

## De terrestrische korstmosvegetatie van het Kootwijkerzand

R. Ketner-Oostra

At the initiative of the Dutch State Forest Commission a survey was made of lichen vegetation at Kootwijkerzand, an inland sand dune area at The Veluwe, a huge pleistocene deposit in the eastern central part of The Netherlands. Most of the very poor soil has been planted with pine trees (*Pinus sylvestris*), but part is heath and part is still active aeolian sand. This part consists of bare drift-sand tracts with sparse grassland on the more stabilized parts, classified as Grey hairgrass community (*Corynephorus canescens*) with mosses and lichens. Since the nineteen seventies increasing air pollution caused by nearby intensive cattle and poultry farming (0-85 kg N/ha/year) has affected both the woods, the heath area and the lichen-steppe. By means of vegetation-relevés (4 m<sup>2</sup>) eight types (with subtypes) of moss and lichen vegetation could be described (summation table). Eight permanent plots were laid out and a basic set of soil samples was analysed by a professional laboratory. A programme both for vegetation and soil was proposed, to monitor the expected diminishing animal husbandry air pollution from the nearby "Gelderse Vallei" in the future.

### Inleiding

Het Kootwijkerzand is beroemd als open stuifzandgebied. Het is door grootte en plantengroei uniek in West-Europa. In de jaren zestig is er onderzoek gedaan naar de rijke korstmosvegetatie langs de randen van het stuivende zand (Van Embden & Verwey 1968). Daar hadden zich behalve meer algemene terrestrische korstmossen ook voor Nederland zeldzame en zeer zeldzame soorten gevestigd, zoals *Cladina rangiferina* en *Cetraria nivalis*.

In de jaren zeventig vreesde men dat het toenemende verkeer (uitbreiding E 8) en de recreatie invloed zouden hebben op de zgn. lichensteppen. Er kwam onderzoek op gang in de jaren tachtig naar de invloed van "zure regen" op de arme zandgronden van de Veluwe, nl. van N-depositie (0-85 kg/ha/jaar) op de bossen van Kootwijk.

De toegenomen hoofdzakelijk agrarische luchtverontreiniging vanuit de Gelderse Vallei bleek vooral een achteruitgang van de Rendiermossen

(*Cladina* spec.) in gras- en heidevegetatie te veroorzaken. Gelijktijdig was het bostype *Cladonio-Pinetum sylvestris* (korstmossen-dennenbos) aan het verdwijnen (Van der Werf 1991).

Daniels onderzocht in de periode 1982-1989 korstmosrijke buntgrasvegetatie (*Corynephorus canescens*) op het Caitwicker- en Kootwijkerzand (Daniels 1990). Uit P.Q.- studies bleek de soorten-samenstelling zeer stabiel, zonder duidelijke successie en zonder toename van grassen of mossen, zoals in de tachtiger jaren landelijk in struikheidevegetatie (*Calluna vulgaris*) plaats vond (De Smidt & Van Ree 1991). Wel nam hij de invloed van beheersmaatregelen waar. Na het in 1979 kappen en verwijderen van dennen bleken tractor-sporen de bodem te beschadigen, evenals het dumpen en verbranden van takkenafval. In de monitorperiode nam hij op die plekken toename van *Festuca ovina* (Schapegras) en *Campylopus introflexus* waar (Daniels 1990).

De concurrentiekracht van dit laatstgenoemde mos heeft het beeld van onze Nederlandse stuifzanden sedert eind jaren zestig sterk gewijzigd. Deze neofyt afkomstig van het zuidelijk halfrond (Sipman 1977) is de oorspronkelijke mos- en korstmosbegroeiingen binnen gedrongen, hetgeen waarschijnlijk bevorderd is door de toegenomen N-depositie.

In opdracht van Staatsbosbeheer Regio Veluwe-Achterhoek is de huidige diversiteit in de korstmosvegetatie op de stuifzanden van Boswachterij Kootwijk geïnventariseerd. Met de aanleg van een achttal permanente kwadraten met uitvoerige vegetatie- en bodemkundige documentatie is een begin gemaakt met een biomonitoring programma (Ketner-Oostra 1994).

