

Terrestrische korstmossen en het veranderde milieu sinds 1970

Rita Ketner-Oostra

Bij het aanbieden van ruim een halve meter *Buxbaumiella*'s in mijn boekenkast kijk ik terug op het tiental publicaties over terrestrische (= op de grond groeiende) korstmossen (lichenen) die ik in het verleden samen met anderen heb aangeleverd. Die artikelen betreffen natuurgebieden waarheen in de toekomst nog regelmatig excursies zullen gaan. Deze terugblik lijkt me daarom voor de nieuwere leden van de BLWG interessant om een beeld te krijgen van wat indertijd wel de lichenensteppen werden genoemd.

Het betreft artikelen over droge kalkarme graslanden zowel aan de kust als in het binnenland. Oorspronkelijk zijn het beschrijvingen van korstmosrijke vegetaties, later vooral gericht op hun achteruitgang. Dit is zichtbaar gemaakt door voor elk natuurgebied de resultaten van twee perioden van onderzoek te vergelijken. Daarbij is de toegenomen invloed van stikstof-(N)-depositie via de atmosfeer steeds aan de orde gekomen.

In www.natuurtijdschriften.nl zijn de voor *Buxbaumiella* vermelde artikelen onder jaartal en auteur(s) terug te vinden. De genoemde vegetierapporten met * zijn aanwezig in de bibliotheek van de Heimans & Thijsse Stichting Amsterdam: www.heimansenthijssstichting.nl.

Korstmossenonderzoek in brede zin

In 1984 verscheen *Buxbaumiella* 16, een 'special' geheel gewijd aan korstmossenonderzoek (1971-1983). Soorten op bomen (= epifytisch groeiend) bleken als indicatoren voor het veranderende milieu te gebruiken. Barkmans proefschrift uit 1958 was de basis voor het WHEN-onderzoek (Werkgroep Herkartering Epifytenwoestijnen Nederland). De concentratie SO_2 was toen al enkele jaren aan het dalen. De onderzoekers waren meest NJN-leden, later bekende namen in de BLWG. In 1976 werden de resultaten gepubliceerd in het proefschrift van Toke de Wit. Voor meer informatie over deze onderzoeksgroep, zie het jubileumboek bij 50 jaar BLWG van Ger Harmsen (1998).

Foto 1. Buntgras (*Corynephorus canescens*) met varkensspootje (*Cladonia uncialis*), Terschelling omstreeks 1970. Foto: auteur.





Foto 2a, linksboven. Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*) in de duinen op Terschelling in 1968. Foto: Han Klein.



Foto 2b, rechtsboven. Purper geweimos (*Pseudevernia furfuracea*) in duingrasland op Terschelling omstreeks 1970. Foto: auteur.

Foto 2c, rechts. Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*) in duingrasland op Terschelling omstreeks 1970. Foto: auteur.



Provinciale korstmosmeetnetten van epifyten waren het gevolg. Een voorbeeld daarvoor was het onderzoek van Ineke Masselink-Beltman voor de Provincie Drenthe uit 1976-1977. Aanbevolen was een netwerk van permanente kwadraten op bomen aan te leggen met bepaalde soorten als bio-indicatoren voor luchtverontreiniging; zie het artikel over het meetnet op de Utrechtse heuvelrug (Van Herk 2019).

Onderzoek aan terrestrische korstmossen sinds 1965

In boven genoemde *Buxbaumiella* 16 stonden ook de inventarisaties van terrestrische soorten vermeld, zoals die van de Waddeneilanden (Brand & Ketner-Oostra 1983) en het Lauwerszeegebied (Aptroot & Kloen 1984). Het waren vooral veel op de grond groeiende *Cladonia*-soorten maar ook normaal op bomen groeiende epifytische lichenen. Dat waren twee soorten schorsmos (*Hypogymnia*), bruin paardenhaarmos (*Bryoria fuscescens*), een enkele baardmossoort (*Usnea spec.*), groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*) en purper geweimos (*Pseudevernia furfuracea*), die op het kale zand of mostapijten groeiden; zie Foto's 2a, b, c.

Maar in dit overzicht uit 1984 stond niet vermeld dat studenten Vegetatiekunde en Plantenecologie bij Systematische Plantkunde (Universiteit Utrecht) al sinds 1965 korstmossen uit hun vegetatieopnamen determineerden. Voor

hun doctoraal- of MO-examen deden zij vegetatiekundig onderzoek in een groot aantal heidegebieden en binnenlandse stuifzanden. Ook de kalkarme kustduinen van de Waddeneilanden Terschelling en Ameland met duinheide en buntgras (*Corynephorus canescens*) waren er onderdeel van. In het binnenland waren het heide en stuifzanden van het Kootwijkerzand, bij Nieuw Bergen in Noord-Limburg, op de Lemelerberg en in de Loonse en Drunense Duinen.

