

Rita Ketner-Oostra, Algemeer 42, 6721 GD Bennekom

Bob Douma, Kapelstraat 14, 6701 DD Wageningen

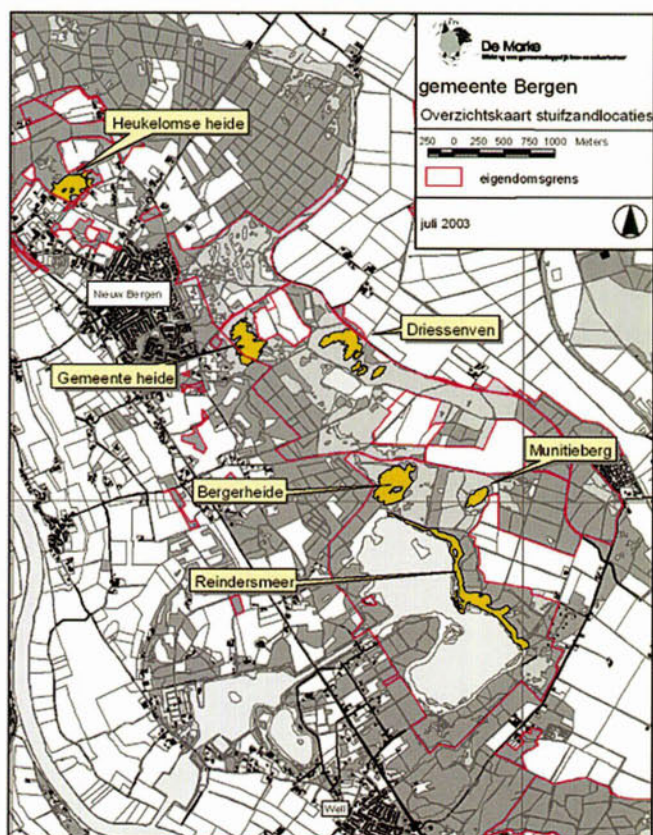
Hanneke van den Ancker & Pim Jungerius, Stichting voor Geomorfologische en Landschapecologische Informatievoorziening, Oude Bennekomseweg 31, 6717 LM Ede

In het kader van een studie naar stuifzand- en heidevegetaties in het Noord-Limburgse pleistocene Maasduinenlandschap eind jaren zestig van de vorige eeuw, kwam de grote lichenenrijkdom aan het licht. Tijdens een vooronderzoek over een mogelijk herstel van stuifzandvegetatie in de gemeente Bergen zijn vier natuurterreinen onderzocht waarvan gegevens terug te vinden waren bij CLEEF & KERS (1968). Een vergelijking tussen het vroegere en recent uitgevoerd onderzoek (VAN DEN ANCKER *et al.*, 2002) werd daardoor mogelijk. De onderzochte zandverstuivingslanden liggen in de gemeente Bergen en maken deel uit van het Nationaal Park de Maasduinen (figuur 1). Er is ongeveer 90 ha zandverstuivingslandschap, waarvan nog maar enkele hectares actief stuiven, de andere delen zijn vastgelegd door spontane vegetatie-ontwikkeling.

De planten die groeien in het extreme en dynamische milieu van stuifzanden zijn aangepast aan een mineraalarm substraat, aan droogteperioden en aan sterke temperatuurwisselingen, zelfs binnen een etmaal. Enkele soorten grassen, mossen en lichenen (korstmossen) zijn bij uitstek bestand tegen dergelijke uitersten. Vooral de lichenen bepalen de hoge biodiversiteit in de opeenvolgende successiestadia van open stuivend zand tot een mozaïekvegetatie van Buntgras (*Corynephorus canescens*) en Schapengras (*Festuca ovina* s.l.) met Struikhei (*Calluna vulgaris*) (figuur 2; 3). De verschillende biotopen binnen deze successiereeks blijken noodzakelijk voor het volbrengen van de levenscyclus van dieren als mieren, kevers, vlinders en wespen (BAKKER *et al.*, 2003).

Ook een aantal vogelsoorten is kenmerkend voor een meer open stuifzandlandschap, onder andere de overgangen van stuifzand- naar heide- en bosvegetatie zijn hier van belang (SIERDSEMA, 1995). Sommige soorten zijn sterk achteruit gegaan door het verdwijnen van hun biotoop, zoals bijvoorbeeld de Duinpieper (*Anthus campestris*) die in 1977 voor het laatst in de Noord-Limburgse stuifzanden is waargenomen (VAN TURNHOUT, 2003).

Sedert de jaren zeventig van de vorige eeuw is het snel bergafwaarts gegaan met de diversiteit binnen de stuifzand-ecosystemen in Noord-Limburg. Evenals elders in Nederland wordt een verband gelegd met de toegenomen stikstofdepositie. Het snelle verdwijnen van de open stuifzanden heeft in de negentiger jaren van de vorige eeuw tot de beleidskeuze geleid om in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (BAL *et al.*, 2001; KLEIN *et al.*, 1996) een deel van het stuifzandlandschap opnieuw in stuifzandvorm te brengen.



FIGUUR 1
Overzichtskartaal van de
stuifzandlocaties in de
Gemeente Bergen.



FIGUUR 2
Coulissen-landschap op de Bergerheide in 1970. Afwisseling van korstmosrijke Buntgras-vegetatie (*SPERGULO-CORYNEPHORETUM*) met Struikhei (*Calluna vulgaris*) (foto: A.M. Cleef).



FIGUUR 3
Buntgras-vegetatie (*SPERGULO-CORYNEPHORETUM*) uit 1968 met Open rendiermos (*Cladonia portentosa*) rechts, Varkenspootje (*Cladonia uncialis*) links, en meerdere andere soorten *Cladonia*'s (foto: A.M. Cleef).

OMGEVINGSFACTOREN

GEOLOGIE EN GEOMORFOLOGIE

De meeste stuifzanden in Nederland zijn ontstaan uit de dekzanden van de Formatie van Bortel (voorheen Formatie van Twente), Laagpakket van Wierden, afgezet 13.000-10.000 jaar geleden in het Laat Glaciaal (DE MULDER *et al.*, 2003). Het stuifzand in Noord-Limburg is echter afkomstig van de rivierduinen van de Formatie van Bortel, Laagpakket van Delwijnen (voorheen Formatie van Kreftenheye) die ontstaan zijn vanaf het Laat Glaciaal tot in het Boreaal (9.000-8.000 jaar voor heden). Deze rivierduinen zijn gevormd in droge perioden waarin het rivierzand is gaan stuiven onder invloed van zuidwesten wind. Op plekken waar de wind vrij spel had, ontstonden kommen waar omheen het zand in paraboolvormige rivierduinen werd afgezet. In de kommen werden venen en veentjes gevormd.