Volgens James et al. (1977) zijn terrestrische korstmosvegetaties het meest doeltreffend te beschrijven in samenhang met de hogere planten in deze vegetaties. Daarom is gekozen voor opnamen van 4 m<sup>2</sup>, het zogenaamde grasland-formaat. De opnamen zijn gemaakt volgens de principes van de Frans-Zwitserse School (Braun-Blanquet), in de aangepaste versie met de schaal van Barkman, Doing en Segal (Barkman et al. 1964). Bij de naamgeving van de mossen is Touw & Rubers (1989) gevolgd, bij die van de korstmossen grotendeels Brand et al. (1988).

Er is een verfijnde typologie van de lokale korstmosvegetatie gemaakt door een tachtigtal opnamen in deel-tabellen onder te brengen. Uiteindelijk blijkt uit de sommatietabel dat *Corynephorus canescens* constant

in alle opnamen aanwezig is. In de hier volgende typologie blijken de onderzochte vegetaties tot het *Spergulo-Corynephorum* (heidespurriebuntgrasgemeenschap) te horen en tot overgangen daarvan naar het *Genisto pilosae-Callunetum* (struikheidegemeenschap) en *Dicrano-Juniperetum* (jeneverbesstruweel). In dit artikel wordt volstaan met het publiceren van de sommatietabel.

## Beschrijving van de vegetatietypen

### type 1a/b. Stuivend zand met grassen

De opnamen zijn gemaakt in gebieden met zich verplaatsende zandmassa's, zoals in het westelijke gebied tussen Groot en Klein Laar en in het overstuivingsgebied bij De Dikke Bart. Subtype 1b met een hoge bedekking van *Coelocaulon aculeatum* geeft een zeldzaam geworden erosie-vorm van het *Cladonietum dstrictae* weer (Masselink 1994).

### type 2. Vastlegging van kaal zand door groenwieren en buntgras

Er is in dit vegetatie-type sprake van verstuvend zand, maar ook van vastlegging van het oppervlak door wierlagen. Vaak ligt er al een wierkorst, waaroverheen nog zand beweegt.

### type 3. Vastlegging van kaal zand door groenwieren, buntgras en mos

Er vindt in toenemende mate een vastlegging van het zand plaats door *Polytrichum piliferum*. Deze moslaag is vitaal door de nog voortdurende overstuiving. Er is nauwelijks sprake van afgestorven mos aan het oppervlak. In de bodem kunnen wel overstoven mosresten aanwezig zijn.

### type 4. Mostapijten met wier-bedekking

Het aaneengesloten mostapijt kan in toenemende mate overgroeid raken door een wierlaag. In droge perioden ziet deze eruit als een breekbare, donkere korst over het mos, maar in natte perioden (voorjaar, natte zomers, herfst, winter) wordt het wier met het mos tot een glibberige, slijmige laag die hellingen spekglad maakt. De belangrijkste wiersoort in het slijmige vlies is *Palmogloea protuberans* (Sm. & Sow) Kütz. De systematische plaats en ook de omgrenzing van deze soort zijn niet duidelijk. Het betreft onregelmatige kolonies gemengd met

eencellige, kolonievormende blauwwieren (gegevens Dr. W.F. Prud'homme van Reine, Rijksherbarium Leiden).

4a. Vegetatie-type met een aaneengesloten mostapijt (tot 98%) van *Polytrichum piliferum*, waarvan 25% overgroeid is geraakt door het wier *Palmogloea protuberans*.

4b. Vegetatie-type met aaneengesloten mostapijt bestaande uit *Campylopus introflexus*. In het onderzoek van Van Embden & Verwey (1968) wordt dit mos slechts eenmaal genoemd met een bedekking van < 1%. Nu na 25 jaar bedekt het enorme oppervlakken, met name in door ingrepen van de mens verstoorde terreinen (Daniels 1990). Na het kappen van opslag en bij ontbreken van stuivend zand grijpt dit mos explosief om zich heen. Daarbij wordt geprofiteerd van hangwater in de fijnkorrelige zandlagen, de nog aanwezige humus en de hoge stikstofbemesting via de atmosfeer. In de begroeiing op uitgestoven laagten met grindlagen is de drainage beter en kan *Polytrichum piliferum* de concurrentieslag winnen, evenals op de nog of weer stuivende terreinen.

