

Herstel van jeneverbesstruwelen

Resultaten OBN-onderzoek 2007 - 2011

P.W.F.M. Hommel
R. Haveman
H.P.J. Huiskes
R.W. de Waal



Ministerie van Economische Zaken

© 2013 Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken

Rapport nr. 2013/OBN157-DZ
Den Haag, 2013

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Bosschap onder vermelding van code 2013/OBN157-DZ en het aantal exemplaren.

Oplage 150 exemplaren

Samenstelling P.W.F.M. Hommel, Alterra
R. Haveman, Alterra
H.P.J. Huiskes, Alterra
R.W. de Waal, Alterra

Druk Ministerie van EZ, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij

Productie Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur
Bezoekadres : Princenhof Park 9, Driebergen
Postadres : Postbus 65, 3970 AB Driebergen
Telefoon : 030 693 01 30
Fax : 030 693 36 21
E-mail : algemeen@bosschap.nl

Voorwoord

Het doel van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (O+BN) is het ontwikkelen, verspreiden en benutten van kennis voor terreinbeheerders over natuurherstel, Natura 2000, leefgebiedenbenadering en ontwikkeling van nieuwe natuur.

In het kader van Natura 2000 worden in Europees perspectief zeldzame soorten en zeldzame vegetatietypen in Nederland beschermd. Eén van de habitattypen die vallen onder Natura2000, H5130 Jeneverbesstruwelen, staat centraal in dit onderzoek.

Jeneverbesstruwelen vormen een karakteristiek onderdeel van de heide- en stuifzandlandschappen van onze pleistocene zandgronden. Binnen de open struwelen van jeneverbes waren tot voor kort botanisch zeer waardevolle mosvegetaties aanwezig. De toekomst van de jeneverbesstruwelen en hun karakteristieke ondergroei is echter onzeker geworden. Dit heeft enerzijds te maken met de jeneverbesstruiken die verouderen en waar sedert ongeveer zestig jaar nauwelijks nog verjonging optreedt, en anderzijds met de ondergroei die is veranderd en verarmd door voortgaande successie en strooiselophoping.

Dit rapport doet verslag van een onderzoek naar herstelmogelijkheden van jeneverbesstruwelen in het Nederlandse heide- en stuifzandlandschap. Onderzocht werden: (1) de kieming van jeneverbes bij verschillende beheermaatregelen en (2) de mogelijkheden voor herstel van waardevolle mosvegetaties binnen bestaande struwelen.

Het onderzoek vond plaats in het Balingierzand bij Mantinge en De Borkeld bij Markelo. Het Balingierzand is onderdeel van Natura2000 gebied 'Mantingerzand', en ook de Borkeld is een gebied dat valt onder Natura2000. Beide gebieden zijn o.a. aangewezen voor het habitatype Jeneverbesstruwelen H5130.

In hoofdstuk 6 worden de beperkende factoren voor de ontwikkeling van jeneverbesstruweel aangegeven, welke de beheerder veel inzicht kunnen geven. Daarnaast worden kansrijke situaties beschreven waarin de ontwikkeling van jeneverbestruwelen de meeste kans heeft en worden mogelijke herstelstrategieën besproken.

Ik wens u veel leesplezier.

Drs. E.H.T.M. Nijpels
Voorzitter Bosschap

English summary

This report deals with a research project on the restoration of juniper shrub land in the Dutch cover-sand and drift-sand landscape. The research focussed on (1) the conditions for germination of juniper and (2) the potentials for recovery of the characteristic undergrowth. The research was conducted in Balingierzand (near Mantinge, Drenthe; on drift-sand) and in De Borkeld (near Markelo, Overijssel; on cover-sand). Both areas have been designated for the habitat type Juniper thicket (H5130), part of the Natura 2000 network.

In the Netherlands a total of 16 nature site are designated for this specific habitat type. Most of these habitat types can be found in the provinces of Drenthe, Overijssel and Gelderland.

