

# Korstmossen op zand van verschillende herkomst in Proeftuin Broekhuizen te Leersum (1972 - 1997)

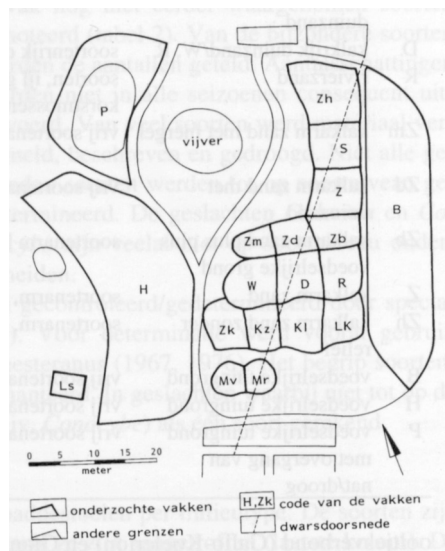
Rita Ketner-Oostra & Ger Londo

## Inleiding

In 1971 werd een van de vestigingen van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer gehuisvest in kasteel Broekhuizen, gelegen in landgoed Broekhuizen dat kort tevoren als natuurreservaat door het Staatsbosbeheer was aangekocht. In 1972 is door Ger Londo, een der medewerkers van het instituut, Proeftuin Broekhuizen aangelegd. In deze ecologische proeftuin werden met een groot aantal grondsoorten diverse milieus aangelegd waarop een spontane vegetatieontwikkeling volgde. Het doel van dit project was inzicht te krijgen in natuurtechnische milieubouw: hoe kan men door middel van het werken met grondsoorten milieus creëren voor zeldzame en bedreigde plantensoorten en dito vegetaties. Door het volgen van de vegetatieontwikkeling kon tevens meer inzicht verkregen worden omtrent de ecologie en het gedrag van plantensoorten in ruimte en tijd (Londo, 1990). Londo heeft sinds de aanleg van de proeftuin de soorten- en vegetatieontwikkeling in permanente kwadraten (PQ's) gevolgd. In de periode 1978-1979 zijn in een aantal van die PQ's specifiek de mossen en korstmossen (lichenen) geïnventariseerd door Pim van der Knaap (Van der Knaap, 1985). In de periode 1982-1987 is de mycoflora onderzocht (Dekker e.a., 2002).

In 1997 zijn door Londo de laatste vegetatie- en bodemgegevens bepaald en heeft de eerste auteur daarbij de korstmossen voor haar rekening genomen (Ketner-Oostra, 1998). Uit de veelheid van gegevens is een keuze gemaakt, speciaal gericht op de ontwikkeling van de korstmossen op de verschillende typen zandgrond, daarbij gerelateerd aan de vaatplanten en de bodem zoals die in 1997 werden aangetroffen. In het najaar van 1997 werd Proeftuin Broekhuizen opgeheven en vergraven als gevolg van de verhuizing van het instituut naar Wageningen en de verkoop

van kasteel Broekhuizen met omliggende gronden (inclusief proeftuin).



Figuur 1. Plattegrond van de voormalige Proeftuin Broekhuizen (Leersum) met de verschillende milieutypen (grondsoorten). Uit: Dekker e.a. (2002). Voor de verklaring van de afkortingen, zie Tabel 1.

## De aanleg van de proeftuin in 1972

Proeftuin Broekhuizen werd aangelegd op de plek van de vroegere moestuin (coördinaten 156,0 – 446,6). Van die tuin was toen niets meer over. Het was op het landgoed het terreingedeelte met de laagste natuurwaarde en bovendien was de tuin redelijk geïsoleerd tegen storende invloeden van buitenaf. De voedselrijke grond werd plaatselijk ruim een halve meter diep uitgegraven en vervangen door voedsel- en kalkarm zand uit de Utrechtse Heuvelrug. Van de uitgegraven grond werden twee heuvels opgeworpen (H en B op de kaart; Fig. 1). Op de basis van voedselarm zand in het tussenliggende deel

zijn de milieubouwexperimenten uitgevoerd met een aantal grondsoorten afkomstig uit verschillende delen van het land, waaronder diverse typen zandgrond. Het doel was zo veel mogelijk ruimtelijke variatie in milieutypen te creëren. In de jaren na de aanleg kwam een groot aantal graslandtypen tot ontwikkeling, variërend van soortenarm tot zeer soortenrijk (Londo, 1990; Dekker e.a., 2002). Ook vestigden zich al spoedig korstmossen. Juist in droge en voedselarme graslanden kunnen die een aanzienlijke bijdrage leveren aan de biodiversiteit (Ketner-Oostra & Sýkora, 2008).

## De aangelegde vakken (Fig. 1)

### Vak S (stuifzand)

Dit vak (Sz in Ketner-Oostra, 1998) bestaat uit een lage heuvel van stuifzand (voedselarm, kalkarm en leemarm) afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug. Aan de rand van de heuvel wigt het stuifzand uit over het stuwwalzand.

### Vakken Z, Zh, Zb, Zd en Zm (stuwwalzand)

Deze vakken bestonden uit voedsel en kalkarm en licht lemig zand afkomstig van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug. Behalve een vlak, horizontaal stuk (vak Zh horizontaal) vormen de andere vakken een

kleine heuvelrug waardoor verschillende hellingen ontstonden (o.a. vak Zb met stuwwalzand in reliëf). Vak Zd bestond uit stuwwalzand met plaatselijk daaraan toegevoegd kalkrijk duinzand en leem. Vak Zm bestond uit stuwwalzand met plaatselijk toevoeging van mergel en klei.

