwergstruiken

bedekking (%)

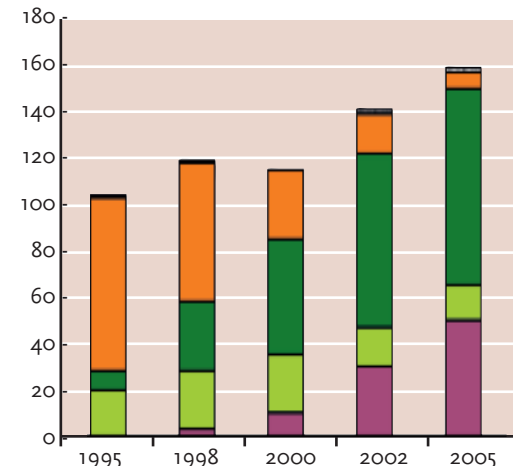


Fig. 3. Successie op de derde duinenreeks van de Noordsvaarder in de periode 1995-2005.



Foto 4. Stabiele rendiermosvegetatie in PQ bij Midsland aan Zee in 2010 (foto: R.K.-O.).

Ontwikkeling van de (korst)mossen

NOORDSVAARDER

De zeereep heeft hier duidelijk een lager kalkgehalte (0,3% CaCO₃) dan de zeereep bij Hoorn aan Zee en bij Cupido's polder (beide ca 1% CaCO₃; tabel 1). In de pioniervegetatie op de tweede duinreeks op de Noordsvaarder groeiden in 1995 nog Cladonia's kenmerkend voor licht-kalkhoudend zand en drie epifyten: Gewoon schorsmos, Witkopschorsmos en Gewoon schildmos. Tussen 1995 en 2005 nam het kalkgehalte in de toplaag van de bodem af van 0,3% tot < 0,1% (tabel 1). In tien jaar tijd bleek de moslaag sterk toegenomen te zijn (fig. 2) en veranderd van

gedeeltelijk afgestorven Purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*) naar Gewoon klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*). De drie hiervoor genoemde bijzondere epifyten zijn in de tussenliggende jaren verdwenen, maar enkele lichtminnende soorten Cladonia's van matig kalkrijk tot neutraal zand (Aptroot et al., 2011), zoals Zomersneeuw (*C. foliacea*) en Patatzak-bekermos (*C. humilis*), zijn gebleven.

Op de derde duinreeks van de Noordsvaarder nam de korstmosbedekking van vooral Zomersneeuw af van 75% naar 7% en de mosbedekking nam toe van 8% naar 85%, vooral door Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) samen met Gewoon klauwtjesmos. Lokaal vestigde zich Kraai-

heide (*Empetrum nigrum*) die in bedekking toenam (fig. 3). Zowel in 1995 als in 2005 was hier in de bodem geen kalk aantoonbaar (tabel 1).

MIDSLAND-NOORD EN MIDSLAND AAN ZEE

In de PQ's in de oudere duinen bleek de bodem in 1995 en 2005 verzuurd (pH-KCl toplaag 3,8; tabel 1). Open rendiermos (*Cladonia portentosa*) had een hoge bedekking en groeide in Midsland-Noord samen met Varkenspootje (*Cladonia uncialis*); beide zijn soorten van een sterk zuur milieu. Deze vegetatie bleek zeer stabiel (foto 4). Maar de nabijgelegen kale, geërodeerde PQ werd geleidelijk bijna geheel met Grijs kronkelsteeltje bedekt.

bedekking (%)