**type 5. Afstervende mostapijten, door veroudering, wiergroei en omwoeling**

5a. Vegetatietype van in toenemende mate afstervend mostapijt (tot 97%) van *Polytrichum piliferum*. *Festuca ovina* is hier een indicator voor het toegenomen stabilisatie-proces, terwijl *Corynephorus canescens* in de voorgaande typen juist aangaf dat er nog verse zand-toevoer was. Uiteraard sterft een deel van het mostapijt door veroudering af, mede door de stagnatie in de aanvoer van nieuw zand. Er is ook sprake van verstikking van het mosdek door de overgroeiing met *Palmogloea protuberans* (zoals in type 4a), hier aanwezig met een gemiddelde bedekking van 80%. Op de dode moslaag is het begin van korstmos-begroeiing zichtbaar en de eerst waargenomen soort is *Cladonia pleurota* (sensu Purvis et al. 1992; d.i. de korrelig soredieuze *Cladonia coccifera* bij Brand et al. 1988). Het gaat meestal alleen om enkele grondthallusschubben.

5b. Vegetatie-type waarin *Polytrichum piliferum* mostapijt-vormer is geweest (en nu deels is afgestorven), maar waarin *Campylopus introflexus* ook in geringe bedekking aanwezig is. De korstmos-begroeiing op

de afgestorven moslaag is in de beginfase met grondthalussschubben van *Cladonia pleurota*, *C. glauca*, *C. cervicornis*, *C. floerkeana* en *C. crispata* met bedekking < 1%.

5c. Vegetatie-type gekenmerkt door omwoeling van het mostapijt (85-100%) door vogels. Op het mostapijt zijn nog nauwelijks korstmossen aanwezig. Aanvankelijk werd uit veldobservaties de conclusie getrokken, dat alleen tapijten van *Campylopus introflexus* op deze wijze werden verwoest. Uit een opname blijkt echter dat ook een praktisch gaaf tapijt van vitale *Polytrichum piliferum* ten prooi aan vogels kan vallen. Uit observaties van personeel van Staatsbosbeheer blijkt dat het voornamelijk gaat om kraaien die hun snavel diep in het mos steken op jacht naar insectenlarven. In groepjes strijken de vogels neer en grazen een stuk terrein af.

**type 6. Korstmos-ontwikkeling op gedeeltelijk afgestorven mostapijten**

6a. Vegetatie-type van *Polytrichum*-tapijt met gemiddeld 15% bedekking van vitaal en 70% afgestorven mos; gemiddeld 45% van het proefvlak, dus ook de aanwezige grassen en korstmossen, is bedekt met *Palmogloea protuberans*. De korstmoslaag ontwikkelt zich van 20% bedekking tot 80%. Het aantal soorten varieert van 2 per opname tot 11. Een soort kan plaatselijk sterk domineren, met name *Cladonia pleurota*, *C. glauca* en *C. ramulosa*.

6b. Vegetatie-type, waar in het *Polytrichum*-tapijt (met gemiddeld 20% vitaal en 50% afgestorven mos) gemiddeld 10% *Campylopus introflexus* voorkomt. Ook dit mos sterft plaatselijk af bij bedekking door *Palmogloea protuberans*. De gemiddelde bedekking van het proefvlak met dit wier is 40%; het kan ook over de aanwezige grassen en korstmossen groeien. Eén licheensoort kan plaatselijk sterk aspectbepalend zijn, bijvoorbeeld *Cladonia crispata*, *C. glauca*, *C. pleurota*, *Cl. strepsilis*, *C. floerkeana* en *C. bacillaris*.

**type 7. Soortenrijke korstmos-vegetatie**

7a. Vegetatie-type met relatief veel korstmossen (gemiddeld 9 soorten) met een hoge bedekking (gemiddeld 75%). Dit sub-type komt voor op uitgestoven laagten waar wat mineraalrijker dekzand met grind aan de oppervlakte is gekomen. Van het vergane organisch materiaal is de

hoeveelheid moeilijk aan te geven, daar het deels een geheel vormt met de licheenlaag. De hoge bedekking aan korstmossen is vaak een gevolg van het plaatselijk domineren van een of meerdere van de soorten. Dit heeft uiteraard te maken met de vnl. vegetatieve vermeerdering bij deze plantengroep. Zo kan *Cladonia cervicornis ssp. verticillata* met een bedekking van 60%, *C. gracilis* met een bedekking van 85% domineren. Voor enkele soorten daarentegen is een bedekking van 3% al zeer uitzonderlijk, bijvoorbeeld voor *Cladonia strepsilis*, *C. zopfii* en *Coelocaulon aculeatum*.