Deze projecten waren onderdeel van het promotieonderzoek over heidevegetatie in Nederland van Jacques de Smidt (De Smidt 1977). De eindrapporten van al deze studentenonderwerpen zijn opgenomen in de bibliotheek van de Heijmans & Thijssen Stichting in Amsterdam.

Tot in de 1970'er jaren waren dergelijk natuurgebieden nog zeer rijk aan soorten *Cladonia*'s. Als collega van Jacques de Smidt controleerde ik deze soorten, later deed Harrie Sipman dat. Beiden waren we indertijd tijdelijk aangesteld bij de bovengenoemde afdeling Vegetatiekunde. De studentenprojecten bleken later belangrijk referentiemateriaal te bieden bij herhalingsonderzoek. Daarmee kon de vergrassing en vermossing van droge graslanden en heiden zicht-

baar worden gemaakt. Landelijk luidde daarover al sinds begin 1990'er jaren de noodklok en dat gaf de aanzet tot het landelijke EGM-onderzoeksplan (Effectgerichte Maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van natuurterreinen).

I Duingraslanden in het Waddengebied

De oorspronkelijke rijkdom van de duingraslanden was in de 1960'er jaren onderdeel van een tiental studentenonderzoeken op Terschelling en Ameland. De studenten (onder wie Harrie Sipman en ik) en hun projecten uit de periode 1966-1972 zijn gedocumenteerd in het RIN-rapport 'Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling' (Ketner-Oostra 1989); Foto 3. De duingraslanden en de overgangen naar dwergstruikheiden zijn beschreven nadat de typen met vegetatietabellen zijn onderscheiden.

Als je dit rapport downloadt, dan geven vooral de zwart-witfoto's een duidelijk beeld van de zogenaamde lichenensteppen. De hellingen van het RD-duin ten noorden van Oosterend gaven in 1966 de lichenenrijke fase van het Buntgrasduin weer.

De zwart-witfoto's van de bijzondere epifyten die toen op de grond groeiden spreken voor zich. Een verspreidingskaartje uit de periode 1966-1972 geeft de locaties van de baardmossoorten en van het paardenhaarmos weer. De gepubliceerde vegetatieopnamen zouden het 25 jaar later mogelijk maken om de veranderingen in de duingraslanden door vergrassing aan te tonen.

Vanaf 1990 herhaling oud onderzoek op Terschelling

Op advies van Ger Londo (RIN) startte ik daarom in 1990 een kwantitatief herhalingsonderzoek op Terschelling. Daarbij stond mijn eigen studentenonderzoek uit 1966 centraal (Oostra 1968)*. Op de twee duinhellingen van het RD-duin, later Rita's Duin genoemd, waren toen vakken van 4 x 4 m uitgemeten met lichenenrijke buntgras- (*Corynephorus canescens*)-vegetatie. Per vak waren schattingen in percentages gedaan van kaal zand, vaatplanten, mossen en lichenen. Na het in 1990 opnieuw inmeten van deze vakken bleken deze sterk vergrast met helm (*Ammophila arenaria*) en zandzegge (*Carex arenaria*). Het percentage korstmossen was dramatisch verminderd van gemiddeld 50% naar 3% (Ketner-Oostra 1993). Het mos grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) was in 1966 op deze helling nog niet aanwezig maar in 1990 plaatselijk met wel 25%

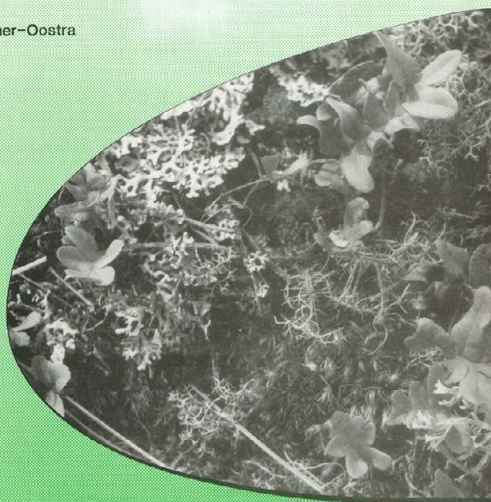
Na dit alarmerende bericht ben ik in de periode 1990-1996 in de duingraslanden over het hele eiland opnieuw vegetatieopnamen gaan maken, met een standaardoppervlak van 4 m². Het artikel over de veranderingen sinds eind 1960'er jaren staat in *Buxbaumiella* 68. Het was bovendien gerelateerd aan een grootschalige duinkartering door Buro Bakker in 2000. De graslandtypen verruigd met lange grasachtigen als helm en zandzegge waren in de meerderheid. Het vegetatietype van buntgras met bijzondere cryptogamen, zoals de grond groeiende epifyten, was sterk achteruitgegaan. De neofyt grijs kronkelsteeltje was dominant geworden en breidde zich bovendien uit op het nog aanwezige kale zand. Deze grote veranderingen zijn toen deels aan successie geweten maar wel versneld door de sinds de 1970'er jaren landelijk toegenomen stikstofdepositie.