For the germination trials, field experiments were set up in the open field next to the present juniper thickets. The effects on germination were studied in the following treatments: (1) no management (control), (2) shallow sod cutting, (3) deep sod cutting, (4) deep sod cutting and liming, (5) deep sod cutting and digging which turned over the soil, (6) deep sod cutting and adding juniper litter. All plots were situated within an enclosure. In order to study the effects of browsing by rabbits, an additional treatment using deep sod cutting and liming, was also installed outside the fenced area.

Within the adjacent juniper thickets the moss-dominated plant communities and remaining populations of target species were inventoried. Moreover, underneath the juniper canopy experimental plots were laid out in which the treatments 1, 2, 3 and 4 were repeated. Here, natural vegetation development and regeneration of juniper was monitored.

In the regeneration trials over 100 000 berries (over 300 000 seeds) were used. The germination success was very low: on average 0.03% of the seeds germinated, with a maximum of 0.28% in one plot. The berries used were collected from several areas varying in age of the juniper stand and soil conditions. This included Buinen, the only area in the Netherlands where a very abundant regeneration of juniper is still observed. However, the berries from Buinen did not germinate significantly better than berries collected in areas with poor natural regeneration. This suggests that in the Netherlands unfavourable soil conditions are more important in restricting regeneration of juniper than characteristics of the juniper population itself.

The most successful treatments were deep sod cutting, deep sod cutting combined with liming, and deep sod cutting combined with digging. No significant differences in effects were found between these three treatments. The other treatments yielded only very few seedlings. In the control plots with a vegetation cover no seedlings were found at all.

A remarkable result was that, compared to deep sod cutting alone, deep sod cutting and liming did not yield significantly more seedlings, but did result in a

significantly higher death rate of seedlings. A possible explanation is the temporarily lack of phosphate in the limed plots.

Within the present juniper stands no seedlings were found at all, neither in the untreated control plots, nor in the plots in which sod cutting had taken place. It is assumed that both soil acidity and unfavourable light conditions are the main bottlenecks here.

Summarizing, we assume that high light availability, soil disturbance (covering the seeds with some sand) and the absence of vegetation and litter are the most important conditions for juniper regeneration. The main limitations for regeneration seem to be drought, lack of phosphate, soil acidity and browsing by rabbits.

The inventory of species and plant communities in the undergrowth revealed that many characteristic species were absent. In the Borkeld the only target species found was *Lophozia ventricosa*. In Balingertzand also *Ptilidium ciliare*, *Hylocomium splendens*, *Barbilophozia barbata* and *Scapania nemorea* were present. None of these species occurred in abundance.

Our inventory of characteristic species in the undergrowth of juniper thickets, and the plant communities in which they can be found, reveals that we are dealing with species of very specific micro-habitats: on the edges of and – more rarely – in small clearings within the juniper stands. These favourable micro-habitats can be defined as steep, short slopes, covered by litter, on localities in which there is no direct sunlight, but also without any cover of trees or shrubs. Such 'blue shade' habitats are far more common in young juniper stands than in older ones, thus explaining the decline of characteristic species in the undergrowth over the last decades.

Sod cutting within the juniper stands did not result in the establishment of any target species, even in situations where relict populations were close by. In most plots, there was a quick recovery of the species that are most abundant almost everywhere in the surrounding shrub land: *Hypnum jutlandicum*, *Dicranum scoparium* and *Pleurozium schreberi*. After sod cutting combined with liming some other species arrived, most notably *Funaria hygrometrica*, *Bryum argenteum* and *Ceratodon purpureum*. Elsewhere, this is a very common combination of species on burned soils. We do not expect their presence to last long. After only two years, *Hypnum* and *Dicranum* were observed colonizing the treated areas again.

For the regeneration of juniper shrub land, including its characteristic undergrowth, various strategies are possible. The main strategies are discussed briefly in the last chapter of this report, based on literature, results from some unpublished trials abroad and our own results. Very intriguing are recent trials in Northwest Germany, where heavy thinning of juniper stands is combined with grazing by sheep. Such an approach could be interesting for Dutch juniper stands as well. The first results in Germany appear to be positive, but a thorough evaluation is not available yet.