7b. Vegetatie-type met veel korstmossen (gemiddeld 7 soorten), met een gemiddelde bedekking van 40% en veel dood organisch materiaal (gem. 50%). Dit dode materiaal bestaat voor het grootste deel uit niet meer herkenbaar liggend dood gras, vaak met een wierlaag eroverheen; verder wat onherkenbaar mos en ingewaaid naalden en bladeren. Typerend voor deze plekken is behalve het voorkomen van *Corynephorus canescens* het voorkomen van *Agrostis vinealis* (Zandstruisgras). Er is een geringe bedekking aan mossen. Typerend voor dit humusrijke milieu is het voorkomen van *Trapeliopsis granulosa*, een crusteus licheen dat veel minder waargenomen is dan verwacht werd en alleen in dit milieu.

In een opname domineert *Cladonia uncialis* met een bedekking van 40%, in een andere komt deze samen met *Cladina portentosa* en *Cladonia gracilis* in geringe bedekking voor. In deze kenmerkende combinatie kan bovendien *Cladina arbuscula* sensu lato voorkomen. Deze combinatie van korstmossen zien we ook in het volgende subtype en ook in open *Calluna vulgaris*-vegetatie.

7c. Vegetatie-type met *Dicranum scoparium*, variërend van 3-100% (gemiddeld 30%) en met veel korstmossen (gemiddeld 7 soorten met een totale bedekking van gemiddeld 30%). Er is relatief veel organisch materiaal, hoofdzakelijk bestaande uit bladeren en naalden (gemiddeld 30%). Echte bosmos-soorten, zoals *Polytrichum formosum*, *Pleurozium schreberi* en *Ptilidium ciliare* geven aan, dat hier de soorten van het *Betulo-Quercetum roboris* of *Dicrano-Quercetum* (droog berken-zomer-eikenbos; zie Van der Werf 1991) om de hoek komen kijken. Bij de hoogste bedekking van *Dicranum scoparium* is van de korstmossen alleen *Cladina portentosa* met een 1% bedekking vertegenwoordigd.

Wat meer uit de bosrand kan *C. portentosa* echter sterk domineren, samen met *Cladonia gracilis* (tot 40%), *C. uncialis* (10%), *Cladina arbuscula*, *Cladonia crispata* en de nog niet genoemde *C. polydactyla*. Er is hier sprake van een uniek eindstadium van de korstmoss-ontwikkeling, dat in de jaren negentig echter een zeldzaamheid geworden is. Kennelijk is op korte afstand beschutting door een bosrand, berkensingel, dennen- of eikenopslag nodig voor het invangen van de luchtverontreiniging. Voor het Kootwijkerzand gaat dit alleen op voor de verst van de Gelderse Vallei af gelegen percelen. Bovendien ontvangen deze locaties een gedeelte van de dag geen directe instraling zodat de luchtvochtigheid langer hoog blijft dan in het open terrein.

#### **type 8. Mozaiek-vegetatie van stuifzand met heide**

8a. Vegetatie-type met veel grassen (gemiddelde bedekking 50%) en weinig mossen (gemiddeld 8%) en weinig korstmossen (gemiddeld 2%). De dwergstruiklaag bedekt 5% en wordt gevormt door *Calluna vulgaris*.

8b. Vegetatie-type met toenemende heide-bedekking tot 30%, met afgestorven mos en ander dood organisch materiaal en veel soorten korstmossen. Er is sprake van een mozaiek-vegetatie van oude en jonge *Calluna* (in koepelvorm), met de diverse grassen, levende en afgestorven mos- en korstmoslagen.

De binnen dit type waargenomen vestiging van *Juniperus communis* (Jeneverbes) is tegenwoordig bijzonder voor Nederland. Het voorkomen van *Campylogus pyriformis* is hier volgens verwachting. Aan dode mossen is gemiddeld 35%, aan ander dood organisch materiaal (takken en strooisel) 25% aanwezig. Al het dode materiaal is met een wierlaag bedekt. De korstmossen bedekten samen gemiddeld 20%, met gemiddeld 10 soorten en een topper van 16 soorten. Nog niet in de vorige typen genoemde soorten zijn *Cladonia merochlorophaea*, *C. subulata*, *C. cervicornis ssp. pulvinata*, *Placynthiella icmalea* en *Micarea leprosula*.