Mijn hernieuwde onderzoek sinds 1990 werd een belangrijke basis voor het daarna opgezette Monitoringproject (van zowel vegetatie als bodem) voor Staatsbosbeheer Fryslân (1995-2005). Daarbij zijn verspreid over het eiland

Foto 3. RIN-rapport 1989: Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling.

Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling

Rita Ketner-Oostra



permanente kwadraten (PQ's) aangelegd in de nog aanwezige korstmosrijke vegetatie. Die zijn ook uitgezet op plekken waar geplagd was, waar brand was geweest of in jonge duinen waar overstuiving met vers zand aantoonbaar was.

Inzet computerprogramma TURBOVEG

Door de komst van de computer en de ontwikkeling van het vegetatieprogramma TURBOVEG (Hennekens & Schaminée 2001) werd het mogelijk oude en nieuwe opnamen te vergelijken. In dit programma zijn de vegetatieopnamen uit eind 1960'er jaren en die uit de 1990'er jaren van Terschelling ingevoerd. Als derde component zijn de eindresultaten van het SBB-monitorprogramma 1995-2005 toegevoegd. Daarna is het totale bestand met TWINSpan bewerkt. De resultaten van deze bewerking maakten duidelijk dat de typen van open kortgrazig lichenenrijk duingrasland praktisch verdwenen waren. Het artikel hierover samen met Karlè Šýkora werd hoofdstuk 2 in mijn proefschrift (Ketner-Oostra 2006). Maar ook in *Buxbaumiella* zijn deze resultaten gepubliceerd. Hierbij lag de nadruk op het effect van beheersingrepen. Leidt brand tot herstel van buntgrasvegetatie of is afplaggen beter? Welk effect heeft begrazing met groot- of kleinvee? Overstuiving met matig kalkrijk zand gaf een fraai gemengd *Cladonia*-tapijt; zie mijn artikel uit 2014 in *Buxbaumiella* 99.

Gecombineerd onderzoek naar vegetatie en microklimaat

Begin 1970'er jaren heb ik ook onderzoek naar het microklimaat in de duingraslanden gedaan. Daarbij kon ik binnen de vegetatie met verfijnde apparatuur zeer gedetailleerd de luchtvochtigheid en de temperatuur meten (dit met de zogenaamde Stoutjesdijk-thermometer). Dit oude onderzoek kon later vergeleken worden met recent onderzoek van de Universiteit van Amsterdam (Veer & Kooijman 1997). De verandering van het microklimaat door het toename van de lange grasachtigen heeft vooral effect gehad op de fotosynthese bij lichenen. Daarbij werd door de afwisseling van uitdroging en vocht-opname een passieve opname van nutriënten mogelijk. Door vergrassing bereikt de straling de toplaag van de bodem niet meer en wordt de ontwikkeling van insecten beïnvloed. Dit is terug te vinden in *Buxbaumiella* 79 uit 2007.

Mijn vroegere student Henk de Bruijn heeft in 1972 onderzoek gedaan naar de nestbouw van de op Terschelling voorkomende zeldzame satermier (*Coptoformica exsecta*). De vegetatiestudie van de overgangen van grasland naar struikhei- en kruipwilgvegetatie combineerde hij met

microklimaatmetingen met behulp van boven- genoemde apparatuur. Na zijn pensionering als schoolbioloog heeft hij dit onderzoek alsnog uitgewerkt (De Bruijn 2013)*. Eervol voor hem is dit rapport onlangs samengevat als artikel in *Natura* (De Bruijn 2019).

II Binnenlandse stuifzandterreinen

a. Gelderland

Het Kootwijkerzand

In 1993 kreeg ik van Staatsbosbeheer Regio Veluwe-Achterhoek de opdracht om de diversiteit in de korstmosvegetatie in dat gebied in kaart te brengen. In 1994 volgde een vegetatieanalyse waarbij acht vegetatietypen zijn beschreven. Vooral op open plekken en na een archeologische opgraving was er nog sprake van een actieve zandverstuiving. Bij instuiving volgde dan ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*) met vervolgens korstmossoorten. In de standaardopname van 4 m² bereikte de bedekking daarvan soms wel 40%. Maar algengroei en het invasieve mos grijs kronkelsteeltje vormden toen al een bedreiging. In 1994 werd al een link gelegd met 'zure regen' en hoge stikstofdepositie (*Buxbaumiella* 35).