### Vak W en vak D (kustduinzand)

Over de basis van stuwwalzand zijn in twee vakken duinzanden aangebracht in de vorm van twee lage heuvels: in vak W was dat kalkarm duinzand afkomstig uit het plantengeografische Waddendistrict bij Schoorl. In vak D was dat kalkrijk duinzand uit het Renodunaal-district (vroeger Duin-district geheten) bij Zandvoort.

### Vak R (rivierduinzand)

In vak R was op de basis van stuwwalzand een lage heuvel van rivierzand (afkomstig uit de Lek) gemaakt.

### Vakken Mv en Mr (mergel)

Deze vakken bestaan uit een lage heuvel van mergel uit Zuid-Limburg.

In andere vakken werden nog zavel (zandige klei), kalkarme leem, löss en veen aangebracht; op deze grondsoorten wordt hier niet ingegaan.



Figuur 2. Proeftuin Broekhuizen (Leersum) in 1997, jaarlijks beschreven met vegetatieopnamen door Ger Londo. Op de achtergrond de oranjerie.

Tabel 1. Overzichtstabel van de korstmossen (lichenen) die voorkwamen in 1979 en in 1997 in de vijf verschillende milieutypen (grondsoorten) zoals die in 1972 zijn aangelegd in Proefuin Broekhuizen (Leersum). + betekent aanwezig, - afwezig.

Grondsoorten	Stuifzand	Stuwwalzand						Mergel	Kalkarm duinzand	Kalkrijk duinzand	Rivierzand			
		Zh	Z (Zb)	Zd	Zm	Mv	W						D	R
<b>Vakken:</b>	S (Sz)	79 - 97	79 - 97	79 - 97	79 - 97	Zm	79 - 97	Mv	79 - 97	D	79 - 97	R	79 - 97	
<b>Onderzoekjaar 19..</b>	S (Sz)	79 - 97	79 - 97	79 - 97	79 - 97	Zm	79 - 97	Mv	79 - 97	D	79 - 97	R	79 - 97	
<i>Cetraria aculeata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kraakloof
<i>Cladonia portentosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Open rendiermos
<i>Cladonia chlorophaea</i>	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	Bruin bekermos s.l.
<i>C. coccifera</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	Rood bekermos
<i>C. cornuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gevlekt heidestaartje
<i>C. fimbriata</i>	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	Kopjes-bekermos
<i>C. floerkeana</i>	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	Rode heidelucifer
<i>C. foliacea</i>	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	Zomersneeuw
<i>C. furcata</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	Gevorkt heidestaartje
<i>C. glauca</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Bruin heidestaartje
<i>C. gracilis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Giraffe
<i>C. macilenta</i>	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	Dove heidelucifer
<i>C. pocillum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	Duimbekermos
<i>C. ramulosa</i>	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	Rafelig bekermos
<i>C. rangiformis</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	Vals rendiermos
<i>C. rei</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vals kronkelheidestaartje
<i>C. squamosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Doornig heidestaartje
<i>C. subulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	Kronkelheidestaartje
<i>C. uncialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Varkenspootje
<i>C. verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	Stuifzandstapelbekertje
<i>C. zopfii</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ezelspootje
<i>Peltigera rufescens</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	Klein leermos

Toelichting:

- Grondsoorten: Stuifzand met vak S (Sz), afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug. Stuwwalzand met vak Zh, horizontaal; vak Z, met reliëf (Zb op de zuidhelling); vak Zd, met toevoeging van kalkrijk duinzand en leem; vak Zm, met toevoeging van mergel en klei. Mergel met vak Mv. Soorten duinzand: Kalkarm duinzand, met vak W afkomstig uit het Waddendistrict (Schoorl); Kalkrijk duinzand met vak D, afkomstig uit het Renodunaalidistrict (Zandvoort). Rivierzand met vak R, afkomstig uit de Lek.
- *Cladonia chlorophaea* omvat *C. chlorophaea*, *C. conistea* (= *C. humilis*) en *C. merochlorophaea* (= *C. grayi*); *Cladonia pocillum* is als *Cladonia pyxidata* vermeld in 1979.

Tabel 2. Vegetatietabel van vaatplanten uit Proeftuin Broekhuizen, gebaseerd op in 16 PQ-opnamen van Londo uit 1997. Voor grondsoorten en PQ-codes, zie Tabel 1.

In opname 3 kwam nog voor: Veebloemige veldbies (*Luzula multiflora* ssp. *multiflora*) met 1p en Zomereik (*Quercus robur*) met r1; in opname 5 Aardbei (*Fragaria x ananassa*) met r1; in 6 Kleine klaver (*Trifolium dubium*) met r1; in 16 Ruige scheefkelk (*Arabis hirsuta*), Gewone zandmuur (*Arenaria serpyllifolia*) en en Ruige zegge (*Carex hirta*) alle met rp.

Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Vakken:			
																	Sz	Zh	Z	Z2
PQ-code	S1	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	W1	W2	W3	D1	D2	D3	R1	R2	R3	M4				
Expositie	N	viak	O	W	N	Z	N	Z	N	N	Z	N	N	O	Z	Zw				
Inclinatie in °	10	0	20	20	20	30	20	20	20	20	20	30	30	20	20	20				
Bedekking kruidlaag (%)	60	70	80	60	30	60	70	50	80	80	60	60	30	50	30	60				
Bedekking moslaag (%)	60	80	100	80	95	70	95	90	90	90	90	95	70	70	70	80				
Bedekking lichenen	50	2	0	2	<1	50	<1	60	30	<1	90	2	3	<1	70	<1				
Hoogte kruidlaag in cm	50	40	60	50	50	60	70	30	60	30	50	50	40	50	30	60				
Aantal soorten kruidlaag	11	9	15	12	9	17	12	11	5	14	13	16	15	16	9	11				
Zandzegge	20	12	.	m4	20	12	20	50	30	a4	20	12	20	20	30	.	Carex arenaria			
Zandstruisgras	30	7	7	30	7	a1	a2	a2	.	.	.	.	a2	.	.	.	Agrostis vinealis			
Gewone veldbies	m4	m4	30	20	.	20	p1	.	.	p1	p1	p1	.	a1	.	.	Luzula campestris			
Gewoon biggenkruid	7	40	a4	a4	rt	p1	.	r1	.	.	.	.	.	r1	.	.	Hypochaeris radicata			
Zandblauwje	7	.	p1	p1	p1	p1	.	r1	.	.	.	.	p1	r1	a2	.	Jasione montana			
Fijn schapegras	7	.	p1	.	.	.	.	p1	.	.	.	.	.	.	.	.	Festuca filiformis			
Gewoon reukgras	p1	a2	7	p1	.	p1	.	.	.	.	.	.	.	p1	.	.	Anthoxanthum odoratum			
Schapeenzuring	p1	p1	.	.	.	r1	.	.	.	p1	.	.	p1	.	.	.	Rumex acetosella			
Buntgras	p1	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	p1	.	p1	.	Corynephorus canescens			
Rood zwenkgras	p1	.	.	.	.	p1	.	.	.	a1	p1	m4	.	.	.	.	Festuca rubra			
Veldzuring	r1	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	r1	.	.	.	Rumex acetosa			
Struikhei	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Calluna vulgaris			
Gewoon struisgras	.	p1	20	a2	p1	a4	.	.	.	.	.	.	p1	a2	.	.	Agrostis capillaris			
Muizenoor	.	.	50	.	40	.	.	.	.	.	.	.	7	7	a4	.	Hieracium pilosella			
Beemdtkroon	.	.	r1	.	.	.	30	p2	.	a1	7	30	.	.	.	7	Knautia arvensis			
Veldbeemd	.	p1	.	.	.	.	p1	.	.	a1	p1	a1	a1	a1	.	.	Poa pratensis			
Smalle wikke	.	.	7	r1	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Vicia sativa ssp. nigra			
Heermoes	.	.	a4	7	p1	a2	r1	r1	r1	a2	a2	p1	a2	a2	r1	p1	Equisetum arvense			
Ringelwikke	.	p2	p2	p2	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	Vicia hirsuta			
Wilgenroosje	.	r1	r1	r1	r1	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Chamerion angustiflorum			
Bochtige smele	.	.	.	7	12	m4	30	p1	30	.	.	.	.	.	.	.	Deschampsia flexuosa			
Klein vogelpootje	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ornithopus perpusillus			
Klein fakkelgras	.	.	.	.	.	m4	.	p1	.	p1	.	.	a1	a1	.	.	Teesdalia nudicaulis			
Zachte hever	.	.	.	.	.	.	p1	p1	.	p1	7	a2	r1	.	p1	20	Koelelia macrantha			
Dauwbraam	.	.	.	.	.	p1	p1	.	.	a1	p1	a1	.	.	.	.	Helictotrichon pubescens			
Gewone hoornbloem	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	r1	.	r1	.	.	.	.	Rubus caesius			
Geel walsiro	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	p1	.	p1	r1	12	.	r1	Cerastium fontanum ssp. vulgare			
Kruipend stalkruid	.	.	.	.	.	.	.	p1	.	.	.	7	.	.	.	.	Galium verum			
Glanshever	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	7	7	a4	p1	.	p1	.	Ononis repens ssp. repens			
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a2	a2	a4	p1	12	a2	.	Arrhenatherum elatius			

Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Smalle weegbree	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	r1	.	.	.	<i>Plantago lanceolata</i>
Grote tijm	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	30	a2	.	.	.	<i>Thymus pulegioides</i>
Muurpeper	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	pl	.	.	.	.	<i>Sedum acre</i>
Rapunzelklokje	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	<i>Campanula rapunculoides</i>
Glad walsiro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	<i>Galium mollugo</i>
Kleine veldkers	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m4	.	<i>Cardamine hirsuta</i>
Kweek	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	p1	<i>Elymus repens</i>
Jakobskruid	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p2	.	<i>Jacobaea vulgaris</i>
Geel zomerroosje	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	<i>Helianthemum nummularium</i>
Kleine pimpinel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	<i>Sanguisorba minor</i>
Beverijes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	<i>Bryza media</i>
Wondklaver	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a4	<i>Anthyllus vulneraria</i>

Tabel 3. Resultaten van de bodemanalyses op 15-25 cm diepte in 1982 en de 0-2 cm laag in 1997 van vijf milieutypen (grondsoorten) in Proeftuin Broekhuizen (Leersum). Voor grondsoorten en PQ-codes, zie Tabel 1.