In de strook van Gennep tot Venlo lagen ongeveer tien van dergelijke duinbogen. De Bergerheide ligt op een intacte duinboog (CLEEF *et al.*, 1970). In Nederland is Noord-Limburg de enige plek van formaat waar op deze schaal rivierduinen zijn gevormd. Het huidige zandverstuivingslandschap is waarschijnlijk ontstaan na de Middeleeuwen toen het zand van deze rivierduinen opnieuw in verstuiving ging. De oorzaak werd tot voor kort gezocht in het overmatig

afplaggen van de heide voor de potstalcultuur. Recent onderzoek heeft echter aangetoond dat alleen cultuurhistorische verklaringen voor het ontstaan van stuifzanden niet voldoende zijn en er geomorfologische oorzaken aan ten grondslag liggen (KOOMEN *et al.*, 2004).

BEDREIGING DOOR ONTGRONDING

In 1969 had de gemeente Bergen het plan om een groot deel van de Bergerheide af te laten graven ten behoeve van zand- en grindwinning. De plas die zou ontstaan, moest een omtrek krijgen van 19 km, met de bedoeling er een watersportgebied van te maken. De verhoogde recreatie zou echter de overgebleven stuifzandterreinen met hun kwetsbare korstmosvegetaties beschadigen. Uit de wetenschappelijke wereld is hiertegen geprotesteerd en de korstmossenrijkdom werd als een belangrijk argument tegen de afgraving gebruikt (CLEEF *et al.*, 1970). Door de aanhoudende protesten zijn de ontgrondingvergunningen in 1982 gewijzigd. Daarna mocht nog slechts gegraven worden in het zuidelijk deel van het gebied ten behoeve van industriezand en ook dat is nu beëindigd. Ter plekke ligt nu het Reindersmeer.

INVLOED STIKSTOFDEPOSITIE

Sinds lange tijd is bekend dat atmosferische stikstofdepositie bijdraagt aan eutrofiëring en

verzuring van heidevelden en stuifzanden. Vóór 1970 zijn geen depositiemetingen gedaan, maar met het gegeven van de explosieve groei van de veestapel die in de jaren zeventig van de vorige eeuw begon, kan men voorzichtig concluderen dat de stikstofdepositie tot in de jaren zestig geen zeer nadelige invloed op de vegetatie heeft gehad. Sindsdien is vooral de uitstoot van ammoniak uit dierlijke mest als bron van voor planten beschikbaar stikstof sterk toegenomen. Ook draagt ammoniak bij aan de verzuring van het milieu omdat het door bodembacteriën omgezet wordt in nitraat en zuurcomponenten (nitrificatie) (ERISMAN, 2000).

Uit de jaren 1980 en 1990 zijn de stikstofdepositiegegevens wel bekend en deze overschreden in Noord-Limburg in ruime mate de norm, hoewel in deze periode de ammoniakneerslag met circa 50% afnam. Deze norm is de kritische stikstofdepositie-waarde ('critical load'), dat wil zeggen, de hoeveelheid depositie die een ecosysteem nog kan verdragen zonder schade aan de biodiversiteit te onderkennen (DE VRIES, 1994; KLEIN *et al.*, 1996). Hoe gevoeliger het ecosysteem voor ammoniak is, des te lager deze kritische waarde is (ERISMAN, 2000). Deze waarden liggen voor open stuifzanden waarschijnlijk wat hoger dan voor de Buntgrasvegetatie en heischraalland (tabel 1) omdat de stikstof in het humusarme zand relatief gemakkelijker uitspoelt.

In 1987 was de neerslag van ammoniak in de op tien km afstand gelegen Peel 107 kg/ha/jr. In 1994 was deze bijna gehalveerd tot 59 kg/ha/jr en in de gemeente Bergen was deze toen 36 kg/ha/jr (BLEEKER & ERISMAN, 1996). Deze sterke afname sinds 1990 komt door de emissie-arme aanwending van dierlijke mest. Recente herberekeningen van het Rijksinsti-

TABEL 1

Kritische depositiewaarden voor stikstof in verschillende vegetatietypen (naar KLEIN *et al.*, 1996).

Vegetatietype	Kritische depositiewaarde in kg/ha/jr (gemiddeld)
Loofbos en naaldbos	18
Heide	13
Heischraalland	15
Droog schraalland; Buntgras-associatie	21



FIGUUR 4
Met Grijze kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) dichtgegroeid stuifzand op de Bergerheide in 2002 (foto: P. Brautigam).



FIGUUR 5
Omwoeld mostapit van Grijze kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) op de Bergerheide in 2002 (foto: P.D. Jungerius).

tuut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) geven de resultaten echter niet meer per gemeente maar per kilometerblok. In 2001 bleek de ammoniakafzetting in het deel van Noord-Limburg waar het Nationaal Park de Maasduinen ligt, in het gunstigste geval nog rond 42 kg/ha/jr te bedragen, terwijl de doelstelling 27 kg/ha/jr is. De trend tot verdere afname in ammoniakdepositie werd in 2003 bevestigd doordat deze landelijk met circa 5% afnam ten opzichte van 2001 (RIVM, 2004).

VERMESTING EN VERZURING

De invloed van de ammoniakuitstoot op de zeer voedselarme zandgronden bleek desastreus. Behalve dat de grassen versneld in bedekking toenamen kwam een nieuwe mossoort op het zandige zure substraat (pH=4 tot 6) met een licht humusgehalte af: het Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*). De invasie van deze soort nam toe in een periode dat andere mossoorten en lichenen sterk afnamen, onder andere in heidevegetaties (DE SMIDT, 1995) en in stuifzanden (figuur 4) elders in Nederland (KETNER-OOSTRA & MASSELINK, 1999). BERENDSE *et al.* (1993) wezen op de versnelde vegetatiesuccessie op voedselarme zandgronden als gevolg van de verhoogde stikstofdepositie.