De doctoraalstudenten uit 1968, Aletta van Embden en Lydia Snuij-Verwey, werden in 1994 bij dit project betrokken. 26 jaar na hun doctoraalonderzoek (Van Embden & Verwey 1968*) gingen we samen op excursie in hun onderzoeksgebied. Voor Staatsbosbeheer is toen een begin gemaakt voor een Monitorprogramma dat uitging van de nieuwe opnamen. Permanente kwadraten in de verschillende stadia van korstmosontwikkeling in grasland en heide zijn 10 jaar gevolgd tot 2004. Deze opnamen met bijbehorend bodemonderzoek zijn gebruikt om de veranderingen op specifieke plekken te gebruiken voor evaluatie.

Ook deze vegetatieopnamen uit de drie onderzoeksperiodes (1968, 1993-1995 en 2004) zijn overgezet in het vegetatieprogramma TURBOVEG en daarna met TWINSpan bewerkt. Begeleid door Karlè Šýkora werd dit artikel hoofdstuk 6 in mijn proefschrift (Ketner-Oostra 2006). Vooral in 2004 bleek er in de overgang naar korstmosrijke heide vergrassing met schapengras (*Festuca guestphalia/lemanii/filiformis*) en bochtige smele (*Avenella flexuosa*). Ook gingen de levermossen achteruit (det. Klaas van Dort), evenals kenmerkende vaatplanten als zandblauwtje (*Jasione montana*) en gewoon biggen-



Foto 4. Het Wekeromse Zand in 2019. Kaal zand en vlakten grijs kronkelsteeltje. Foto: Christa Heyting.

niger in het **Deelensche Zand** (Nationaal Park De Hoge Veluwe). Samen met Geoske Sanders en Laurens Sparrius werd in 2009 het effect van dat apparaat op de vestiging van korstmossen in geschoond stuifzand beschreven (K.-O., Sanders & Sparrius 2009; *Buxbaumiella* 82).

Het Wekeromse Zand

De vegetatiekundige Ab Masselink was met dit terrein van Het Geldersch Landschap goed bekend. Hij had daar in de periode 1983-84 veel vegetatieopnamen gemaakt. Over het verschil met die van mij uit 1993-1994 ontstond een artikel (K.-O. & Masselink 1999; *Buxbaumiella* 48). Mijn onderzoek herhaalde ik in 2004 (*Buxbaumiella* 67).

Toen al werd de alarmklok geluid over de afname van de hoeveelheid korstmossen in de stuifzanden vergeleken met de toename van mossen. In de beschutte bosranden en plekken met weinig stuivend zand nam grijs kronkelsteeltje sterk toe. Na omwoeling door vogels (vorming van 'mosblokjes') vestigden zich vooral humicole soorten *Cladonia*'s. De eigenaar Het Geldersch Landschap heeft meerdere grootschalige ingrepen laten uitvoeren om de delen met stuivend zand te behouden. De meest recente in 2012. Het grijs kronkelsteeltje breidt zich echter helaas weer sterk uit (Foto 4). Soorten *Cladonia*'s zijn nog in de overgangen naar heidevegetatie terug te vinden.

Voor het **Hulshorsterzand** heb ik vanaf 1996 voor de Vereniging Natuurmonumenten de rijke korstmosvegetaties beschreven en daarna 10 jaar met een monitorprogramma gevolgd. Er volgde een gezamenlijk project met Jungerius &

kruid (*Hypochaeris radicata*). Aangegeven werd dat dit een gevolg was van verzuring door de hoge N-depositie. De draagkracht van het vegetatietype 'korstmosrijke buntgrasvegetatie' en 'korstmosrijke heide' bleek ver overschreden voor deze stikstoftoevoer via de atmosfeer. Met het Nationaal Meetnet Luchtverontreiniging worden de huidige (sindsdien al wat verlaagde) waarden van die input door het RIVM nauwkeurig gevolgd.

Veel soorten *Cladonia*'s waren er echter nog wel, maar de vroeger beschreven hoge bedekkingen in zogenaamde lichenensteppen waren alleen nog te zien in de pq's in een vroeger afgevlakt terrein langs het zogeheten **Radiolijntje**. Deze weg was toen niet in gebruik, waardoor het terrein ongestoord bleef.