<sup>1</sup> org.stof betekent g organische stof (gloeiverlies) in 100 g droge stof; <sup>2</sup> N-totaal is g stikstof/kg droge stof; <sup>3</sup> P-totaal is g fosfaat / 100 g droge stof.

Tabelnummer	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
Grondsoorten	Stuifzand		Stuwwalzand		Kalkarm duinzand		Kalkrijk duinzand		Rivierzand	
Diepte in cm	15-25	0-2	15-25	0-2	15-25	0-2	15-25	0-2	15-25	0-2
Jaar	1982	1997	1982	1997	1982	1997	1982	1997	1982	1997
Vak/PQ	S	S1	Z	Z1-5	W	W3	D	D3	R	R1-3
pH-H <sub>2</sub> O	5.9	4.8	6.2	5	5.9	5.1	8.2	7.2	7.4	5.8
pH-KCl	5.1	3.8	6.0	3.8	5.2	3.7	8.1	7.2	6.7	4.4
% org. stof <sup>1</sup>	0.4	2.7	0.2	2.9	0.2	2.4	0.2	2.6	0.3	1.9
% CaCO <sub>3</sub>	0		0.1		0		2.7		0.2	
N-totaal <sup>2</sup>	0.14	0.796	0.04	0.61	0.02	0.701	0.02	0.786	0.04	0.583
P-totaal <sup>3</sup>	0.015	0.022	0.02	0.026	0.05	0.014	0.033	0.032	0.03	0.033

## Resultaten

Tabel 1 geeft een overzicht van de aangetroffen lichenen in 1979 en in 1997. Tabel 2 is een vegetatietabel van opnamen in de PQ's uit 1997. In Tabel 3 staan de resultaten van de bodemanalyses uit 1982 en uit 1997.

### 1. Stuwwalzand in vak Zh (horizontaal)

Van der Knaap heeft zeven jaar na de aanleg van het PQ een totale bedekking van 85% beschreven waarvan 60% door Ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*), 15% door Purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*) en 1% lichenen (Rood bekermos, *Cladonia coccifera*); zie Tabel 1. De kruidlaag bedekte 10% en bestond voornamelijk uit Buntgras en Zandstruisgras. 18 jaar later was er een mozaïek van graslandsoorten met Struikhei ontstaan met opvallend veel (40%) bloeiend

Gewoon biggenkruid, 20% Struikhei en 12% Zandzegge; zie opname 2 in Tabel 2. Er had zich een soortenrijk lichenendek ontwikkeld met vooral veel Girafje (*Cladonia gracilis*), Rood bekermos (Fig. 3), Bruin bekermos (*C. chlorophaea* s.l.), Kronkelheidestaartje (*C. subulata*), Rafelig bekermos (*C. ramulosa*) en Open rendiermos (*Cladina portentosa*) (Tabel 1). De meest bijzondere soorten waren de Rode Lijst-soort Gevlekt heidestaartje (*C. cornuta*), Vals kronkelheidestaartje (*C. rei*) en Varkenspootje (*C. uncialis*); zie Fig. 4.

In de bodem bleek de oppervlaktelaag in 15 jaar duidelijk verzuurd: de pH-KCl is van 6.0 in 1982 gezakt naar 3.8 in 1997. Er was in 1997 meer organische stof en N-totaal is sterk toegenomen; zie Tabel 3.



Figuur 3. Rood bekermos (*C. coccifera*) en Girafje (*Cladonia gracilis*) op stuwwalzand in vak Zh in 1997.

### 2. Stuifzand afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug (vak S).

Van der Knaap (1985) geeft 3% lichenen voor het totale stuifzandvak met vooral Rood bekermos en Girafje. Opname 1 uit Tabel 2 beschrijft voor 1997 echter de noordzijde van de helling met vooral Zandstruisgras, Zandzegge en 50% lichenen. In het centrale deel van vak S schatte ik echter 80% Girafje

en vijf andere soorten waaronder Ezelspootje (*Cladonia zopfii*) (Ketner-Oostra, 1998).

Over de bodem: de verzuring en toename van organische stof is van stuifzand (S - S1 in Tabel 3) dezelfde orde als in het stuwwalzand (Z1-5 in Tabel 3).

3. In het vak Zb (met stuwwalzand in reliëf) had de zuidhelling (PQ Z5) een inclinatie van

30° (opname 6 in Tabel 2). Hier groeiden in 1997 behalve 50% lichenen, zoals oa de nog niet genoemde Dove heidelucifer (*C. macilenta*), 20% slaapmossen en 40% Gewoon muizenoor. Op die warme helling was veel activiteit van mieren.

#### 4. Kalkarm duinzand in vak W.

Opvallend is hier in 1997 de hoge bedekkingen van Zandzegge en in twee opnamen Bochtige smele, terwijl er geen Buntgras meer was. Er kwamen echter veel soorten *Cladonia*'s voor, zowel in 1979 als 1997 (Tabel 1). Enkele soorten zoals Girafje, Dove heidelucifer en Kronkelheidestaartje zagen we ook op het stuifzand (vak S). Zomersneeuw of Elandgeweimos (*Cladonia*

*foliacea*) is hier in beide onderzoeksjaren aangetroffen. Opvallend is dat Kraakloof (*Cetraria aculeata*), Stuifzandstapelbekertje (*Cladonia verticillata*) en Doornig heidestaartje (*C. squamosa*) alleen in dit vak met kalkarm waddenzand voorkwamen en wel alleen in 1979.