Samenvatting

Dit rapport doet verslag van een onderzoek in OBN-kader naar herstelmogelijkheden van jeneverbesstruwelen in het Nederlandse heide- en stuifzandlandschap. Onderzocht werden: (1) de kieming van jeneverbes bij verschillende beheermaatregelen en (2) de mogelijkheden voor herstel van waardevolle mosvegetaties binnen bestaande struwelen. Het onderzoek vond plaats in het Mantingerzand bij Mantinge (Drenthe; op stuifzand) en De Borkeld bij Markelo (Overijssel; op dekzand). Beide terreinen zijn Natura2000-gebieden, die onder andere zijn aangewezen voor het habitattype Jeneverbesstruwelen (H5130).

In totaal zijn 16 natuurgebieden in ons land (mede) op grond van het voorkomen van het habitattype Jeneverbesstruweel aangemeld als Natura2000-gebied. Het overgrote deel hiervan ligt in de provincies Drenthe, Overijssel en Gelderland.

Voor onderdeel één (kieming) werden buiten de struwelen zaaiproeven ingericht. Hierin werden de effecten van volgende behandelingen vergeleken: (1) geen beheer, (2) ondiep plaggen, (3) diep plaggen, (4) diep plaggen en bekalken, (5) diep plaggen en spitten en (6) plaggen en opbrengen van jeneverbesstrooisel. Alle proefvlakken werden uitgerasterd tegen konijnenvraat. Één behandeling (diep plaggen en bekalken) werd buiten het raster herhaald.

Voor onderdeel twee (mosvegetaties) werd in de struwelen een inventarisatie van mosgezelschappen en restpopulaties van doelsoorten verricht. Ook werd binnen de struwelen de ontwikkeling van de vegetatie na verschillende ingrepen vergeleken: (1) geen beheer, (2) ondiep plaggen, (3) diep plaggen, (4) diep plaggen en bekalken.

Voor de zaaiproeven werden ruim 100 000 bessen (300 000 zaden) gebruikt. Het kiemingspercentage was laag: gemiddeld 0,03% en maximaal 0,28% per proefvlak. Bessen afkomstig uit Buinen – het enige gebied in Nederland met zeer veel verjonging van jeneverbes – kiemden niet significant beter dan bessen uit gebieden met zeer weinig verjonging. Dit geeft aan dat vooral bodemfactoren cruciaal zijn voor het kiemsucces.

De meest effectieve behandelingen waren diep plaggen, diep plaggen en bekalken, en plaggen en omspitten. Het kiemsucces na deze behandelingen verschilde onderling niet significant. Na ondiep plaggen werden slechts enkele kiemplanten gevonden. Uitstrooien van de bessen op begroeide bodem leverde geen enkele kiemplant op.

Een opvallend resultaat was dat de kans op sterfte van kiemplanten in de diep geplagde, bekalkte proefvlakken significant groter was dan in de diep geplagde, niet bekalkte proefvlakken. Verondersteld wordt dat de tijdelijke afname van de voor de jonge kiemplanten beschikbare hoeveelheid fosfaat na bekalking hiervan de oorzaak is. Bodemanalyses van de "succesplek" bij

Buinen wijzen ook op het belang van de fosfaathuishouding voor het kiemsucces. Dit punt verdient zeker nader onderzoek.

Binnen de struwelen leverde natuurlijke uitzaai van bessen geen kiemplanten op, noch in de onbehandelde referentievlakken, noch in de (al dan niet bekalkte) plagplekken. Aangenomen wordt dat in de onbehandelde proefvlakken de zuurgraad van de bovengrond en in alle proefvlakken de gebrekkige lichtcondities en het gebrek aan bodemroering de belangrijkste beperkingen vormen.

In onze proeven zijn daarmee beschikbaarheid van licht, overdekking van de bessen met een laagje zand en de afwezigheid van vegetatie en strooisel de belangrijkste voorwaarden voor kieming. Wordt aan deze voorwaarden voldaan, is droogtestress de belangrijkste beperkende factor, gevolgd door fosfaatgebrek, zuurgraad (lage pH) en vraat.