Ook bij het **NS-station Nijmegen-Heijendaal** was dit zichtbaar. Bij het diep uitgegraven spoorwegemplacement dagzoomde pleistoceen zand. Fraaie kussens van de pseudorendiermossen *Cladonia rangiformis* en *C. furcata* konden zich daar samen met andere *Cladonia*-soorten ontwikkelen dankzij de afsluiting voor het publiek (K.-O. & de Goeij 2002; *Buxbaumiella* 59).

Meer praktijkgericht was het artikel over herstelbeheer met de zogenaamde stuifzandreis-

Foto 5a. Beheersingrepen in het Hulshorsterzand in 2010. Foto: auteur.



Foto 5b. V.l.n.r. Boswachter Natuurmonumenten Ellen ter Stege en stuifzanddeskundigen Laurens Sparrius, Michel Riksen, Pim Jungerius en André Aptroot. Schuilgaand achter de laatste: Hanneke van den Ancker. Foto: auteur.





Foto's 6a, 6b en 6c. Veldwerk in de Loonse en Drunense duinen in 2000. Links bikermossen, rechts rendiermossen (foto's: auteur). Midden: de auteur in het landschap (foto: Henriëtte van der Loo).

Van den Ancker van vegetatie- en bodemkartering. Dit werd de basis van een beheerplan met grootschalige ingrepen die tussen 2014-2016 werden uitgevoerd (Ketner-Oostra e.a. 2012); zie Foto's 5a, 5b.

Over de effecten van het stuifzandbeheer op de Veluwe sinds 2007 is in 2018 een groot onderzoek gedaan (Sparrius & Riksen 2019). Een belangrijke conclusie daarin is dat dergelijke ingrepen in de toekomst alleen effect zullen hebben als ze samengaan met een sterke afname van de stikstofdepositie.

b. Noord-Brabant

Bezorgdheid bij Natuurmonumenten over het dichtgroeien van de Loonse en Drunense duinen leidde in 1994 tot korstmosonderzoek om mede te dienen als basis voor herstelbeheer. Samen met mijn oud-studente Henriëtte van der Loo zijn de korstmosvegetaties in 1994 in kaart gebracht en dit is herhaald in 2001; zie Foto's 6a, 6b, 6c (Ketner-Oostra & Van der Loo 2003 in *Buxbaumiella* 64).

c. Noord-Limburg

Ook hier luidde in 2002 de noodklok over het verdwijnen van de korstmosrijke stuifzanden in de Gemeente Bergen, nu het Nationaal Park Maasduinen. Het doctoraal onderzoek van Cleef & Kers uit 1968* werd de basis voor een gecombineerd vegetatie- en bodemkundig onderzoek met Jungerius en Van den Ancker. De resultaten daarvan maakten duidelijk dat er voor het behoud van de verschillende actieve stuifzandkernen ingrijpend beheer noodzakelijk was. Niet monotone buntgrasvegetaties waren het doel, maar het behoud van de vele 'miniatuur'-ecosystemen (Ketner-Oostra e.a. 2005). Het beheeradvies werd bij de EGM-regeling tegen verzuring en eutrofiëring van natuurterreinen ondergebracht. Uitvoering ervan volgde in 2005, 2008

en 2010. Het doel van deze beheeringrepen was om het Natura 2000-habitatype 2330: binnenlandse duinen met buntgras en soorten struisgras (*Agrostis spec.*) met veel Rode Lijstkorstmossoorten voor de toekomst veilig te stellen.

d. Overijssel

Eenzelfde opdracht om de biodiversiteit van het stuifzandgebied aan de voet van de Lemelerberg te behouden kwam van Landschap Overijssel. Met Jungerius en Van den Ancker werd in 2004 een gecombineerd vegetatie- en bodemkundig onderzoek ondernomen. De veranderingen in de korstmosvegetatie sinds 1965 heb ik samen met Loekie van Tweel en Laurens Sparrius uitgewerkt Oude vegetatiekaarten en het studentenonderzoek van Liesbeth Lammeree & Erika Pauwels uit 1966* dienden als vergelijkingsmateriaal. De lichenenrijkdom bevatte zeldzame soorten als IJslands mos (*Cetraria islandica*). Alleen op overgangen met nog stuivend zand zijn nog kleine exemplaren van deze soort teruggevonden. Vermossing van de vegetatie ten koste van de korstmossen kwam vooral door grijs kronkelsteeltje, ook hier werd verwezen naar de verzurende invloed van ammoniakdepositie (K.-O., Van Tweel-Groot & Sparrius 2005; *Buxbaumiella* 72).