Over de bodem: het duinzand uit het Waddendistrict had in het begin ongeveer dezelfde pH-KCl als de zanden afkomstig van de stuwwal. Na 15 jaar is de verzuring ook overeenkomstig (Tabel 3.). Het hogere fosfaatgehalte in 1982 (0,05%) vergeleken bij 1997 (0,014) is onverklaarbaar en zou aan een analysefout kunnen liggen.



Figuur 4. Links: Open rendiermos (*Cladonia portentosa*) en rechts: bruingekleurd Girafje (*Cladonia gracilis*) en Varkenspootje (*C. uncialis*) op stuifwalzand in vak Zh in 1997.

#### 5. Kalkrijk duinzand in vak Zd en D

Over een basis van stuwwalzand lag kalkrijk duinzand (vak Zd; zonder vegetatieopname in Tabel 2). Het is opvallend dat hier Vals rendiermos (*Cladonia rangiformis*) samen voorkwam met Open rendiermos en de pioniersoorten Zomersneeuw en Ezelspootje; zie Fig. 5 waarop ook de fraai bloeiende Grote tijm zichtbaar is. Bovendien waren er soorten die wijzen op een oppervlakkige ontkalking en verzuring van de oppervlakte-laag zoals Rood bekersmos, Rafelig bekersmos

en Rode heidelucifer (*C. floerkeana*). Het is het enige vak waar Klein leerms (*Peltigera rufescens*) is aangetroffen; zie Fig. 6.

Aan het vorige vak grensde het vak D met ongemengd kalkrijk duinzand. In 1979 kwamen er meer soorten voor dan in 1997. Toen waren het Kronkelheidestaartje, Rafelig bekersmos, Kopjes-bekersmos (*C. fimbriata*) en Duinbekersmos (*C. pocillum*), toen als *C. pyxidata* gedetermineerd. Dit is het enige vak waar zowel in 1979 als 1997 veel Gevorkt

heidestaartje (*C. furcata*) voorkwam, samen met Vals rendiermos.

Opname 11 (PQ D2) uit Tabel 2 geeft de kruidlaag weer met 30% Grote tijm en meer kalkindicerende soorten zoals bv. Muurpeper. In opname 12 van PQ D3 groeide veel Gewoon klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*).

Over de bodem: deze duinbodem was in 1982 duidelijk kalkrijk (2.7% CaCO<sub>3</sub>) en pH-KCl 8.1. De kalk bleek niet meer aantoonbaar in 1997 en de pH-KCl was in het (sub)neutrale gebied aangeland, gemiddeld 6.9 (+0.3/-0.2). De organische stof was niet duidelijk méér toegenomen als in de vorige vakken, maar het % N wel (0.02 % naar > 1% t.o.v. waddenzand 0.02% naar 0.68%). Het % P is in 1997 in dezelfde orde van grootte als in 1982 (0.033% in Tabel 3).



Figuur 5. Middenonder: Vals rendiermos (*Cladonia rangiformis*) samen met rechts: Open rendiermos (*Cladina portentosa*) en veel bloeiend Grote tijm in vak Zd: stuwwalstrand met voeging van kalkrijk duinzand; foto uit 1997.

## 7. Mergel in vak Mv

Smal fakkelgras en Geel zonneroosje bepaalden hier het aspect, samen met Bevertjes en Kleine pimpernel. In 1979 zijn in dit milieutype geen korstmossen aangetroffen, in 1997 Duinbekermos (*Cladonia*

## 6. Rivierduinzand in vak R

Evenals in het vak met waddenzand is hier veel Zandzegge aangetroffen maar ook veel kleine vestigingen van Buntgras en een redelijke bedekking met Muizenoor (Tabel 2). Er waren in 1979 vijf soorten *Cladonia*'s waarvan Kopjes-bekermos, Bruin bekermos en Open rendiermos ook in 1997 zijn teruggevonden. Nieuw waren in 1997 de pioniersoorten Zomersnieuw en Gevorkt heidestaartje.

In de bodem was in 1982 0.2% kalk aantoonbaar en een subneutrale pH-KCl van 6.7. De verzuring is zichtbaar in de pH-daling tot 4.4 (+/- 0.5) in 1997. De toename van organische stof en het % N is vergelijkbaar met die in het waddenduinzand. Het % P is in dezelfde orde gebleven als bij het begin van het onderzoek en is vergelijkbaar met de kalkrijke duinen (PQ's W1-W3 in Tabel 3).

*pocillum*) in opname M4 (zie Tabel 1). In de overige opnamen in dit vak waren dat Bruin bekermos en Vals rendiermos. In vak Zm waar mergel was toegevoegd aan stuwwalstrand, kwamen veel meer soorten voor: de hiervoor genoemde soorten, maar



ook de meer acidofiele soorten zoals oa. Rafelig bekermos, Rood bekermos en Kronkelheidestaartje.