Grijs kronkelsteeltje is voor West-Europa een nieuwe soort en is afkomstig van het zuidelijk halfmond (VAN DER MEULEN *et al.*, 1987). De moskussens bestaan aan de bovenkant uit levende groene delen en aan de onderkant uit verteerd materiaal dat sterk bijdraagt aan de humusproductie. De verspreiding gebeurt via sporen of door afbreken van topjes en blaadjes die door de wind of door stromend water worden verspreid. Het mostapit valt

vaak in brokken uiteen (figuur 5), soms alleen door de opwaartse druk in de kussens, soms als gevolg van pikkende vogels die in de humusrijke onderlaag naar insecten zoeken (EQUIHUA & USHER, 1993).

METHODE VAN VEGETATIE- EN BODEM-ONDERZOEK IN 1968 EN 2002

Door CLEEF & KERS (1968) werden in 1968 natuurgebieden in Noord-Limburg bestudeerd om tot een praktische indeling van stuifzand- en heidevegetaties te komen. Daartoe zijn vegetatie-opnamen gemaakt van gemiddeld vier m² (Braun-Blanquet-methode), waarbij de homogeniteit van de vegetatie en de representativiteit van de opnameplekken het uitgangspunt waren. Voor het gebied als totaal zijn lokaal geldende vegetatie-complexen beschreven, die onderverdeeld zijn in plantengezelschappen met ieder een aantal varianten. Alleen het Buntgras-complex en het Struikhei-complex zijn aan de orde (tabel II). De locaties Heukelomse hei-

de, Gemeenteheide, Bergerheide en Munitieberg konden uit de tabellen en terreinbeschrijvingen in het rapport van CLEEF & KERS (1968) apart bestudeerd worden.

De bestudeerde vegetaties behoren tot de Heidespurrie-Buntgras-gemeenschap (SPERGULO-CORYNEPHORETUM) en de Stekelbrem-Struikhei-gemeenschap (GENISTO ANGLICAE-CALLUNETUM) (SCHAMINÉE *et al.*, 1996).

In 2002 is opnieuw een onderzoek gedaan naar de stuifzanden in Noord-Limburg (VAN DEN ANCKER *et al.*, 2002) met als doel terreinen te vinden die geschikt zijn voor herverstuiving om zo de pionierfasen weer de kans te geven tot ontwikkeling te komen. Daarbij is de bodem onderzocht met boringen langs evenwijdige transecten die 100 m uit elkaar lagen. Op de transecten werd om de 50 m de vegetatie beschreven, werd de dikte van de humeuze bovengrond bepaald en de dikte van de voorraad verstuifbaar zand vastgesteld.

De vegetatie werd onderzocht met vegetatie-opnamen van circa vier m² in homogene



FIGUUR 6
Heukelomse heide met korstmossen in de bosrand (foto: P.D. Jungerius).



FIGUUR 7

Het landschap van de Bergerheide in 1968 (foto: A.M. Cleef).

vegetatie waarin nog korstmossen aanwezig waren. Evenals in 1968 is de methode Braun-Blanquet gevolgd.

Over de samenstelling van de fauna in het onderzoeksgebied bestaat een gedetailleerde publicatie (BUYS *et al.*, 1990). Deze is door BOSLAND ADVIESBUREAU (2001) aangevuld en in verband gebracht met het Natuurdoeltype Stuiyzandlandschap volgens het Handboek Natuurdoeltypen (BAL *et al.*, 2001).

NAAMGEVING

De nomenclatuur van de hogere planten is volgens VAN DER MEIJDEN (1996), die van de mossen volgens VAN DORT *et al.* (1998) en die van de

korstmossen volgens VAN HERK & APTROOT (2004). Voor Bruin bekermos is echter de verzamelnaam *Cladonia chlorophaea* s.l. gebruikt. Alle oude namen zijn omgezet in recente (CLEEF & KERS, 1968; CLEEF *et al.*, 1970).

ONDERZOEKSRÉSULTATEN

DE HEUKELOMSE HEIDE

DE SITUATIE IN 1968

Dit gebied van ongeveer 20 ha ligt ten noordwesten van Nieuw Bergen. Het terrein was grotendeels bedekt met vegetaties horend tot het Buntgras-complex (tabel IIa) en ge-

concentreerd in het centrum en de noord- en oostzijde van het terrein. De zuidhellingen waren voor een groot deel onbegroeid en actief stuivend. De bedekking van Buntgras was nooit meer dan 10% en omvatte de Buntgras- en Gewoon kraakloof (*Cetraria aculeata*)-variant van het Buntgras-gezelschap. De *Cladonia*-variant met Gewoon kraakloof en zes algemene *Cladonia*-soorten kwam voor op vlakke toppen en ruggen. Op plekken die iets meer beschut waren kon deze variant overgaan in de Ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*)-variant met korstmossen. Het Schapengras-gezelschap werd vooral voor steile noordhellingen en in oudere depressies beschreven. De west- en zuidzijde van het gebied waren met Struikhei begroeid (het Struikhei-complex; tabel IIb).

DE SITUATIE 2002

Tegenwoordig heeft het terrein de status Beschermde Natuurmonument. In het gebied staan veel eikenstrubben met daartussen delen oud stuifzand. Er is nog maar één plek actief in verstuiving, namelijk 1000 m² die in het midden van het gebied tegen een bosrand zijn gelegen.

Op enkele plekken is de lichenenrijkdom groot, zoals in de beschutte omgeving van de zuidelijke bosrand (figuur 6) waar 14 soorten korstmossen aangetroffen zijn (tabel III, opname 1). De bedekking van Grijs kronkelsteeltje is hier ongeveer 25%. De bodemontwikkeling geeft aan dat het een 10- tot 20-jarige vegetatie betreft met veel strooisel van de loofbomen. Dit in tegenstelling tot het noordelijk deel van het gebied waar de bedekking aan Grijs kronkelsteeltje ongeveer 80% is met zes soorten korstmossen (tabel III, opname 2). Uit de bodemontwikkeling blijkt dat het daar om een meer recente vegetatie gaat.