## Conclusies

Uit het onderzoek blijkt dat op het stuivende deel van het Kootwijkerzand de omstandigheden nog gunstig zijn voor pioniervegetatie. De zuurgraad van het zand in de oppervlaktelaag ligt in het zwak zure gebied, maar er is lage base-bezetting en geringe buffercapaciteit (vegetatie-typen 1a, 2 en 3).

Op de westelijk gelegen delen van het Kootwijkerzand is de invloed van stikstof-depositie groot en samen met de recreatie-druk leidt dit tot open zand met geërodeerde vegetatie. Het verdwijnen van de korstmossen is hier ook een zuiver mechanische effect van betreding (vegetatie-type 1b en 4a).

In zuidoostelijk en noordoostelijk gelegen terreinen zijn door instuiving nog *Polytrichum piliferum* velden aanwezig (vegetatie-type 3). Dit is mede een gevolg van beheersmaatregelen als het verwijderen van vliegdenen.

Ten zuiden van de weg langs het Radiolijntje en in het uiterste zuidoosten langs de bosrand komen mede door de geringe toeristische druk nog allerlei, voornamelijk humicole korstmossen voor (vegetatietype 5a/b en 6a/b).

Hetzelfde geldt voor het noordoosten, waar in uitgewaaide laagten wat mineraalrijker dekzand met grind aan de oppervlakte voorkomt. De begroeiing bestaat uit tamelijk oude korstmos-vegetatie, met een aantal typerende soorten. Er treedt hier geen vergrassing op, hetgeen te danken is aan de goede drainage. Het ongestoorde vegetatiedek kan de stikstof toevoer verwerken door bacterie-activiteit in de bodem (vegetatie-type 7a). De typerende epilithische korstmosflora op het grind is echter een fractie van wat er in vroeger tijden zonder "zure regen" aanwezig is geweest (Masselink 1994).

In het midden-gebied van het Kootwijkerzand, oostelijk van de open zand-banen, is in diverse perioden tussen '68 en '81 opslag verwijderd. Gedeeltelijk is dat zeer zorgvuldig gebeurd. Richting zuidoost, met opslagverwijdering in '79 en '80, vindt erg weinig instuiving plaats. Daar overheersen nu groene mosvelden van *Campylopus introflexus*



(vegetatie-type 4b). Met Daniels (1990) ben ik van mening dat dit een indirect gevolg is van de beheersmaatregelen. Plaatselijk zijn grote stukken door vogels omwoeld. De P.Q.-studie zal ons leren of na humificatie van de brokstukken korstmossen een kans krijgen (vegetatie-type 5c).

In het midden-gebied, pal oostelijk en niet ver van de stuifbanen, is al in 1968 opslag verwijderd. Er is een interessante mozaiek-vegetatie van oude en jonge *Calluna vulgaris* met *Corynephorus canescens* en *Agrostis vinealis* ontstaan. De mos- en korstmos-vegetatie (humicole soorten) is gevarieerd. Hier zijn een aantal nieuwe vestigingen, uit diverse jaren, van *Juniperus communis* waargenomen. Ook hier is nu de bodem stabiel en in staat de N-depositie te verwerken (vegetatie-type 8b).

*Cladina*-soorten komen nog voor op speciale locaties in het noorden en noordoosten van het Kootwijkerzand, waar de luchtverontreiniging weggevangen wordt door bosranden, boomsingels of vliegdennen. Daar zal bovendien de luchtvochtigheid voor een gedeelte van de dag hoog blijven. Bij een ongestoorde successie vormen *Cladina*-soorten, *Cladonia uncialis* en *C. gracilis* daar nog een tapijt (vegetatie-type 7b/c). Bij voortgaande successie zal echter de hoeveelheid humus in de grond toenemen en daardoor de invang van stikstof. Het indringen van *Deschampsia flexuosa* is al een voorteken van deze versnelde successie. In vroeger jaren konden dergelijke korstmos-tapijten tientallen jaren voortbestaan.