De bodem is in vak Mv in 1997 nog steeds basisch (pH-KCl 7.5), er is het hoogste organisch stofgehalte (4.9%), een driemaal hoger % N dan in de overige vakken en een hoog % P.

## Discussie

### Invloed licht

25 jaar na aanleg van de experimentele tuin zijn er in de meeste vakken nog *Cladonia*'s te vinden. Dit zal zeker samenhangen met het jaarlijkse maairegime waardoor er weinig strooisel achterbleef. Het voorkomen van korstmossen hangt samen met de pioniersituatie op het open zand waardoor er een hoge lichtinval mogelijk is (Wirth, 1992).

Het matig zure stuifzand en het waddenzand (resp pH-KCl 5.1 en 5.2 in 1982) met heel weinig nutriënten bleek voor de lichenen al in 1979 een ideaal milieutype. Vooral het waddenzand scoorde toen hoog met 12 soorten *Cladonia*'s en het stuifzand met vier soorten (Tabel 1). Op het kalkrijk kustduinzand (pH-KCl 8.1) waren dat toen zeven soorten waarbij de kalkindicerende soort Vals rendiermos. Het subneutrale rivierduinzand (pH-KCl 6.7) heeft in 1979 wat overeenkomsten met het stuwwalzand in vak Z (pH-KCl 6.0) in enkele algemene soorten *Cladonia*'s.

In 1997 komt op het rivierduin echter Zomersneeuw voor wat toen niet zo uniek was omdat deze soort ook op het waddenzand en het stuwwalzand gemengd met kalkrijk duinzand (Zd) voorkwam. Waarschijnlijk heeft dit met de hoge lichtinval te maken gehad (de kruidlaag bedekte gemiddeld op rivierduinzand 37%, op waddenzand 56% en op stuwwalzand 60%). In 1997 waren laatstgenoemde drie zandsoorten (de vakken R, W, Z) flink verzuurd. Alleen de kalkrijke bodem van het Duindistrict was in 1997 nog (sub)neutraal. Hier kon het Vals rendiermos zich tot die tijd plaatselijk nog handhaven temidden van een relatief hogere bedekking vaatplanten (gemiddeld 67%) en mossen.

### Beperkte invloed luchtverontreiniging

Van invloed van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) depositie op de proeftuin zal mogelijk alleen in de begin van de 1970-er jaren sprake zijn geweest omdat die daarna spectaculair daalde. De uitstoot van ammoniak nam juist vanaf de 1970-er jaren sterk toe als gevolg van de explosieve groei van de veestapel, de zgn bio-industrie. Deze atmosferische stikstof-(N)-depositie veroorzaakte vermessing en verzuring van het milieu over heel Nederland. Ammoniak wordt namelijk door bodembacteriën omgezet in nitraat en zuurcomponenten (nitrificatie; zie Erisman, 2000). De hoeveelheid stikstof die een ecosysteem kan verdragen zonder schade voor de biodiversiteit noemt men de kritische depositiewaarde (Tabel 4).

Tabel 4. Kritische depositiewaarden voor stikstof in verschillende Natura 2000 habitat-typen (naar Van Dobben & Van Hinsberg, 2008).

Habitattype	Kritische depositiewaarde (mol N/ha/jr)	Kritische depositiewaarde (kg N/ha/jr)
Zandverstuivingen	740	10.4
Stuifzandheiden	1100	15
Kalkarme grijze duinen (Buntgras-associatie)	940	13.1
Kalkrijke grijze duinen	1240	17.4

Nadat in 1972 de verschillende zandgronden op de proeftuin opgebracht waren, nam de landelijke stikstof (N)-depositie nog verder toe; voor het verloop van de gereduceerde stikstof (NH<sub>x</sub>), zie Tabel 5 naar de Ruiter e.a. (2006).

Tabel 5. Gereduceerde stikstofdepositie in Nederland in de periode 1981-2002 (naar de Ruiter e.a., 2006).

Jaar	NH <sub>x</sub> -depositie (mol N/ha/jr)
1981	2130
1984	2190
1990	2380
1997	1890
2002	1500

Van der Knaap inventariseerde de korstmossen in de proeftuin in 1979, zeven jaar na het opbrengen van de verschillende soorten zand, toen er landelijk en in de provincie Utrecht nog een hoge depositie was. De vegetatieontwikkeling in de proeftuin is in de jaren 1970 waarschijnlijk door deze N-depositie beïnvloed en ook de korstmossen zullen die invloed ondergaan hebben. Herbariummateriaal van *Cladonia*'s uit die periode, afkomstig van stuifzanden, laat duidelijk gedrongen vormen zien.

De huidige depositie van  $NH_x$ -totaal in de provincie Utrecht is vergelijkbaar met die van Overijssel maar hoger dan die in Noord-Holland, een vergelijking die in het begin van de 1980-er jaren ook zal zijn opgegaan. In de omgeving van landgoed Broekhuizen liggen intensief bemeste maisakkers en dito agrarisch grasland maar het hoogopgaande

parkbos om de tuin zal mogelijk een deel van de ammoniakneerslag ingevangen hebben.