GEMEENTEHEIDE EN BERGERHEIDE

DE SITUATIE IN 1968

De Gemeenteheide en de Bergerheide waren een aaneenschakeling van stuifzanden, heidevelden en bossen (figuur 7). Alle gezelschappen van het Buntgras- en Struikhei-complex uit Noord-Limburg, met hun varianten, kwamen hier voor (tabel II). De noordhellingen behoorden tot het

TABEL II

De indeling van stuifzand- en heidevegetatie (naar CLEEF & KERS, 1968).

a. Het Buntgras (*Corynephorus canescens*)-complex

met drie gezelschappen waarin de kensoorten van het Buntgras-complex aanwezig zijn:

a.1 Het Buntgras-gezelschap met geen andere hogere planten dan Buntgras, Heidespurrie (*Spergula morisonii*) en Zandzegge (*Carex arenaria*).

a.1.1 De Buntgras-variant.

a.1.2 De Gewoon kraakloof (*Cetraria aculeata*)-variant met een lichenen-bedekking van gemiddeld 5%; Gewoon kraakloof, Ezelspootje (*Cladonia zopfii*) en Stuifzandkorrelloof (*Stereocaulon condensatum*) waren de belangrijkste lichenen.

a.1.3 De *Cladonia*-variant met als kensoorten Ezelspootje (*Cladonia zopfii*), Rood bekermos (*C. coccifera*), Girafje (*C. gracilis*) en als begeleidende soorten Gewoon kraakloof en Gewoon stapelbekertje (*Cladonia verticillata*), Open rendiermos (*Cladonia portentosa*), Rode heidelucifer (*C. floerkeana*) en Bruin heidestaartje (*C. glauca*). De kruidlaag (Buntgras, Heidespurrie en Zandzegge) bedekt maximaal 20%, de lichenen 40-80%.

a.1.4 De Ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*)-variant met een mosbedekking van gemiddeld 40% (van 2-90%) en een lichenelaag van gemiddeld 55% (van 30-90%).

a.2 Het Kruipend struisgras (*Agrostis canina*)-gezelschap dat een hoog aantal vaatplanten bevat in samenhang met mineraalrijkere bodems.

a.3 Het Schapengras (*Festuca ovina*)-gezelschap.

b. Het Struikhei (*Calluna vulgaris*)-complex

b.1 Het Struikhei-gezelschap met onder andere:

b.1.1 De Struikhei-variant.

b.1.2 De Bochtige smeie (*Deschampsia flexuosa*)-variant.

b.2 Het Schapengras-gezelschap.

Deze beide gezelschappen omvatten mossen- en lichenenrijke varianten.

TABEL III

Lichenenrijke opnamen van stuifzandterreinen in de omgeving van Bergen (naar: VAN DEN ANCKER et al., 2002).

Datum opnamen 3 tot 6 juni 2002.

Noten: 1: sporulerend; 2: *Cladonia verticillata* en/of *Cladonia cervicornis*; 3: *Cladonia verticillata*; 4: geen bepaling; 5: activiteit mieren; 6: activiteit konijnen; 7: colluviaal, effect stromend water in de 10-30 cm humusbanden; 8: heideprofiel: twee cm strooisel met ingestoven zand, 0-14 cm E (=uitspoelings)-horizont, 15-24 cm Bh (=inspoelings)-horizont.

Opname	Heukelomse heide		Gemeenteheide		Bergerheide		Muntieberg	
Afmeting (m ²)	1	2	3	4	5	6	7	8
Expositie/inclinatie (°)	3	2,3	4	4	4	4	4	9
Kaal zand (%)	vlak	N/15	ZW/7	N/20	O/2	N/12	NW/9	ZW/9
Strooisel (%)	0	0	0	0	0,5	0	0	3
Struiklaag (%) / hoogte cm	70	0	20	30	0	0	0	3
Kruidlaag (%) / hoogte cm	0	0	1/80	0	0	0	70/20	0
Moslaag (%) / hoogte cm	2/15	10/15	60/20	95/20	10/10	15/15	<1/50	12/8
Licheenlaag (%) / hoogte cm	25/3	80/4	50/3	50/5	95/2	95/2	80/2	90/1
	7/3	15/3	8/4	1/1	4/1,5	1/1	8/1,5	15/2
								6/1,5
Hogere planten (%)								
Zandzegge	<i>Carex arenaria</i>	1,5		50		1	0,1	0,5
Schapenzuring	<i>Rumex acetosella</i>	0,2	0,2	5		0,5	0,5	
Bochtige smele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	0,5		5				
Buntgras	<i>Corynep. canescens</i>		10			10	15	10
Heidespurrie	<i>Spergula morisonii</i>	0,5	0,2	0,2	1	1		0,2
Den, Berk of Eik	<i>Pinus, Betula, Quercus</i>							
	(juvenile planten)	0,2	0,2				0,2	
Struikhei	<i>Calluna vulgaris</i>		1				70	90
Schapengras	<i>Festuca ovina</i> s.l.			60			2	
Zandstruisgras	<i>Agrostis vinealis</i>			35			0,2	0,5
Pijpestrootje	<i>Molinia caerulea</i>							1
Mossen (%)								
Grijs kronkelsteeltje	<i>Campylopus introflexus</i>	25	80	50	50	92	95	75
Ruig haarmos	<i>Polytrichum piliferum</i>	1	0,5 ¹			3		90
Gewoon kronkelsteeltje	<i>Campylopus pyriformis</i>			0,5	2		3	
Heide-klauwtjesmos	<i>Hypnum jutlandicum</i>							12
Korstmossen (%)								
Bruin bekermos	<i>Cladonia chlorophaea</i> s.l.	0,2	0,2	0,5	0,2		1	1
Girafje	<i>Cladonia gracilis</i>	2	8	0,5		0,1	0,5	4
Rood bekermos	<i>Cladonia coccifera</i>	0,5	3		0,2	2	0,5	4
Gerafeld bekermos	<i>Cladonia ramulosa</i>	1	2		0,2	0,2	1	1
Dove heidelucifer	<i>Cladonia macilenta</i>	0,5	0,2		0,2	0,5	0,5	0,5
Ezelspootje	<i>Cladonia zopfii</i>	0,2	0,5			0,1	0,1	
Open rendiermos	<i>Cladonia portentosa</i>	0,2		8			0,5	
Rode heidelucifer	<i>Cladonia floerkeana</i>	0,2			0,2	0,1	0,1	0,5
Gewoon stapelbekertje	<i>Cladonia cervicornis</i> s.l.	0,2 ²				0,1 ³		
Girafje	<i>Cladonia pulvinata</i>	0,2					0,2	
Kronkelheidestaartje	<i>Cladonia subulata</i>	2						0,5
Zomersneeuw	<i>Cladonia foliacea</i>	1						
Bruine veenkorst	<i>Placynthiella uliginosa</i>	0,5						
Open heidestaartje	<i>Cladonia crispata</i>	0,2						
Bruin heidestaartje	<i>Cladonia glauca</i>					0,1		1
Gebogen rendiermos	<i>Cladonia arbuscula</i> s.l.						0,2	
Gewoon kraakloof	<i>Cetraria aculeata</i>						0,1	
Varkenspootje	<i>Cladonia uncialis</i>						0,1	
Groenwieren								2
Profiel in cm- humeus	0-5		geen ⁴					0-24
Matig humeus	6-15	0-4		0-4	0-5	0-5	0-3	0-5
Licht humeus	16-29	5-9		5-17	6-16	6-24	4-10	
Begin C-laag	30	10		18	17	25	30	6
Opmerkingen	Bosrand	Bosrand	Zand-aanvoer	Colluviaal ⁵	Konijn ⁶	Stabiel	Colluviaal ⁷	Stabiel
								Illuviaal ⁸