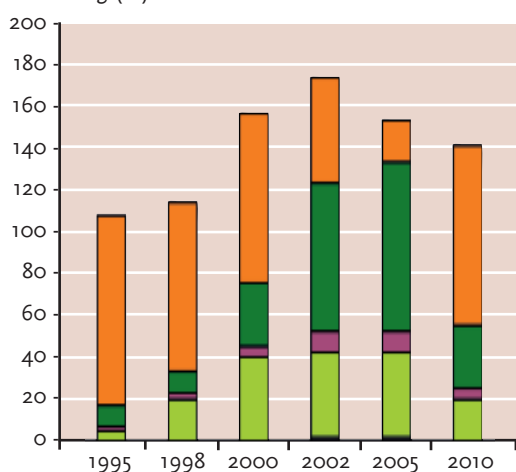


Fig. 4. Gevolgen van zandsuppletie, namelijk overstuiving met matig kalkrijk zand dat de korstmosrijkdom in stand houdt in een mozaïekvegetatie van Buntgras met Kraaihei bij Hoorn aan Zee (duinenreeks 3a in tabel 1) in de periode 1995-2010.

bedekking (%)

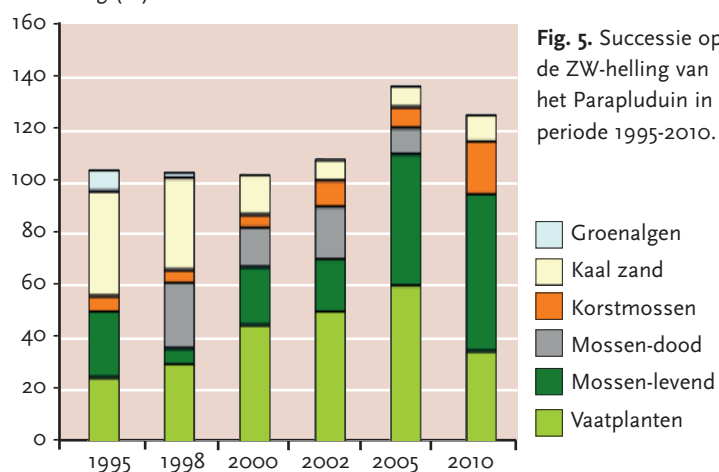


Fig. 5. Successie op de ZW-helling van het Parapluduin in de periode 1995-2010.

HOORN AAN ZEE

De invloed van het niet meer vastleggen van de zeereep en de zandsuppletie op de vooroever in zee was groot. Relatief kalkrijk zand (ca 1% CaCO₃; tabel 1) verplaatste zich tussen Strandpaal 10 en 22 over het strand, de zeereep in en stook ook over de achtergelegen duinreeksen. Daardoor zijn de 2e en 3e duinreeksen bij Hoorn aan Zee niet verder verzuurd en is de bodem daar in het subneutrale gebied gebleven (zie duinreeks 2 en de oppervlaktelaag in 3a en 3b in tabel 1). De mozaïek-vegetatie van Buntgras met Kraaihei en kalk- en zuurindicerende (korst)mossen bleef stabiel (3a in tabel 1; fig. 4). Vals rendiermos en Zomersneeuw (beide licht- en kalkminnend) en Sierlijk rendiermos (*C. ciliata*) van oppervlakkig ontkalkt zand groeiden samen met zuurindicerende soorten als Open rendiermos, Rafelig bekermos (*C. ramulosa*) en Girafje (*C. gracilis*). Onder invloed van het instuivende zand namen in dit duingebied ook de kruiden toe, zoals Zandblauwtje (*Jasione montana*), Duinviooltje (*Viola curtisii*), Hondsviooltje (*Viola canina*) en Schermhavikskruid (*Hieracium umbellatum*). Hier werd het zeldzame Vals muizenoor (of Terschellings havikskruid, *H. peleterianum*) waargenomen, maar mogelijk gaat het ook om bastaarden van deze soort met Muizenoor (*H. pilosella*; Weeda et al., 1991). Ook de

dwergstruik-PQ op de 3e duinreeks (3b in tabel 1) met Kruiwilg en Kraaiheide stond onder invloed van instuivend zand. Hier bleef de toplaag in het subneutrale gebied (pH-KCl 5,9). Rond wintergroen (*Pyrola rotundifolia*; Rode lijst: Kwetsbaar) was ook in 2010 nog constant aanwezig met 5% bedekking.