Als resultaat van de inventarisatie van blad- en levermossen wordt geconcludeerd dat veel van de kenmerkende soorten die vroeger binnen de jeneverbesstruwelen voorkwamen niet (meer) in onze onderzoeksgebieden aanwezig zijn. In de Borkeld bij Markelo werd als enige doelsoort nog Gewoon trapmos aangetroffen, in het Mantingerzand Gewoon trapmos, Gewoon franjemos, Gewoon etagemos, Kaal tandmos en Bosschoffemos. Het aantal groeiplaatsen van deze soorten was zeer gering.

Onze inventarisatie van doelsoorten, de mosgezelschappen waarin zij optreden en de milieuomstandigheden ter plekke toont aan dat het gaat om uitzonderlijke micro-milieus aan de rand van en soms als "eilanden" binnen de struwelen gelegen. Ze kunnen worden omschreven als steile hellingen met een humuspakket, op plekken waar geen direct zonlicht kan toetreden, maar waar ook geen overhangende struik- of boomlaag aanwezig is. Dergelijke situaties worden in de literatuur aangeduid met de term 'open schaduw'. Hier treedt 's nachts een sterke uitstraling op en over een etmaal bezien is de stralingsbalans negatief. Open-schaduwmilieus zijn in jonge, open struwelen veel algemener dan in oude, gesloten struwelen. De achteruitgang van bijzondere mosvegetaties in jeneverbesstruwelen lijkt daarmee eerder te zijn veroorzaakt door veranderingen in het microklimaat dan door bodemontwikkeling.

Bij de plagproeven binnen de struwelen werd in geen enkel geval vestiging van doelsoorten waargenomen, ook niet in de directe omgeving van restpopulaties. In de plagplekken zonder bekalking trad een snel herstel op van de situatie van voor de ingreep. Heideklauwtjesmos, Gewoon gaffeltandmos en Bronsmos zijn hierbij de belangrijkste "invasieve" soorten. Deze soorten komen blijkens onze inventarisaties tegenwoordig overal in de struwelen zeer algemeen voor. Na plaggen én bekalken vindt – althans aanvankelijk – een andere ontwikkeling plaats. Soorten als Krulmos, Purpersteeltje en Zilvermos zijn hier aspectbepalend in een begroeiingstype dat wij elders vooral kennen van brandplekken. Naar verwachting zal dit echter een snel voorbijgaand stadium zijn. Ook hier staan Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos al klaar om bovengenoemde pioniersoorten weer te verdringen.

Voor het herstel van jeneverbesstruwelen en hun karakteristieke ondergroei zijn verschillende strategieën denkbaar. De belangrijkste worden in de laatste paragraaf van dit rapport kort besproken. Dit gebeurt op basis van de eigen onderzoeksresultaten, literatuurgegevens, veldwaarnemingen en ervaringen in het buitenland. Bijzonder intrigerend zijn recente proeven in Duitsland

waarbij rigoureuze dunningen worden uitgevoerd in dichte, oude struwelen, die vervolgens worden begraasd met heideschapen. Ook voor de Nederlandse situatie zou een dergelijke benadering bijzonder interessant kunnen zijn. De eerste resultaten in Duitsland lijken positief maar een gedegen evaluatie van de effecten van dit onorthodoxe beheer ontbreekt nog.

Inhoudsopgave

Dankwoord	7
1 Inleiding	8
1.1 Achtergrond	8
1.2 Resultaten vooronderzoek	11
1.3 Onderzoeksvragen	13
2 Werkwijze	14
2.1 Zaaiproeven	14
2.2 Inventarisatie mosgemeenschappen en doelsoorten	20
2.3 Transecten	21
2.4 Statistische bewerking	22
3 Resultaten zaaiproeven	25
3.1 Aantallen kiemplanten	25
3.2 Vergelijking van de proefgebieden	27
3.3 Effect van de behandelingen	29
3.4 Invloed van vegetatie en bodemfactoren	31
3.4.1 Aanwezigheid vegetatie en strooisellaag	31
3.4.2 Zuur- en basentoestand	31
3.4.3 Vochttoestand	35
3.4.4 Nutriëntentoestand	36
3.4.5 Synthese	39
3.5 Kiemsucces en herkomst	43
3.6 Sterfte van kiemplanten	43
3.7 Invloed van konijnen	44
4 Resultaten onderzoek naar mosgemeenschappen en doelsoorten	46
4.1 Aangetroffen doelsoorten	46
4.2 Mosgemeenschappen	48
4.3 Relatie met omgevingsfactoren	52
5 Resultaten plagproeven in transecten	55