Struikhei-complex, de vlakkere stukken en de zuidhellingen tot het Buntgras-complex. In de *Cladonia*-variant van het Buntgras-gezelschap kwamen behalve Gewoon kraakloof negen algemene *Cladonia*-soorten voor, in de Ruig haarmos-variant de overige soorten, in totaal 18. Op een viertal plekken (zuidhellingen) groeide het voor Limburg zeldzame Stuifzandkorrelloof (*Stereocaulon aculeatum*).

Uit hun stuifzandtabel blijkt duidelijk dat in de

Gewoon kraakloof-variant en in de *Cladonia*-variant de korstmossen op het kale zand groeiden. Mossen waren daarin nauwelijks aanwezig in de *Cladonia*-variant zelfs afwezig. In de Ruig haarmos-variant kwamen bij uitstek de soorten Hamerblaadje (*Cladonia strepsilis*), Bruin bekermos (*Cladonia chlorophaea* s.l.) Kronkelheidestaartje (*Cladonia subulata*) voor.

Volgens de onderzoekers vond er in dit stuifzandgebied successie plaats doordat Scha-

pengras zich in het Buntgras-complex vestigde. Op oudere plekken waar meestal rendiermossoorten voorkwamen, kon zich dan Struikhei vestigen. Dit Schapengras-gezelschap met (korst)mossen zou op den duur overgaan in het Struikhei-gezelschap van het Struikhei-complex.

DE SITUATIE IN 2002

Volgens luchtfoto's beschikte de Gemeente Bergen in 1934 nog over 30 ha actief stuivend



FIGUUR 8

Open stuifzand op de Munitieberg in 1968 (foto: A.M. Cleef).

zand in de Gemeenteheide en de Bergerheide samen. In 2002 was daar geen twee ha meer van over (VAN DE ANCKER *et al.*, 2002). Het onderzoeksgebied, dat onderbroken wordt door heide en bos, is verdeeld in drie gebieden: de Gemeenteheide, Bergerheide-oost en Bergerheide-west.

Uit de luchtfoto van 1934 blijkt dat er op de Gemeenteheide nog ongeveer acht ha open zand was. Dit oppervlak is in 2002 bijna helemaal bedekt met Grijs kronkelsteeltje, langs de paden ontbreekt deze omdat dit mos niet bestand is tegen inwaaiend zand (KOOIJMAN *et al.*, 2000). De rijkdom aan lichenen is hier niet groot (tabel III, opname 3 en 4).

Het oostelijk deel van de Bergerheide bestond in de dertiger jaren van de vorige eeuw uit ongeveer negen ha actief stuifzand. Tegenwoordig is alles vastgelegd door grassen en vermost met de exoot Grijs kronkelsteeltje. In het westelijk deel van de Bergerheide, dat aan de bosrand grenst, is de lichenenrijkdom nog groot (tabel III, opname 5 en 6). Tijdens de floristische excursies van de Bryologische en Lichenologische Werkgroep uit 1998, 2000 en 2001 werden in dit westelijke deel 17 soorten lichenen aangetroffen, meestal op en tussen de mostapijten (APTROOT & VAN HERK, 1999; SPARRIUS *et al.*, 2000; 2002). Het waren onder andere Gewoon stapelbekertje (*Cladonia cervicornis*), Slank stapelbekertje (*Cladonia pulvinata*), Wrattig bekermos (*Cladonia monomorpha*), Plomp bekermos (*Cladonia borealis*), Stuifzandkorrelloof en de voor Nederland uiterst zeldzame soort Wollig korrelloof (*Stereocaulon saxatile*).

In laagtes met oude Struikhei groeien meerdere lichenensoorten temidden van Grijs kronkelsteeltje zoals ook SPARRIUS *et al.* (2002)

vermeldten. Zij vonden daar 16 korstmossen-soorten, waaronder Varkenspootje (*Cladonia uncialis*), Zomersneeuw (*Cladonia foliacea*) en Ezelspootje (*Cladonia zopfii*), een soort van de Rode lijst (APTROOT *et al.*, 1998).

VAN DEN ANCKER *et al.* (2002) menen dat deze tot enkele plekken beperkte hoge lichenenrijkdom samenhangt met het vochtige mesoklimaat aan de oostzijde van het westelijk gelegen dichte bos. Ook in oudere heidevelden heerst een geschikt microklimaat en is het heidestrooisel een gunstig substraat voor de korstmossen.

DE MUNITIEBERG

DE SITUATIE IN 1968

In het zuidwesten van de Bergerheide ligt een duinmassief dat bestaat uit twee heuvels (rivierduinen) gescheiden door een zuidwest-noordoost gerichte laagte waar na de tweede wereldoorlog munitie tot springen werd gebracht. De zandmassa van deze centrale kuil was in 1968 nog volkomen onbegroeid. Een smalle zone van Buntgras met Schapengras-pollen (tabel II) en plaatselijk een vegetatie van Zandzegge (*Carex arenaria*) omzoomden de springplaatsen (figuur 8). Er was een scherpe overgang naar de aangrenzende heide, via het Schapengras-gezelschap (tabel II) naar het Struikhei-gezelschap.

DE SITUATIE IN 2002

De Munitieberg is de enige rivierduinlocatie die op dit moment nog redelijk in verstuing is. Uit luchtfoto's blijkt dat in 1934 nog 2,38 ha actief stooft, nu is dat nog 1,38 ha. Het centrale deel van de kuil is diep vergraven, wat mogelijk met vroeger agrarisch gebruik samenhangt.