PARAPLUDUIN

Sinds 1995 nam op het Parapluduin het oppervlak kaal zand duidelijk af (fig. 5) en in 2005 kon geen kalk meer worden aangevoerd. Groot duinsterretje (*Tortula ruralis* var. *ruraliformis*) stierf geleidelijk af ('dood mos' in fig. 5) en Gewoon klauwtjesmos nam in bedekking toe. Zeven korstmossen inclusief Vals rendiermos (*Cladonia rangiformis*), Zomersneeuw en Klein leermos (*Peltigera rufescens*) van matig kalkrijk zand breidden zich uit, maar het zeldzame Eikenmos verdween.

CUPIDO'S POLDER

Door natuurlijke instuif als gevolg van erosie van de zeereep stook in Cupido's polder matig kalkrijk zand (ca 1% CaCO₃) landinwaarts waardoor de bodem van beide duinreeksen in 2000 nog zwak kalkrijk was (0,1-0,2 % CaCO₃) met daarna geleidelijke ontkalking (tabel 1). De oorspronkelijke kalkminnende mossen stierven af ('dood mos' in fig. 6; duinreeks 2 in tabel 1), waarna vooral het Kopjes-bekermos (*Cladonia fimbriata*) op het gehumificeerde mos groeide. Lichtminnende korstmossen van matig kalkrijk tot neutraal zand bereikten na 2000 een optimum, namelijk Duinbekermos (*C. pocillum*), Patatzak-bekermos, Zomersneeuw en in één van de PQ's het zeldzame Knobbeligheidstaartje (*C. cariosa*). Behalve meerdere *Cladonia*-soorten groeien in deze duinen verschillende zeldzame epifytische soorten op het duinzand (tabel 2; Aptroot et al., 2000).

Conclusies

ZONDER BEHEERINGREPEN

Uit onze resultaten blijkt dat zonder beheeringrepen de hoeveelheid kaal zand vermindert en de bodemontwikkeling en verzuring doorgaan. Hierdoor neemt zowel het aantal soorten als de bedekking van de korstmossen af. De gewoonlijk epifytische korstmossen verdwijnen en alleen enkele subneutrale en zuurminnende *Cladonia*-soorten blijven over.

Uit de PQ's in de pionierfase blijkt dat ver-

volgens de mossen, vooral Gewoon klauwtjesmos, gaan domineren. Op de tweede en derde duinreeks op de Noordsvaarder vestigden zich Eikvaren en Kraaiheide en ontstonden er overgangen naar de Eikvaren-Kraaiheide-associatie met alleen enkele mossoorten als ondergroei. De met Helm beplante zeereep ontwikkelde zich hier in ca 30 jaar tot een korstmosrijke duinvegetatie, vervolgens in ca 30-40 jaar naar een door mossen gedomineerd stadium (Ketner-Oostra & Sýkora, 2000). Naar verwachting zal de successie naar een Eikvaren-Kraaiheide-vegetatie ongeveer even lang duren.

Ook blijkt in de dynamische jonge duinen in Cupido's polder met overstuiving vanuit de zeereep, dat de soortenrijkdom van bijzondere korstmossen vergelijkbaar is met die van de Terschellingse duinen vóór de vergrassing (Brand & Ketner-Oostra, 1983, tabel 2). Dit geldt tevens voor de dynamische duingebieden op de Vliehors (Vlieland) en voor het militaire oefenterrein bij de aangroeiende kust op de zuidpunt van Texel, de Hors. Hier is recent zelfs het Gelig baardmos (*Usnea flavocardia*) aangekomen (Haveman & de Ronde, 2011). Bij Midland-Noord bleef het stadium met rendiermossen als climax in de Buntgrasvegetatie al meer dan 15 jaar intact. Hier wordt de vegetatie gedomineerd door het 'struikvormige' Open rendiermos (*Cladonia portentosa*). Deze soort zou minder gevoelig zijn voor atmosferische depositie dan de 'bladvormige' korstmossen die in de pioniersituatie aan het zandoppervlak groeien (Remke et al., 2009). Kale geërodeerde hellingen in dit verzuurde middenduingebied worden echter geleidelijk bedekt met mostapijten van Grijs kronkelsteeltje (Ketner-Oostra, 2006).