Pas vanaf 1990 is een landelijk de afname van de N-depositie aangetoond (Tabel 5). Bij de inventarisatie in 1997, 25 jaar na de aanleg van de tuin, kan daardoor de vestiging en de ontwikkeling van de korstmossen positief beïnvloed zijn. Er hebben zich in de jaren 1990, na de vermindering van de N-depositie, in het milieutype met stuwwalzand (Zh) meer *Cladonia*'s kunnen vestigen dan voorheen (11 soorten in 1997) waarvan 10 nieuw en enkele zeer zeldzame. Daaruit blijkt dat voor terrestrische lichenen de kritische depositiewaarden zoals die in Tabel 4 zijn weergegeven kennelijk ver overschreden kunnen worden. Andere milieufactoren, zoals een zeer voedselarm substraat en lichtinval zijn waarschijnlijk meer doorslaggevend.



Figuur 6. Klein leermos (*Peltigera rufescens*) temidden van de grondbladeren van Beemd-kroon in vak Zd: stuwwalzand met toevoeging van kalkrijk duinzand; foto uit 1997.

#### **Opmerkelijke vestiging van korstmossoorten**

Het was verbazingwekkend dat 25 jaar na de aanleg van de proeftuin er in de verschillende vakken zo'n hoge diversiteit aan korstmossen kon worden vastgesteld (Ketner-Oostra, 1998). Daarbij kan onderscheid gemaakt

worden tussen meer algemene soorten die ook buiten stuifzand en heide voorkomen en de typische soorten van stuifzand en heide of kalkrijk duinzand.

Tot de eerste categorie horen Rood bekermos, Kronkelheidestaartje, Rode en Dove heide-

lucifer, Bruin bekermos, Rafelig bekermos en Open rendiermos. De typische soorten van stuifzand en heide zijn Varkenspootje, Bruin heidestaartje, Girafje en Gevorkt heidestaartje die op het stuifwalzand zijn aangetroffen. Deze laatste soorten, inclusief Vals kronkelheidestaartje, Ezelspootje en de zeer zeldzame soort Gevlekt heidestaartje, wijzen op langdurige en stabiele ontwikkeling van tientallen jaren die op beschutte plekken in heide en stuifzand voor kan komen (Aptroot, 2006). Vals rendiermos kon zich handhaven, ook bij een geleidelijk verzuring van het kalkrijke duinzand.

Dekker e.a. (2002) verklaren in hun discussie over de komst van het hoge aantal paddestoelen in de proeftuin dat zij het aannemelijk vinden dat de meeste van deze organismen, samen met de mossen, met de wind als sporen zijn aangevoerd. Toch heeft volgens hen de aangevoerde grond nog sporen of mycelia kunnen bevatten. Wat de korstmossen betreft kunnen echter sorediën of andere fragmenten van korstmossen meegekomen zijn met het opbrengen van de gemaaide Struikheide en het andere uitgestrooid plantenmateriaal. De succesvolle vestiging van soorten na het opbrengen van fragmenten is eerder beschreven door Geraedts & Ketner-Oostra (2006).

Toch wijst de vestiging van veel nieuwe *Cladonia*-soorten in de 1990-er jaren op aanvoer van diasporen door de wind. Op zure, voedselarme droge bodem kunnen deze de vestiging van vaatplanten beconcurreren (Topham, 1977). Maar soms was zichtbaar dat de korstmossen zich op de moslaag hadden gevestigd zoals Open rendiermos in het vak met wadden zand. Bij voldoende invallend licht is dat ook aangetoond in vermoste stuifzandvegetatie (Ketner-Oostra & Šykora, 2008).

## Conclusie

Door het opbrengen van verschillende soorten zand, door het scheppen van reliëf en door plaatselijke vermenging van het stuifwalzand met andere grondsoorten is een zeer gevarieerd milieu ontstaan, met als gevolg een grote soortenrijkdom aan korstmossen.

Uit het proeftuinonderzoek is al eerder duidelijk naar voren gekomen dat de variatie

in de vegetatie (van vaatplanten) een afspiegeling is van de variatie in het milieu (Londo, 1990), althans bij een niet te hoge voedselrijkdom. Datzelfde bleek ook op te gaan voor paddestoelen (Dekker e.a., 2002) en nu dus ook voor korstmossen.

De resultaten uit het proeftuinonderzoek zijn toepasbaar gemaakt voor ontwikkeling van natuurbehoud en natuurtechnische natuurbouw, namelijk door het uitgeven van enkele handboeken (Londo, 1997, 2010). Als we een soortenrijke natuur willen ontwikkelen, moeten we allereerst zorgen voor een lage voedselrijkdom en voor zo veel mogelijk variatie in het abiotisch milieu.

Voor korstmosrijke begroeiingen waren zeer voedselarme zandgronden nodig. Voor het verkrijgen en behouden van de diversiteit aan korstmossen in de proeftuin is het regelmatig en zorgvuldig maaien van de vaatplanten van groot belang geweest. Daardoor werd een optimale lichttoevoer naar het bodemoppervlak gegarandeerd en zijn nutriënten met het maaisel afgevoerd.

Dank aan André Aptroot die in 1997 de lichenen verifieerde en recent de tekst kritisch doornam terwijl Andrew Spink de engelse tekst corrigeerde.