5.1	Verjonging van jeneverbes	55
5.2	Ontwikkeling mosvegetatie	56
6	Conclusies en discussie	62
6.1	Verjonging van jeneverbes	62
6.1.1	De zaaiproef	62
6.1.2	Effectiviteit van de behandelingen	62
6.1.3	Invloed van bodemfactoren	63
6.2	Waardevolle mosbegroeiingen	64
6.2.1	Inventarisatie relictten	64
6.2.2	Plagproeven	65
6.3	Betekenis voor het beheer	66
6.3.1	Beperkende factoren	66
6.3.2	Kansrijke situaties	68
6.4	Mogelijke herstelstrategieën	69
6.4.1	Zaaien	69
6.4.2	Bevorderen natuurlijke verjonging in het open veld	70
6.4.3	Uitplanten van jonge jeneverbesstruiken	70
6.4.4	Ingrijpen binnen de bestaande struwelen	71
	Literatuur	74
Bijlage 1	Inrichting van zaaiproeven	77
Bijlage 2	Aantal kiemplanten per proefvlak	78
Bijlage 3	Synoptische tabel van de mosgemeenschappen in jeneverbesstruwelen in het Mantingerveld en de Borkeld	80
Bijlage 4	Vegetatietabel van de proefvlakken in de transecten	83

Dankwoord

Graag willen wij de beheerders, Ton Klomphaar (Staatsbosbeheer) en Ronald Popken (Natuurmonumenten), bedanken voor de toestemming in hun terreinen, respectievelijk De Borkeld en het Balingierzand, onderzoek te doen en voor al hun hulp bij het inrichten van de zaaiproeven en de transecten. Verder danken wij Triye Huibers, Wim van Orden en Geurt van Roekel (Alterra) voor hun inspanningen bij de aanleg van de proefvelden, Robert Gruwez en Kris Verheyen voor het meedenken over de proefopzet en de door hen verschaft informatie over het jeneverbesonderzoek in Vlaanderen, Dirk Mertens (National Park Lüneburger Heide) voor zijn uitleg over de nieuwe beheermethoden van jeneverbesstruwelen in Noordwest-Duitsland, Jan den Ouden (Wageningen Universiteit) voor zijn hulp bij de statistische analyse en het Bosschap voor de opmaak van dit rapport.

Also, we would like to thank Julia Carey (Buckinghamshire County Council) for giving two of us a guided tour along some of England's finest juniper sites and juniper regeneration projects, Shelagh McCartan (Alice Holt Research Station, Forestry Commission, Farnham, Surrey) for demonstrating methods to determine the germinal force of juniper seeds, Barry Clarke (Hillier Nurseries, Ampfield, Hampshire) for demonstrating in-house juniper propagation by seedlings and cuttings, and Fiona Scully (National Trust) for explaining the Juniper regeneration trials on the chalk hills of Harting Down (West Sussex).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Jeneverbesstruwelen vormen een karakteristiek onderdeel van de heide- en stuifzandlandschappen van onze pleistocene zandgronden. Ook daarbuiten kwamen in het verleden op beperkte schaal jeneverbesstruwelen voor, steeds gekoppeld aan gebieden waar gedurende zeer lange tijd extensieve begrazing plaats heeft gevonden, bijvoorbeeld op oeverwallen langs 'kleine rivieren' in Oost-Nederland en op kalkhellingen in Zuid-Limburg. Hiervan zijn alleen langs de Overijsselse Vecht nog enkele restanten bewaard gebleven; in Zuid-Limburg herinneren alleen nog een handvol toponiemen als Vrakelberg en Wagelerbos aan het vroegere voorkomen van jeneverbesstruwelen.