ZANDSUPPLETIE

Instuivend matig kalkrijk zand vanuit de zeereep (1,0% CaCO₃) vormt een buffering tegen de spontane verzuring en de verzurende invloed van landelijke, ook op de Waddeneilanden merkbare N-depositie (Remke et al., 2009). Dit blijkt uit de soortenrijke 'grijze' duinen bij Hoorn aan Zee die onder invloed staan van instuiving na zandsuppletie. Daar vestigde zich opnieuw het Sierlijk rendiermos (*Cladonia ciliata*), kensoort van de Duinbuntgras-gemeenschap (Weeda et al., 1996) en andere kalkminnende *Cladonia*'s in een mozaïek met zuurminnende soorten. Ook namen de kruiden van deze gemeenschap toe. Rond wintergroen, kensoort voor de Winter-

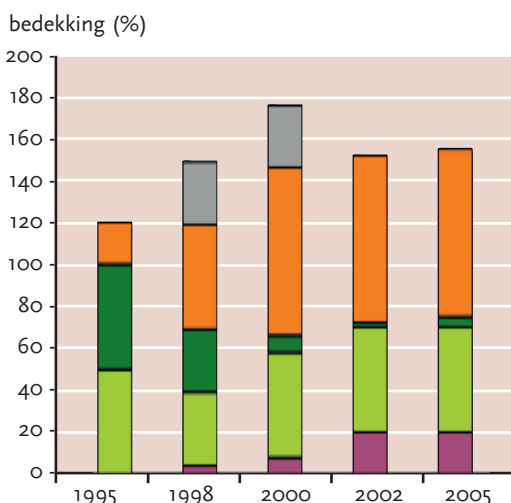


Fig. 6. Successie op een jong duin in Cupido's polder in de periode 1995-2005.

- Mossen-dood
- Korstmossen
- Mossen-levend
- Vaatplanten
- Dwergstruiken

Soorten:		Gepubliceerde waarnemingen in*			
		1947	1983	2000	2010
<i>Bryoria fuscescens</i>	Bruin paardenhaarmos		x		
<i>Evernia prunastri</i>	Eikenmos	x	x	x	x
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Bosschildmos				x
<i>Hypogymnia physodes</i>	Gewoon schorsmos	x	x	x ¹	x
<i>H. tubulosa</i>	Witkopschorsmos		x	x ²	x
<i>Parmelia sulcata</i>	Gewoon schildmos		x	x ¹	x
<i>Platismata glauca</i>	Groot boerenkoolmos	x	x		x ³
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Purper geweimos		x	x ¹	x
<i>Ramalina farinacea</i>	Melig takmos		x	x	
<i>Usnea hirta</i>	Bleek baardmos	x			
<i>U. subfloridana</i>	Gewoon baardmos		x		
<i>U. fragiliscens</i> (cf. <i>U. fulvovireagens</i>)	Pijpenragerbaardmos		x		

Tabel 2. Terrestrisch groeiende epifytische korstmossen in Buntgrasduin op Terschelling, gepubliceerd tussen 1947 en 2010.

* 1947: proefschrift Westhoff (1947); Brand & Ketner-Oostra (1983): in deze publicaties zijn deze taxa verspreid over Terschelling aangegeven; 2000: Aptroot et al. (2000): op lage duinen in Cupido's polder; 2010: hetzelfde gebied, Kroon en medestudenten (2010), intern verslag tijdens de cursus Vegetatiekunde Wageningen Universiteit;

¹ ook in de Koegelwieck;

² ook in open duin bij West aan Zee;

³ alleen in mozaïekvegetatie van heide en grasland ten noorden van Midsland.

groen-Kruipwilgheide, bleek door instuivend zand over Kruipwilgstrooisel lang stand te houden.

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.