Herhaling van oud cryptogamenonderzoek in de proeftuin Broekhuizen te Leersum

Uitgangspunt was het (korst)mos-onderzoek uit 1978-1979 van Pim van der Knaap (Van der Knaap 1985). Hij had dit uitgevoerd als dienstweigeraar voor het Rijks Instituut voor Natuurbeheer (RIN; later Alterra, nu Wageningen Environmental Research). De tuin was 13 jaar eerder aangelegd bij kasteel Broekhuizen in Leersum met meerdere bodemsoorten op hellingen met verschillende expositie. Deze tuin zou in 1997 opgeheven worden vanwege de

verkoop van het kasteel. Samen met Ger Londo deed ik een interessant herhalingsonderzoek op grond van de oude gegevens (K.-O. & Londo 2010; *Buxbaumiella* 85).

Vervolgens is deze proeftuin afgegraven en verplaatst naar een nabijgelegen akker. De huidige zogeheten Londo-tuin is vooral interessant wegens de vele gradiënten waarin vooral de vaatplanten goed vertegenwoordigd zijn. De korstmossen hebben het niet overleefd. Volgens Ger Londo (via e-mail in 2018) omdat er na de transplantatie te weinig open zand en te veel humus aanwezig was.

Inzet oud-studenten

De meeste studenten uit de periode 1966-1972 zijn na hun doctoraal of MO-examen het middelbaar onderwijs ingegaan. Sommigen werkten later nog mee bij mijn onderzoek op Terschelling, op het Kootwijkerzand en in de Loonse en Drunense Duinen. Harrie Sipman is de enige die in de lichenologie carrière heeft gemaakt (zie Harmsen 1998). Hij werkt sinds 1983 als lichenoloog bij het Botanisch Museum in Berlijn. De vegetatieopnamen in de droge kalkarme graslanden op Terschelling uit het doctoraalverslag van Sipman (1969)* vormden een waardevolle aanvulling bij mijn studentenonderzoek (Oostra 1968)*. Tijdens zijn onderzoek op Terschelling heeft Harrie ook een aantal pq's uitgezet op het Jan Thijssensduin en die tot 1979 regelmatig opnieuw geschetst. Deze zogenaamde *chartings* zijn alsnog gepubliceerd in 2009. Ze maakten zichtbaar hoe de doorgaans epifytische, maar hier op de bodem groeiende lichenen gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*) en witkopschorsmos (*H. tubulosa*) uit het duingrasland verdwenen (zie ook Foto 2a uit 1968). Dit artikel (K.-O. 2009; *Buxbaumiella* 84) was een aanvulling op Harries biografie in *Buxbaumiella* 83: 45, nadat hij in 2008 het *Liber Amicorum Harrie Sipman* in de boekenserie *Bibliotheca Lichenologica* had ontvangen.

Voor de toekomst

Er wordt anno 2020 opnieuw hard aan de bel getrokken over de grote invloed van stikstof op de natuur. Maar al sinds de 1970'er jaren gingen de terrestrische korstmosvegetaties (de 'lichenensteppen') achteruit door vergrassing en vermossing als gevolg van atmosferische depositie. Soorten korstmossen en met name soorten *Cladonia* zijn in vergraste en vermoste gras- en heidevegetatie momenteel nog steeds wel te vinden.

Zijn de veranderingen in de oorspronkelijke open korstmosrijke droge graslanden (*Koele-*

rio-Corynephoretea) omkeerbaar? Zal ingrijpend beheer voor het maken van open kaal zand (Sparrius & Riksen 2019) in de toekomst meer effect hebben? Een belangrijke tegenslag is het mos grijs kronkelsteeltje dat door de hoge stikstofdepositie al decennialang in de binnenlandse stuifzanden is gaan woekeren (Foto 4). Langetermijneffecten van deze invasie waren in de periode 2010-2011 onderwerp van het postdoctoraal onderzoek door Laurens Sparrius. Daarbij gebruikte hij ook enkele van mijn oude PQ's uit de monitoring in de periode 1994-2004 op het Kootwijkerzand. Eén van de conclusies was dat de invloed van vergrassing bij voortgaande successie minstens zo groot zal zijn als de vermossing (Sparrius & Kooijman 2012).