Munitiescherven wijzen op het militaire gebruik en deze zijn overstoven met een dunne laag zand omgeven door een Buntgras-Ruig haarmos-vegetatie. Daarin komt pleksgewijs wat Grijs kronkelsteeltje voor, enkele lichenen en groenwieren (tabel III, opname 8). In de Struikhei-vegetatie aan de noordzijde van de kuil bevinden zich fraai ontwikkelde korstmossen. Dit hangt waarschijnlijk samen met instuivend zand over de heidestrooisellaag (tabel III, profiel in opname 9).

DE VERGELIJKING TUSSEN 1968 EN 2002

Uit het rapport van CLEEF & KERS (1968) en uit CLEEF *et al.* (1970) komt duidelijk naar voren dat eind zestiger jaren de lichenen deels op het kale zand groeiden, wat in 2002 echter niet meer het geval was. Als ze al voorkwamen, dan groeiden ze meestal op minder vitale mostapijten, zowel van Ruig haarmos als van Grijs kronkelsteeltje of op heidestrooisel.

Bij een zuiver floristische vergelijking tussen 1968 en 2002 blijken op de Heukelomse heide in 2002 meer soorten korstmossen voor te komen dan in 1968. Dit betreffen vooral soorten die gewoonlijk op humus groeien. De kensoorten van de Heidespurrie-Buntgras-gemeenschap, Gewoon kraakloof, Stuifzandkorrelloof en Hamerblaadje ontbreken. Juist deze soorten zijn volgens CLEEF & KERS (1968) kenmerkend voor de pionierfase in de stuifzandvegetatie.

In de Gemeente- en Bergerheide is het aantal soorten korstmossen ongeveer constant gebleven zoals blijkt uit de vondsten van de excursie van de Bryologische en Lichenologische Werkgroep in de periode 1999 tot 2001.

Op de Munitieberg is ook geen achteruitgang van korstmossen te bespeuren. Integendeel, waar in 1968 nog geen korstmossen te vinden waren, zijn er in 2002 enkele soorten aangetroffen. Dat de vegetatie in een verder successiestadium is dan in 1968, is een geloofwaardige verklaring.

Uit het voorgaande blijkt dat bij een floris-

FIGUUR 9

Brandplaats op het stuifzand met Open rendiermos (*Cladina portentosa*), Gebogen rendiermos (*Cladina arbuscula* s.l.), *Soredieus leermos* (*Peltigera didactyla*) en enkele *Cladonia*-soorten (foto: R. Ketner-Oostra).

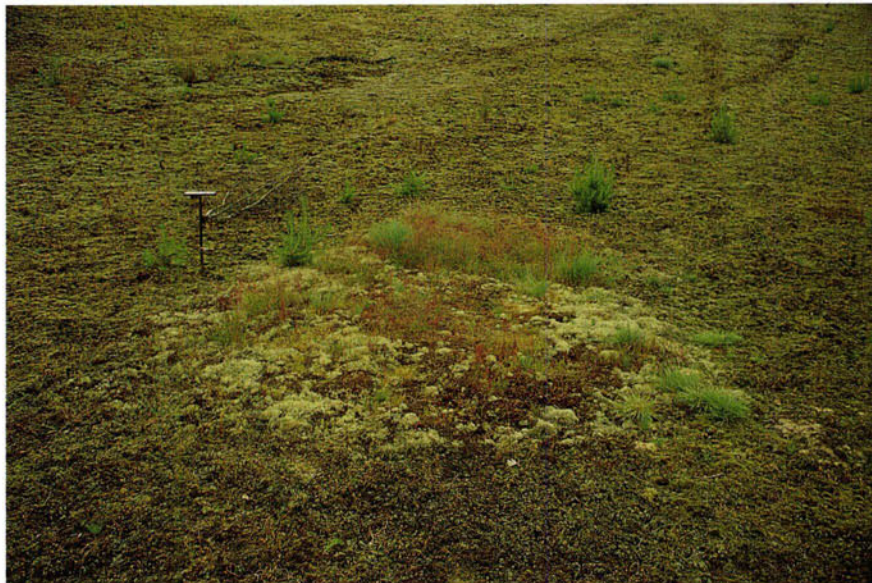
tische vergelijking van de genoemde terreinen nog plaatselijk korstmosrijke plekken met een hoge soortenrijkdom voorkomen. Zouden in de zestiger jaren van de vorige eeuw vegetatiekarteringen zijn uitgevoerd, dan hadden we nu mogelijk bewijs voor de reële achteruitgang in bedekking van korstmosrijke Buntgras-vegetatie. De in tabel II aangegeven lichenenbedekking van 40 tot 80% geven alleen een indicatie hoe deze *Cladonia*-variant zonder mossen op het kale zand voorkwam. Met de komst van Grijs kronkelsteeltje in de zeventiger jaren en het verdwijnen van het open zand kunnen alleen foto's getuigen van de vroegere zogenaamde lichenensteppen.

De sterk veranderde zuurgraad en nutriënten-samenstelling in het zandoppervlak lijken debet aan de achteruitgang van de lichenenbedekking in de genoemde terreinen. Op plekken waar hout is verbrand blijkt het milieu nog wel geschikt voor de vestiging van meerdere soorten waaronder rendiermossen (figuur 9).

Het is een interessant en nog niet verklaard fenomeen dat lichenen als zogenaamde secundaire pioniersoorten op en tussen de moskussens groeien. Het zijn echter vooral op humus groeiende, zuurminnende soorten die kennelijk bestand zijn tegen de invloed van stikstofdepositie. Op de mostapijen kunnen ze echter door het snel groeiende Grijs kronkelsteeltje weer overgroeid raken, zoals uit onderzoek op de Veluwe bleek (KETNER-OOSTRA, 2002).

VERMOSSING EN DE BETEKENIS VAN DE RESTANTEN LICHENEN

Er is veel veranderd in de periode tussen 1968 en 2002. De exoot het Grijs kronkelsteeltje is het gebied binnengedrongen en massaal toegenomen. Door vergelijking met BUYS *et al.* (1990) blijkt die toename vooral in de laatste tien jaar explosief te zijn, met in 2002 op veel plekken een bedekkingsgraad van 80 tot 100%. Deze vermossing draagt in hoge mate bij aan de achteruitgang en de mate van voorkomen (abundantie) van de li-



chenen in stuifzandvegetaties, zoals die ook op de Veluwe is aangetoond (KETNER-OOSTRA & MASSELINK, 1999). Er is een duidelijk verband tussen deze versnelde successie en de verhoogde stikstofdepositie op voedselarme gronden (BERENDSE *et al.*, 1993). Dichte matten van deze mossoort met daarbij horende humusproductie belemmeren bovendien de vestiging van Struikhei (EQUIHUA & USHER, 1993). De ontwikkeling van de bijbehorende flora en fauna heeft verminderde kansen terwijl juist de ontwikkelingsfase van stuifzand naar heide voor veel insectensoorten een geëigende biotoop vormt (BINK, 1995).