Vegetatiekundig worden alle jeneverbesstruwelen van het heide- en stuifzandlandschap ondergebracht in één associatie: het Gaffeltandmos-Jeneverbesstruweel (*Dicrano-Juniperetum*). De laatste rivierbegeleidende struwelen langs de Overijsselse Vecht worden ondergebracht in de Associatie van Hondсроos en Jeneverbes (*Roso-Juniperetum*). Door de verschillen in landschappelijke ligging van de twee jeneverbes-associaties zullen zij in de praktijk zelden in één hetzelfde terrein worden aangetroffen. Alleen in het Junner Koeland bij Ommen, onderdeel van Natura2000-gebied Vecht en Beneden Regge, komt op de flank van het Vechtdal een geleidelijke overgang van beide associaties voor.

De twee jeneverbes-associaties van ons land vormen samen één habitatype: de *Juniperus communis*-formaties in heide of kalkgrasland (H5130). Dit habitatype is daarmee – anders dan alle andere typen – gedefinieerd door de aanwezigheid van één enkele soort, mits – zo leert ons het profielformaat – "het struweel minimaal één are groot is en bestaat uit minimaal tien jeneverbesstruiken die minimaal 30% bedekken". Solitaire struiken en kleine groepjes Jeneverbes kunnen daarnaast nog een waardevol onderdeel vormen van andere habitatypen, met name de Stuifzandheiden met struikhei (H2310), de Droge heiden (H4030), de Heischrale graslanden (H6230) en de Stroomdalgraslanden (H6120).

In totaal zijn 16 natuurgebieden in ons land (mede) op grond van het voorkomen van het habitatype Jeneverbesstruweel aangemeld als Natura2000-gebied. Het overgrote deel hiervan ligt in de provincies Drenthe, Overijssel en Gelderland; Noord-Brabant en Limburg hebben ieder slechts één Natura2000-gebied met jeneverbesstruweel, Utrecht (toch ook een provincie met veel pleistocene zandgronden) geen enkel.

Binnen de open struwelen van jeneverbes waren tot voor kort botanisch zeer waardevolle mosvegetaties aanwezig, waarvan de soortensamenstelling varieerde met het type substraat (Barkman, 1990). De toekomst van de jeneverbesstruwelen en hun karakteristieke ondergroei is echter onzeker geworden. Dit heeft twee redenen:

- de jeneverbesstruiken verouderen en sedert ongeveer zestig jaar treedt nauwelijks nog verjonging op;
- de ondergroei is veranderd en verarmd door voortgaande successie en strooiselophoping.

Onmiskenbaar betreft het hier een ingewikkeld complex van landschappelijke, bodemkundige en autecologische factoren. In de literatuur worden de volgende factoren aangemerkt als belangrijkste oorzaken van het uitblijven van verjonging:

- het niet meer voorkomen van perioden van overbegrazing gevolgd door onderbegrazing;
- verdwijnen van stuifzanddynamiek;
- verzuring van de bodem;
- verdwijnen van kiemmilieu's door het ontstaan van gesloten gras-en/of mostapijten;
- geringe kiemkracht van de jeneverbeszaden;
- verder afnemende fertiliteit in verouderende struwelen;
- afwezigheid van voor de vitaliteit belangrijke mycorrhiza-schimmels;
- blokkering van vruchtzetting door fijn stof.

Een uitvoeriger overzicht van alle factoren die van invloed kunnen zijn op de verjonging van jeneverbes wordt gegeven door Haveman (2005), Adriaenssens (2006) en Oussoren (2006).