Maar of bij mogelijke afname van de stikstofdepositie we de open droge korstmosrijke graslanden nog terug krijgen, zal de toekomst ons leren. Op Terschelling kan het rendiermos *Cladonia portentosa* zich nog wel uitbreiden op het verzuurde zand (Foto 7 uit 2019). Maar de weemoed blijft over het verdwijnen van de grote kussens rendiermossen, varkenspootje (*C. uncialis*), ezelspootje (*C. zopfii*) en giraffe (*C. gracilis*). In de overstuivingszone met matig kalkhoudend zand aan de kust ten N. van Oosterend zijn echter nog gevarieerde 'lichenensteppen' aan te treffen (Foto 8 en K.-O. in *Buxbaumiella* 99)

Dank aan alle studenten die meewerkten aan de genoemde projecten. Veel dank aan André Aptroot die vele jaren problematische korstmossen heeft geïdentificeerd, evenals Klaas van Dort dat deed voor (lever)mossen. Karlè Sýkora was in het verleden mijn coach bij veel publicaties, en tot op heden betrokken. Laurens Sparrius heeft de fakkel van het stuifzandonderzoek overgenomen. Andrew Spink was weer paraat voor de revisie van de Engelse samenvatting.

Literatuur

Aptroot, A. & H. Kloen, 1984. Lichenen in het Lauwerszegebied. *Buxbaumiella* 16: 30-35.

Brand, A.M. & R. Ketner-Oostra, 1983. Lichens. p. 73-84. In: K.S. Dijkema & W.J. Wolff (eds.), *Flora and Vegetation of the Wadden Sea Islands and Coastal Areas*. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden.

* Cleef, A.M. en J. Kers, 1968. Stuifzand- en heidevegetaties in Noord Limburg. Doctoraal verslag Instituut Systematische Plantkunde, R.U. Utrecht.

* De Bruijn, H.J., 2013. Filters om de zon te zeven, buffers om het broed te hoeden; onderzoek naar

Foto 7 (rechterpagina). Open rendiermos (*Cladonia portentosa*) in struikheidevegetatie op een westhelling; West-Terschelling, herfst 2019. Foto: auteur.





Foto 8. Duinen in de overstuivingszone ten N. van Oosterend: variatie aan soorten *Cladonia*'s in 2010. Foto: auteur.

structuren en micro-klimaat in duinvegetaties en *Coptoformica*-nesten op West-Terschelling. Rapport.

De Bruijn, H.J., 2019. In de nesten van de satermier. *Natura* 116 (1): 14-16.

De Smidt, J.T., 1975. Nederlandse heidevegetaties. Diss., R.U. Utrecht.

Harmsen, G., 1998. Passie voor mossen. Een historische schets van de Nederlandse bryologie en lichenologie ter gelegenheid van het 50-jarig bestaan van de BLWG van de KNNV. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Hennekens, S.M. & J.H.J. Schaminee, 2001. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *J. Veg.Science* 12: 589-591.

Ketner-Oostra, R., 1989. Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. Rijks Instituut voor Natuurbeheer (RIN), Leersum. Rapport 89/7; <https://edepot.wur.nl/369477>.

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

Ketner-Oostra, R., 2006. Lichen-rich coastal and inland sand dunes (*Corynephorion*) in the Netherlands: vegetation dynamics and nature management. PhD thesis, WUR, Wageningen. <http://edepot.wur.nl/18487>

Ketner-Oostra, R., B. Douma, H. van den Ancker & P. Jungerius, 2005. Lichenenrijke stuifzanden in Noord-Limburg. Verleden, heden en toekomst. *Natuurhistorisch Maandblad* 94: 109-116.

Ketner-Oostra, A. Aptroot, P.D. Jungerius and K.V. Sýkora, 2012. Vegetation succession and habitat restoration in Dutch lichen-rich inland drift sands. *Tuexenia* 32: 245-268.

*Lammeree, L. & E. Pauwels, 1966. De heide van de Archemer- en Lemelerberg. Doctoraal verslag Instituut Systematische Plantkunde, R.U., Utrecht.

*Oostra, R.G.M., 1968. Verslag van een onderzoek naar lichenvegetaties in de droge duinen van Terschelling. Rapport Instituut Systematische Plantkunde, R.U., Utrecht.

*Sipman, H.J.M., 1969. Verslag van een onderzoek naar de vegetatie op de noordhelling van enkele

duinen op Terschelling. Doctoraal verslag Instituut Systematische Plantkunde, R.U., Utrecht.

Sparrius, L.B. en A.M. Kooijman, 2012. Lange-termijneffecten van een invasie van Grijs kronkelsteeltje in kustduinen en stuifzanden. Bosschap, bedrijfschap voor bos en natuur. O+BN-rapport 156-DKZ.

Sparrius, L. & M. Riksen, 2019. Evaluatie van elf jaar stuifzandbeheer op de Veluwe. 2007-2018. BLWG & Wageningen U.R. BLWG-rapport 23.

Van der Knaap, P., 1985. Kleinschalige natuurbouw proeftuin Broekhuizen; inventarisatie van mossen en korstmossen 1978-1979. RIN, Leersum, Intern verslag.