Hoewel er op het Kootwijkerzand nog interessante en redelijk goed ontwikkelde korstmosvegetaties aanwezig zijn, is het duidelijk dat hun voortbestaan op de langere termijn alleen mogelijk is indien de ammoniakemissies sterk gereduceerd worden.

De dreiging van overwoekering door wiergroei en versnelling van de successie in de mos- en korstmosvegetatie kan alleen zo tijdig afgeremd worden. Met behulp van het ontwikkelde monitoringprogramma kunnen de toekomstige veranderingen tot in de 21e eeuw gevolgd worden.

## Dankwoord

Graag wil de medewerkers van Staatsbosbeheer Kootwijk voor hun daadwerkelijke hulp bij het veldwerk, drs. A.K. Masselink voor zijn overdracht van veldkennis en dr. A. Aptroot voor de controle van een aantal problematische korstmossen danken.

## Literatuur

- Barkman, J.J., H. Doing & S. Segal. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta Bot. Neerl. 13: 394-419.
- Brand, A.M., A. Aptroot, A.J. de Bakker & H.F. van Dobben. 1988. Standaardlijst van de Nederlandse Korstmossen. Wet. Mededeling K.N.N.V. nr. 188, Utrecht.
- Daniels, F.J.A. 1990. Changes in dry grassland after cutting of Scots pine in inland dunes near Kootwijk, The Netherlands. In: F. Krahulec, A.D.Q. Agnew, S. Agnew & J.H. Willems (eds), Spatial processes in plant communities. pp. 215-235.
- Emden, A.E. van & L.E. Verwey. 1968. Het Kootwijkerzand. Vegetatiekundig onderzoek. Rapport Instituut Systematische Plantkunde, R. U. Utrecht, R.I.V.O.N., Zeist.
- James, P.W., D.L. Hawksworth & F. Rose. 1977. Lichen communities in the British Isles: a preliminary conspectus. In: M.R.D. Seaward (ed.), Lichen Ecology. Academic Press, London.
- Ketner-Oostra, R. 1994. De korstmos-vegetatie van het Kootwijkerzand. Vegetatie- en bodemkundig onderzoek bij de aanleg van permanente kwadraten in het stuifzandgebied. Staatsbosbeheer Driebergen, Rapport 1994-1.
- Masselink, A.K. 1994. Pionier- en lichenrijke begroeiingen op stuifzanden benoorden de grote rivieren: typologie en syntaxonomie. Stratiotes 8: 32-62.
- Purvis, O.W., B.J. Coppins, D.L. Hawksworth, P.W. James & D.M. Moore. 1992. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. Natural History Museum Publications, London.
- Sipman, H. 1977. *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. en *C. pilifer* Brid. in Nederland. Lindbergia 4:157-160.
- Smidt, J.T. de & P. van Ree. 1991. The decrease of Bryophytes and Lichens in Dutch Heathland since 1975. Acta Bot. Neerl. 40:379.
- Touw, A. & W.V. Rubers. 1989. De Nederlandse Bladmossen. Stichting Uitgeverij K.N.N.V., Utrecht.
- Werf, S. van der. 1991. Bosgemeenschappen. Natuurbeheer in Nederland. Deel 5. PUDOC, Wageningen.