De af- of toename van de biodiversiteit is voor veel landschapstypen een graadmeter voor de mate van de invloed van stikstof- of zuurdepositie. De huidige diversiteit aan lichenen geeft echter totaal niet weer in wat voor verarmde toestand de stuifzandterreinen in Noord-Limburg zich bevinden. Alleen enkele locaties op de Bergerheide zijn vanuit floristisch perspectief anno 2002 nog in redelijk goede staat. De toegenomen stikstofdepositie sinds de zeventiger jaren ligt hieraan ten grondslag. Sinds begin negentiger jaren doet zich hierin een daling voor. Een zeker herstel in het aantal soorten *Cladonia*'s en in hun uiterlijke verschijningsvorm lijkt hiermee samen te hangen (APTROOT & VAN HERK, 2001).

BEHEERSADVIEZEN EN TOEKOMSTPERSPECTIEVEN

Om de omstandigheden voor het dichtgroeien van de stuifzanden minder gunstig

te maken, is in de eerste plaats een verdere verlaging van de stikstofdepositie noodzakelijk. Uit de tabel van de kritische depositiewaarden voor verschillende ecosystemen (tabel I) blijkt dat de norm voor stikstofdepositie op stuifzandvegetatie ook in 2001 nog met een factor twee wordt overschreden, of zelfs meer, wanneer het criterium voor heidevelden wordt aangehouden.

Zonder beheersmaatregelen is het stuifzandlandschap gedoemd te verdwijnen. Door opnieuw open zand te creëren kan de wind weer vat krijgen en verstuiwing bevorderen. De effectieve kracht van de wind moet niet belemmerd worden door obstakels en daarom een aanlooproute hebben, bijvoorbeeld over het Reindersmeer.

Voor de Heukelumse heide lijkt herverstuiving niet haalbaar. Het gebied is te klein en er staan te veel hoge bomen voor het verkrijgen van voldoende windwerking. Wel kan de successie worden tegengegaan door kleinschalig plagwerk van de vermoste vegetatie uit te voeren en opslag uit de heide te verwijderen.

De kansen om de Gemeenteheide opnieuw in verstuiwing te brengen zijn aanmerkelijk groter omdat dit gebied veel minder beschut ligt.

De Bergerheide is zeer geschikt voor de reactivering van de zandverstuiving omdat het gebied tot voor kort nog heeft gestoven. Na het kappen van vliegdennen, oorspronkelijk zaailingen van de Grove den (*Pinus sylvestris*), kan het verstuifbare zand aan de oppervlakte worden gebracht door enkele centimeters van de humeuze bovengrond te verwijderen. Korstmosrijke

plekken dienen daarbij gespaard te worden omdat deze kunnen dienen voor de toekomstige verspreiding van de soorten. Er wordt afgeraden om op de Munitieberg in te grijpen omdat het gebruikte materiaal de Ruig haarmos-tapijten zal beschadigen en daardoor de vestiging van Grijs kronkelsteeltje bevorderen (DANIËLS & KRÜGER, 1996). Het thans nog stuivende areaal van 1,28 ha mag niet verder afnemen. De beheerder (Gemeente Bergen en Stichting De Marke) heeft op grond van de onderzoekresultaten een uitvoeringsplan opgesteld (BOSLAND ADVIESBUREAU, 2004) en ondergebracht bij de regeling Effectgerichte Maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van natuurterreinen (OMMERING, 2002). Begin 2004 is met de gefaseerde uitvoering begonnen.

DANKWOORD

Andries Arts van de Gemeente Bergen was onze gids in de verschillende terreinen van het Nationaal Park de Maasduinen en Ido Borkent (Stichting De Marke) maakte een duidelijke overzichtskaart. Antoine Cleef (Universiteit van Amsterdam) verstrekke ons zijn data-set uit 1968 en André Aptroot (C.B.S.) verifieerde de *Cladonia*-soorten. Jacques de Smidt gaf commentaar op een eerdere versie van het manuscript, Rob Felix actualiseerde de geologische data. Allen worden hartelijk bedankt.

SUMMARY

LICHEN-RICH INLAND SAND DUNES IN THE NORTHERN PART OF LIMBURG (NL)

PAST, PRESENT AND FUTURE

In 2002, a study of terrestrial lichen vegetation was undertaken as part of a field survey of the inland sand dunes of the Maasduinen National Park, a river dune landscape of Pleistocene origin. The results were compared with those of a survey from 1968, a time when nitrogen deposition was still low. Since then, the aerial deposition of ammonia has greatly increased as a direct result of intensified animal farming (bio-industry). It was found that the neophyte *Campylopus introflexus* was an abundant invader of the sand dunes, considerably reducing the area of open sands and replacing the lichen-rich grey hair-grass (*Corynephorus canescens*) community. In the

western part of the Bergerheide area, lichen diversity is still high only at sheltered locations on the eastern edge of a tree plantation, and the species are growing as secondary pioneers on the degrading moss carpets. Recommendations are made for management practices, whose prime concern should be to restore the open sand dune landscape at locations which are large enough to be kept open by the wind. At the same time, national policy should stimulate a further decrease in nitrogen deposition, to below the critical load for drift sand vegetation.