*Van Embden, A.E. & L.E. Verwey, 1968. Het Kootwijkerzand. Vegetatiekundig onderzoek. Rapport Instituut Systematische Plantkunde, R.U., Utrecht.

Van Herk, C.M., 2019. Teloorgang van epifyten in de bossen op de Utrechtse heuvelrug. *Buxbaumiella* 115: 14-22.

Veer, M.A.C. en A.M. Kooijman, 1997. Effects of grass-encroachment on vegetation and soil in Dutch dry dune grasslands. *Plant and Soil* 192: 119-128.

Auteursgegevens

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

Abstract

Terrestrial lichens in the Netherlands and the environmental changes since the 1970s.

Copies of *Buxbaumiella* mentioned below (*Buxb.*), can be downloaded by searching for the authors' name from www.natuurtijdschriften.nl. The reports with an asterisk have been deposited in the archives of Heijmans & Thijssen in Amsterdam (www.heimansenthijssenstichting.nl).

In 1984, a special issue of *Buxbaumiella* (*Buxb.* 16) was published on lichen research in the Netherlands 1971- 1983. However, terrestrial lichens have already been studied by students in vegetation science of the University of Utrecht, department of Systematic Botany since 1965. The botanical field-projects on heathland, inland and coastal dunes were part of the PhD research of De Smidt (1977).

Since the 1970s, terrestrial lichen vegetation of dry calcium-poor dune-grasslands (*Koelerio-Corynphoretea*) deteriorated. This was published in *Buxbaumiella* with re-investigations from the 1990s onwards. Grass encroachment with tall grasses was proved with vegetation relevés. Lichens diminished and the neophytic moss *Campylopus introflexus* invaded the coastal and inland dunes. These events were probably triggered by the nationwide high atmospheric deposition.

The lichen vegetation of dry calcium-poor coastal dunes of the island Terschelling was reported in *Buxb.* 68 and 79. The results of a long-term monitoring re-

search in these dune grasslands was published in *Buxb.* 99 in 2014. Sod-cutting, management by burning, grazing with horses and goats were evaluated. However, lichen-rich grassland was best promoted by allowing slightly calcareous sand to blow in. Combined vegetation and microclimatic research from the 1970s was compared with that from the 1990s (Veer & Kooijman 1997, see *Buxb.* 79). Such combined research was used to disentangle the nest building practice of rare dune ants, *Coptoformica exsecta* (De Bruijn 2019).

Surveys of inland calcium-poor dunes from the 1960s (Van Embden & Verwey 1968)* were also repeated in the 1990s. In the province of Gelderland, this was carried out for the Kootwijkerzand (*Buxb.* 35) and Wekeromse Zand (*Buxb.* 48 and 67). The investigations at the Hulshorsterzand (Ketner-Oostra et al. 2012) were the starting point for large-scale management measures in 2008. Such management is still counteracted by the large impact of N-deposition in inland dunes in this province, as was recently proved with aerial photography (Sparrius & Riksen 2019). Lichen vegetation is threatened due to the continuing encroachment with the neophytic moss *Campylopus introflexus*. Lichen-rich grassland on pleistocene sand at the railway yard in Nijmegen was found in 2002 before a new bus lane was built (*Buxb.* 59).

In the province of Noord Brabant, the Loonse & Drunense duinen were studied in 1994 (*Buxb.* 64). In the province of Overijssel the earlier research on the Lemelerberg was re-evaluated using new research from 2000-2005 (*Buxb.* 72). Lichens on different sandy soils in the experimental garden of the Broekhuizen estate (province of Utrecht) since the 1970s, were again recorded in 2010 (*Buxb.* 85). In the north of the province of Limburg a master thesis (Cleef & Kers 1968)* founded a combined vegetation and soil research (Ketner-Oostra e.a. 2005). The management had to be repeated in 2005, 2008 and 2010 to safeguard the Natura 2000 habitat type 2330 with red-listed lichens in the National Park Maasduinen due to the high level of N-deposition.

My previous master's student Harrie Sipman is a professional lichenologist, stationed at the Botanical Museum in Berlin. I added some of his former measurements of cryptogamic dune vegetation from the 1970s to his biography (*Buxb.* 84).

Terrestrial lichens, mainly from the genus *Cladonia* are still reported from heathland, lime-poor coastal and inland dunes. However, the invasive moss *Campylopus introflexus* is counteracting large-scale management measures, most probably in connection with the high N-deposition in the Netherlands. Long-term effects of moss and grass-encroachment was studied by Sparrius & Kooijman 2012. Whether the open dry grasslands could return after changes to its management depends mainly on whether the N-deposition in the Netherlands will be further lowered.