Sommatietabel<sup>1)</sup>

Vegetatie-type	1a	1b	2	3	4a	4b	5a	5b	5c	6a	6b	7a	7b	7c	8a	8b
Aantal opnamen	7	2	5	4	5	1	6	4	5	6	15	4	4	8	2	06
<b>Hogere planten</b>																
<i>Ammophila arenaria</i>	2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca rubra</i> s.l.	3	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corynephorus canescens</i>	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3	5
<i>Spergula morisonii</i>	-	3	-	4	3	-	5	5	3	3	5	3	2	-	-	5
<i>Festuca ovina</i> s.l.	-	-	-	2	3	5	5	4	2	3	4	3	4	3	4	4
<i>Agrostis vinealis</i>	-	-	-	2	-	-	-	2	2	-	2	4	3	4	3	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	3	4	5	5
<i>Rumex acetosella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	2	4	3	1
<i>Carex arenaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	2
<i>Poa pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Holcus lanatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pinus sylvestris</i>	1	-	-	-	-	5	1	-	-	1	1	2	-	1	-	1
<i>Calluna vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5	5
<i>Quercus robur</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Juniperus communis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Mossen</b>																
<i>Polytrichum piliferum</i>	-	5	-	5	5	-	5	5	3	5	5	4	4	2	3	3
id. dood en overgroeid	-	-	-	-	5	-	5	5	2	5	5	3	2	-	-	3
<i>Campylopus introflexus</i>	-	3	1	-	-	5	-	5	3	-	5	4	3	1	3	2
id. dood en overgroeid	-	-	-	-	-	5	-	-	1	-	-	2	2	-	-	1
<i>Ceratodon purpureus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Dicranum scoparium</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	5	3	4
<i>Pohlia nutans</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campylopus flexuosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polytrichum formosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pleurozium schreberi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Ptilidium ciliare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Hypnum jutlandicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-
<i>Campylopus pyriformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<b>Wieren</b>																
Groenwieren	1	5	5	5	2	-	2	4	1	1	3	2	2	-	-	2
<i>Palmogloea protuberans</i>	-	-	-	-	5	5	5	5	2	5	5	4	4	2	-	5
<i>Microspora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Korstmossen</b>																
<i>Coelocaulon aculeatum</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	2	3	2	4	3	1	3	1
<i>C. muricatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	1
<i>Cladonia pleurota</i> <sup>M</sup>	-	-	-	-	-	-	5	5	4	5	5	5	5	4	-	5
<i>C. glauca</i>	-	-	-	-	-	-	1	3	3	5	5	5	3	1	-	5
<i>Stereocaulon condensatum</i>	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	2	-	-	-	-
<i>Cladonia floerkeana</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	1	5	4	3	-	1	-	5
<i>C. crispata</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2	2	2	3	3	-	3
<i>C. cervicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ssp. <i>cervicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3	1	3	-	-	-	1

<i>C. strepsilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	3	-	-	-	1
<i>C. pyxidata</i> <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. ramulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	2	-	2	-	4
<i>C. cervicornis</i>																
<i>ssp. pulvinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	-	-	-
<i>Placynthiella icmalea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
<i>Cladonia bacillaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	3	3	1	-	5
<i>C. gracilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	3	5	4	-	2
<i>C. subulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3	-	1	-	1
<i>C. chlorophaea</i> P- <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-
<i>C. chlorophaea</i> P+ <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	2	-	-	-
<i>C. merochlorophaea</i> P+ <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1
<i>C. chlorophaea</i> P-/P+ <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4
<i>Cladina portentosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	5	3	5
<i>C. arbuscula</i> s.l.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	3	4	-	-
<i>C. ciliata</i> var. <i>tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Cladonia zopfii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	3	2	-	3
<i>C. cervicornis</i>																
<i>ssp. verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-
<i>C. foliacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	1
<i>C. uncialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4	-	1
<i>C. coccifera</i> <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>C. squamosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>C. polydactyla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Micarea leprosula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

## Legenda bij de tabel

Vegetatie-type 1a/b: stuivend zand met grassen.

Vegetatie-type 2: vastlegging van kaal zand door Groenwieren en Buntgras.

Vegetatie-type 3: vastlegging kaal zand door Groenwieren, Buntgras en mossen.

Vegetatie-type 4a/b: mostapijt met gedeeltelijke wierbedekking.

Vegetatie-type 5a/b/c: afstervend mostapijt, door veroudering, wiergroei of omwoeling.

Vegetatie-type 6a/b: korstmoss-ontwikkeling op gedeeltelijk afgestorven mostapijt.

Vegetatie-type 7a/b/c: soortenrijke korstmoss-vegetatie.

Vegetatie-type 8a/b: mozaiek-vegetatie van stuifzand met heide.

- frequentie-klasse 1 houdt in, dat de soort in 0-20% van de opnamen aanwezig is, 2 in 21-40%, 3 in 41-60%, 4 in 61-80% en 5 in 81-100% van de opnamen.
- met "granular soredia" (zie Purvis et al. 1992).
- met "corticate granules" (zie Purvis et al. 1992).
- als een van deze taxa aanwezig is, is niet uitgesloten dat ook de andere chemische taxa aanwezig zijn.
- deze zijn niet chemisch getest.