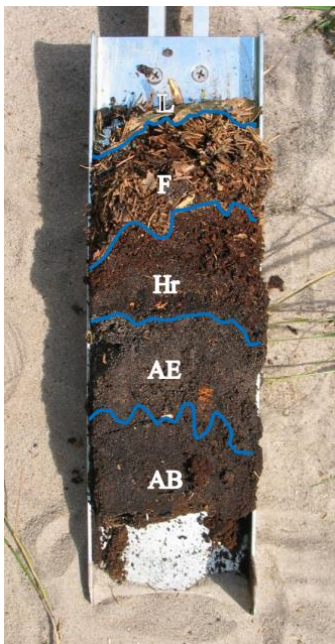


Foto 1: Oud humusprofiel ontwikkeld onder jeneverbes op een stuifzand-bodem bij Hattem. Het strooiselpakket is circa negen centimeter dik en bestaat uit drie lagen: vers strooisel (L), half-verteerde naalden (F) en vrijwel volledig verteerd materiaal (Hr). In de minerale bovengrond zijn een AE-horizont met uitgeloopte zandkorrels en een iets donkerder overgangshorizont met ingespoelde humus (AB) te herkennen.

Photo 1: Old humus profile developed under Juniper on drift sand landscape at Hattem. The litterfall package is approximately nine cm deep and consists of three layers: fresh litter (L), partially decomposed needles (F) and almost fully decomposed material (Hr). The mineral topsoil contains an AE horizon with leached grains of sand and a slightly darker transitional horizon in which washed in humus (AB) is found.

Veroudering struwelen

De achteruitgang van de ondergroei in jeneverbesstruwelen lijkt eenvoudiger te duiden dan het uitblijven van verjonging. Jeneverbes is een pioniersoort van onbegroeide, voedselarme en verzuringgevoelige gronden, in veel opzichten ecologisch vergelijkbaar met Grove den. Na vestiging van zowel jeneverbes als Grove den vindt een in hoofdlijnen vergelijkbare vegetatieontwikkeling plaats: van een korstmosfase, via een bladmosfase naar een door grassen (met name Bochtige smele) gedomineerde fase. In tweede generatie Grove dennenbos wordt de grassenfase gevolgd door een fase met Blauwe bosbes (Hommel et al., 1999). Barkman stelde in 1985 dat deze laatste fase in jeneverbesstruwelen nog niet aanwezig was in ons land. Inmiddels is dominantie van Blauwe bosbes in jeneverbesstruwelen al lang niet zeldzaam meer.

De hierboven beschreven successielijn in jeneverbesstruweel en Grove dennenbos loopt parallel aan het natuurlijk proces van bodemvorming waarbij - onder invloed van zuur, slecht afbreekbaar strooisel - uitspoeling van nutriënten en basen in de minerale bovengrond optreedt. Dit leidt tot verdere strooiselophoping en uitspoeling. Deze veranderingen in dominante plantensoorten en bodemgesteldheid hebben belangrijke gevolgen voor de natuurwaarden in de jeneverbesstruwelen, met name voor wat betreft de paddenstoelen- en de mosflora. De Vries & Arnolds (1994) deden onderzoek naar veranderingen in de paddenstoelenflora van jeneverbesstruwelen. Uit hun analyse blijkt een verschuiving in de soortensamenstelling sinds de jaren '60: strooisel- en humusbewonende soorten, mestpaddenstoelen en houtpaddenstoelen nemen toe, evenals enkele soorten mycorrhiza-paddenstoelen. De auteurs beschouwen deze veranderingen als negatieve ontwikkelingen: de eerste drie groepen zijn kenmerkend voor voedselrijker wordende terreinen, houtpaddenstoelen wijzen op aftakeling van de struwelen en zelfs de overigens hoog gewaardeerde en deels bedreigde mycorrhiza-paddenstoelen wijzen in dit systeem op indringing van boomopslag en de successie naar bos. De soorten zijn kenmerkend voor een later ontwikkelingsstadium van het struweel, dat plantensociologisch wordt geduid als *Dicrano-Juniperetum deschampsietosum*. Met soorten van zeer voedselarme en minder zure standplaatsen, zoals Wasplaten (*Hygrocybe spec.*), Knotszwammen (*Clavulinopsis spec.*), Koraalzwammen (*Ramariopsis spec.*) en de Grijze vorkplaat (*Cantharellula umbonata*), gaat het slecht. Dit zijn vooral soorten uit de vroege successiestadia van het jeneverbesstruweel, die plantensociologisch tot het *Dicrano-Juniperetum cladonietosum* worden gerekend (Hommel et al. 1999).