## Literatuur

- Aptroot, A. 2006. Vegetatie en flora. In: P.D. Jungerius (ed.) Vooronderzoek voor herstel van de zandverstuiving Rozendaalse Zand, Hoofdstuk 4: De resultaten van het vooronderzoek. Stichting Geomorfologie & Landschap, Ede. Rapport.
- Aptroot, A., C.M. van Herk, L.B. Sparrius & P.P.G. van den Boom. 1999. Checklist van de Nederlandse lichenen en lichenicole fungi. *Buxbaumiella* 50: 8-64.
- Dekker, M.W., P. Bremer & G. Londo. 2002. De grasland-paddestoelenflora van een proeftuin met natuurlijke vegetatie. *Coolia* 45 (1): 17-24.
- De Ruiter, J.F., W.A.J. van Pul, J.A. van Jaarsveld & E. Buijsman. 2006. Zuur- en stikstofdepositie in Nederland in de periode 1981-2002. Milieu- en Natuurplanbureau Luchtkwaliteit en Europese Duurzaamheid. Rapport 500037005/2006.
- Erisman, J.W. 2000. De Vliegende Geest. Ammoniak uit de landbouw en de gevolgen voor de natuur. Betatext, Bergen (NH).
- Geraedts, W.H.J.M. & R. Ketner-Oostra. 2006. Notitie over het uitplanten van korstmossen. *Buxbaumiella* 75: 6-8.
- Ketner-Oostra, R. 1998. Inventarisatie korstmossen voorafgaande aan de opheffing van de Proeftuin

- Broekhuizen - Rijks Instituut voor Natuurbeheer - in augustus 1997 te Leersum. Intern-verslag.
- Ketner-Oostra, R & K.V. Sýkora. 2000. Vegetation succession and lichen diversity on dry coastal calcium-poor dunes and the impact of management experiments. *Journal of Coastal Conservation* 6: 191-206.
- Ketner-Oostra, R & K.V. Sýkora. 2008. Vegetation change in a lichen-rich inland drift sand area in the Netherlands. *Phytocoenologia* 38 (4) 267-286.
- Londo, G. 1975. De decimale schaal voor vegetatiekundige opnamen van permanente kwadraten. *Gorteria* 7: 101-105.
- Londo, G. 1990. Vegetation development after habitat creation in the experimental garden of the RIN at Leersum, the Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 39 (3): 316.
- Londo, G. 1997. *Natuurontwikkeling*. Backhuys, Leiden.
- Londo, G. 2010. *Naar meer natuur in tuin, park en landschap*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Topham, P.B. 1977. Colonization, growth, succession and competition. In: M.R.D. Seaward (ed.) *Lichen Ecology*. Academic press inc., London.
- Van den Broeck, D., C.M. van Herk, A. Aptroot, D. Jordaens, L.B. Sparrius & J. Poeck. 2004. *Nederlandse namen van korstmossen*. Uitgave Natuurpunt Studie Vlaamse Werkgroep Mossen en Korstmossen, Vlaamse Werkgroep voor Bryologie en Lichenologie & B.L.W.G.
- Van der Knaap, P. 1985. *Kleinschalige natuurbouw proeftuin Broekhuizen*. Inventarisatie van mossen en korstmossen 1978 - 1979. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. Intern-verslag.
- Van Dobben, H. & A. van Hinsberg. 2008. *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden*. Bijlage 1 in: *Alterra-rapport 1654*, Alterra, Wageningen.
- Wirth, V. 1992. *Zeigerwerte von Flechten*. In: H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulißen (eds). *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobotanica* 18: 215-237.

#### Auteursgegevens

R. Ketner-Oostra, Algemeer 42, 6721 GD Bennekom (rita.ketner.oostra@gmail.com)  
G. Londo, Proeftuin 13, 3925 BJ Scherpenzeel (glondo@hetnet.nl)

#### Abstract

*Lichens on sandy soil with a different origin in the experimental garden of the rural estate Broekhuizen at Leersum (province of Utrecht, the Netherlands) (1972 -1997).*

An experimental garden was laid out on a base of inland pleistocene sand (Z) in 1972, after removing the previous rich garden soil. Different soils were applied in the sections S, W, D and R (Fig.1). These sands originated respectively from inland drift sand, coastal calcium-rich dunes (from the Dune district), calcium-poor dunes (from the Wadden district) and river dunes. Moreover marl (M) from the south of the province of Limburg was put on or mixed-in with the other soils.

The lichens were recorded in these sections in 1978-1979. This was repeated in 1997 when the experiments had to be removed from the estate. After 25 years it was surprising that so many lichen species were still present or had newly established themselves on the different soil types inside quite a high cover of herbs and mosses. The yearly mowing regime is thought to be the main cause of this, as it gives extra light to the bottom layer each year. The decrease of nitrogen-deposition in the Netherlands since the beginning of the 1990s also seems to have had a positive effect on lichen-growth in poor dry grassland. These results make the experiment a valuable example of how the natural value of gardens and other landscapes can be increased, also in areas managed for nature conservation. Lichen-diversity requires mowing at least once per year with removal of the cuttings.

## Erratum Buxbaumiella 84

In het artikel "Harrie Sipman: student en collega bij het Terschellingse duinonderzoek in de periode 1968-1979" (R. Ketner-Oostra, *Buxbaumiella* 84: 42-49) moet het onderschrift van figuur 1 gewijzigd worden in: Harrie Sipman (rechts) met medestudenten (v.r.n.l. Jan Smittenberg, Hanneke Baretta-Bekker en Job Baretta) op het Biologische Station 'Schellingerland' te Oosterend in 1968.