Aptroot, A., C.M. van Herk & L.B. Sparrius, 2011. Veldgids korstmossen van duin, heide en stuifzand. Bryologische en lichenologische werkgroep van de KNNV. Oude-Tonge.

Brand, A.M. & R. Ketner-Oostra, 1983. Lichens. 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: 73-84.

Buro Bakker, 2000. Vegetatiekartering van de terreinen van Staatsbosbeheer op Terschelling 1998-1999. Buro Bakker adviesburo voor ecologie, Assen.

Haveman, R. & I. de Ronde, 2011. *Usnea flavocardia* (Gelig baardmos) in duingrasland op Texel. *Buxbaumiella* 90: 23-25.

Ketner-Oostra, R., 1993. Buntgrasduin op Terschelling na 25 jaar weer onderzocht. *De Levende Natuur* 94 (1): 10-17.

Ketner-Oostra, R., 2006. De toekomst van het korstmosrijke Buntgrasduin op Terschelling. Eindrapport Monitorprogramma 1995-2005. Staatsbosbeheer Regio Noord.

Ketner-Oostra, R. & K.V. Sýkora, 2000. Vegetation succession and lichen diversity on dry coastal calcium-poor dunes and the impact of

management experiments. *J. Coastal Conservation* 6: 191-206.

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.

Putten, W.H. van der & S.R. Troelstra, 1990. Harmful soil organisms in coastal foredunes involved in the degeneration of *Ammophila arenaria* and *Calammophila baltica*. *Canadian J. Botany* 68: 1560-1568.

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.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra, 1991. Nederlands Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties. Deel 4. Compositienfamilie. - IVN en VARA.

Weeda, E.J., H. Doing & 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.

Westhoff, V., 1947. The vegetation of the dunes and saltmarches on the Dutch islands of Terschelling, Vlieland and Texel. R.U. Utrecht. Proefschrift.

Westhoff, V. & M.F. van Oosten, 1991.

De plantengroei van de Waddeneilanden. Stichting KNNV, Utrecht.

Summary

The effect of blown-in sand on lichen-rich coastal dunes in the Wadden district

All over the island of Terschelling (The Netherlands), high lichen diversity was found on the fixed, Grey hairgrass (*Corynephorus canescens*) dominated 'grey dunes' (Natura 2000 habitat). Many *Cladonia* species and lichens that usually occur as epiphytes, occurred terrestrially on bare sand or moss carpets. However, since the 1980s encroachment with graminoids (*Ammophila arenaria* and *Carex arenaria*) and the neophytic moss *Campylopus introflexus* had changed most of the central dunes. Within the Monitoring program 1995-2005 (extended to 2010) permanent plots (PQ's) were used to study the succession in vegetation composition and soil quality.

Spontaneous succession from lichen-rich to moss-dominated stages was related to soil development and acidification in connection with ageing of dune soil. However, continuous inblowing of slightly calcareous sand could stabilize lichen-richness. The moss *Campylopus introflexus* was not equipped to withstand much stress and was gradually replaced by *Hypnum cupressiforme*. The best option for maintaining lichen-rich Grey hairgrass vegetation is the blowing-in of slightly calcareous sand from foredunes influenced by sand suppletion. Also new dunes, that came into being on beach planes, provided habitats for terrestrially growing lichens, including epiphytes.

Dankwoord

De samenwerking met Hans Boll van Staatsbosbeheer Regio Fryslân (nu Regio Noord) en met de medewerkers op Terschelling is zeer op prijs gesteld. OBN-subsidie heeft de evaluatie van het Monitoringproject 1995-2005 mogelijk gemaakt. Dank aan André Aptroot die de korstmossen verifieerde en Klaas van Dort die dat deed voor de mossen.

Dr. R. Ketner-Oostra
freelance ecooloog
Algemeer 42
6721 GD Bennekom
rita.ketner.oostra@gmail.com

Prof.dr. K.V. Sýkora
Wageningen Universiteit
Centrum Ecosystemen
Natuurbeheer & Plantenecologie
Postbus 47
6700 AA Wageningen