LITERATUUR

- ANCKER, J.A.M. VAN DEN, H. EVERTS, P.D. JUNGERIUS & R. KETNER-OOSTRA, 2002. Vooronderzoek herstel stuifzanden Gemeente Bergen (Limburg). Bureau G&L. Stichting voor Geomorfologische en Landschapsecologische Informatievoorziening, Ede.
- APTROOT, A., H.F. VAN DOBBEN, C.M. VAN HERK & G. VAN OMMERING, 1998. Bedreigde en kwetsbare korstmossen in Nederland. Toelichting op de Rode Lijst. Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer, Wageningen.
- APTROOT, A. & C.M. VAN HERK, 1999. Korstmossen in Limburg, voorjaarsweekend 1998. Buxbaumia 49: 14-26.
- APTROOT, A. & C.M. VAN HERK, 2001. Veranderingen in de korstmosflora van de Nederlandse heiden en stuifzanden. De Levende Natuur 102: 150-155.
- BAKKER, T., H. EVERTS, P. JUNGERIUS, R. KETNER-OOSTRA, A. KOOLJMAN, C. VAN TURNHOUT & H. ESSELINK, 2003. Preadvis Stuifzanden. Expertisecentrum ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Wageningen.
- BAL, D., H.M. BEIJER, M. FELLINGER, R. HAVEMAN, A.J.F.M. VAN OPSTAL & F.J. VAN ZADELHOFF, 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Expertisecentrum ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Wageningen.
- BERENDSE, F., R. AERSTIS & R. BOBBINK, 1993. Atmospheric nitrogen deposition and its impact on terrestrial ecosystems. In: C.C. Vos & P. Opdam (eds.), Landscape Ecology in a stressed Environment. Chapman & Hall, London: 104-121.
- BINK, F.A., 1995. Relaties tussen dagvlinders en milieutypen op de heide. Basisrapport heide 6. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- BLEEKER, A. & J.W. ERISMAN, 1996. Depositie van verzurende componenten in Nederland in de periode 1980-1995. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- BOSLAND ADVIESBUREAU, 2001. Digitale verspreidingskaart Bergerheide. Stichting De Marke, Slijk-Ewijk.
- BOSLAND ADVIESBUREAU, 2004. Stuifzandherstel in de Bergerheide 2004 - 2008. Stichting De Marke, Slijk-Ewijk.
- BUYS, J., J. HERMANS, S. JANSEN & W. JANSEN, 1990. De Bergerheide, meer dan zand alleen. Beeld van een rivierduin landschap. Natuurhistorisch Maandblad 79 (10): 241-264.
- CLEEF, A.M., J. KERS & J.T. DE SMIDT, 1970. De Berger- en Gemeenteheide, keuze tussen pool van bederf of hoeksteen voor Nationaal park Maasduinen. Natuurhistorisch Maandblad 59 (1): 3-22.
- DANIËLS, F.J.A. & O. KRÜGER, 1996. Veranderingen in droge stuifzandbegroeiingen bij Kootwijk na kappen en verwijderen van Grove dennen. Stratiotes 13: 37-56.
- DORT, K. VAN, C. BUTER & P. VAN WIELINK, 1998. Veldgids Mossen. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- EQUIHUA, M. & M. USHER, 1993. Impact of carpets of the invasive moss *Campylopus introflexus* on *Calluna vulgaris* regeneration. Journal of Ecology 81: 359-365.
- ERISMAN, J.W., 2000. De Vliegende Geest. Ammoniak uit de landbouw en de gevolgen voor de natuur. Betatext, Bergen.
- HERK, K. VAN & A. APTROOT, 2004. Veldgids Korstmossen. Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- KETNER-OOSTRA, R., 2002. Branden als beheersmaatregel voor vermoste stuifzandvegetatie? De Levende Natuur 103: 37-42.
- KETNER-OOSTRA, R. & A. MASSELINK, 1999. Veranderingen in korstmosvegetatie van het Wekeromse Zand: een vergelijking tussen 1984 en 1994. Buxbaumia 48: 24-30.
- KLEIN, M.H.J., H.M. BEIJER, A. BLEEKER, J.W. ERISMAN, H.H. LUESSINK, D.A. OUDENDAG & L. LEKKERKERK, 1996. De effecten van de Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid op de ammoniakproblematiek in relatie tot natuur en bos in de Ecologische Hoofdstructuur. Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer, Wageningen.
- KOOIJMAN, A.M., M. BESSE & R. HAAK, 2000. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in open droge duinen. Eindrapport fase 2. 1996-1999. Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- KOONEN, A., G. MAAS & P.D. JUNGERIUS, 2004. Het stuifzandlandschap als natuurverschijnsel. Landschap 21 (3): 159-169.
- MEIJDEN, R. VAN DER, 1996. Heukels' Flora van Nederland. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- MEULEN, F. VAN DER, H. VAN DER HAGEN & B. KRUYSEN, 1987. *Campylopus introflexus*. Invasion of a moss in Dutch coastal dunes. Proceedings of the KNAW, series C, vol. 90 (1): 73-80.
- MULDER, E.F.J. DE, M.C. GELUK, I. RITSEMA, W.E. WESTERHOFF & T.H.E. WONG, 2003. De ondergrond van Nederland. Geologie van Nederland, deel 7. NITG-TNO, Utrecht.
- OMMERING, G., 2002. Handleiding subsidie Effectgerichte Maatregelen 2003. Expertisecentrum ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede.
- RIVM, 2004. Milieubalans 2004. het Nederlandse milieu verklaard. Milieu- en Natuurplanbureau (MNP)-RIVM, Bilthoven.
- SCHAMINÉE, J.H.J., A.H.F. STORTELDER & E.J. WEEDA, 1996. De Vegetatie van Nederland, Deel 3, Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- SMIDT, J.T. DE, 1995. The imminent destruction of northwest European heaths due to atmospheric nitrogen deposition. In: D.B.A. Thompson, A.J. Hester & M.B. Usher (eds.), Heaths and Moorland, Cultural Landscapes. HMSO, Books, Edinburgh: 206-217.
- SIERDSEMA, H., 1995. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SBB/SOVON, Driebergen/Beek-Ubbbergen.
- SPARRIUS, L., A. APTROOT & C.M. VAN HERK, 2000. Landelijk Meetnet Korstmossen. Inhoudelijke rapportage 2000. Buxbaumia 48: 1-44.
- SPARRIUS, L., L. SPIER, A. APTROOT & C.M. VAN HERK, 2002. Excursiegegevens van het Najaarsweekend van de BLVG van de KNNV in Noord- en Midden-Limburg op 15 en 16 september 2001. In: VAN DEN ANCKER, J.A.M., H. EVERTS, P.D. JUNGERIUS & R. KETNER-OOSTRA. Vooronderzoek herstel stuifzanden Gemeente Bergen (Limburg). Bureau G&L. Stichting voor Geomorfologische en Landschapsecologische Informatievoorziening, Ede.
- TURNHOUT, C. VAN, 2003. Status en knelpunten van de Duinpieper in Nederland en omliggende landen. SOVON-informatierapport no. 2003-09. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbbergen.
- VRIES, W. DE, 1994. Soil response to acid deposition at different regional scales. Field and laboratory data, critical loads and model predictions. Wageningen Universiteit, Wageningen.