Een aanzienlijk deel van mossoorten die kenmerkend zijn voor de jeneverbesstruwelen behoren tot de groep van de levermossen en zijn buiten de struwelen ook te vinden op schaars begroeide noordkanten van stuifzandheuveltjes (Touw 1969; Weeda et al. 2005). Het gaat hierbij onder andere om een aantal Trapmos- en Tandmossoorten (resp. *Lophozia*- en *Barbilophozia spec.*). Glanzend tandmos (*Barbilophozia barbata*) heeft zijn optimum zelfs in deze struwelen. In de best ontwikkelde struwelen kunnen daarnaast ook Kaal en Gestekeld tandmos optreden (*Barbilophozia kunzeana* en *B. hatcheri*). Deze soorten bewonen vooral tegen wind en zon beschutte, maar niet te donkere plekken in het struweel. Ook voor een aantal (vrij) zeldzame bladmossen vormen jeneverbesstruwelen een belangrijk biotoop. Het gaat hierbij onder andere om Glanzend etagemos (*Hylocomium splendens*) en Rozetmos (*Rhodobryum roseum*) (zie verder § 4.1).

1.2 Resultaten vooronderzoek

Een eerdere fase van dit OBN-onderzoek was vooral gericht op de verjongingsproblematiek van de jeneverbes (Hommel et al., 2007 en 2009). Aanleiding was het feit dat enkele jaren eerder vrijwel gelijktijdig uit verschillende delen van het land berichten kwamen dat er voor het eerst in lange tijd weer sprake was van jeneverbesverjonging. De belangrijkste vragen in deze eerste onderzoeksfase waren:

- op welke schaal treedt weer verjonging van jeneverbes op?
- is deze ervaring in de verjonging gekoppeld aan bepaalde landschappen en/of milieuomstandigheden?
- liggen binnen een terrein de plekken met jeneverbesverjonging lukraak verspreid of is er op lokale schaal sprake van een relatie met specifieke milieuomstandigheden?

Geconcludeerd werd dat de ervaring in de verjonging optrad over een breed scala aan fysiotopten en bodemtypen. Daarbij werd aangetekend dat er een duidelijke relatie bestond met plekken waar ook vanouds her jeneverbesstruwelen voorkomen. Ook bleek er geen sprake te zijn van een regionaal verschijnsel: de onderzochte twintig gebieden met recente verjonging van jeneverbes lagen verspreid over zeven provincies. Klaarblijkelijk was de ervaring van de jeneverbesverjonging niet gebonden aan één specifiek milieutype of één specifieke regio. Voor een verklaring leek dan ook gezocht te moeten worden naar een recente verandering in milieuomstandigheden die in een groot deel van de hogere zandgronden van ons land is opgetreden.

Het ligt voor de hand dat de ineenstorting van de konijnenpopulatie rond de eeuwwisseling, eerst door een reeks strenge winters en vervolgens door een virale infectie (VHD), een belangrijke rol heeft gespeeld. Naast het nagenoeg wegvallen van de begrazing door konijnen zullen op landelijke schaal mogelijk ook andere factoren van belang zijn geweest, met name de recente verbetering van de luchtkwaliteit en daarmee samenhangend van de stikstofhuishouding in de bovengronden van heide- en stuifzandlandschappen (R. Bobbink, mond. med.) en mogelijk ook de voorafgaande reeks zachte winters. Op lokale schaal hebben tenslotte zeker ook beheermaatregelen een rol gespeeld, zoals het vrijstellen van overgroeide struwelen (Boshuizerbergen), het (tijdelijk) weer in gebruik nemen van oude schaapsdriften (Strabrechtse heide) en het plaggen onder nog vitale jeneverbesstruiken (Buinen).

De ervaring van jeneverbesverjonging in de eerste jaren van deze eeuw lijkt landelijk gezien een wijd verbreid fenomeen te zijn geweest. De meeste zaailingen werden gevonden in terreingedeelten met (1) een relatief gunstige basenhuishouding, op (2) relatief jonge bodems met weinig strooiselophoping en in (3) jonge successiestadia met een open kruidlaag en weinig of geen dwergstruiken. De aantallen zaailingen waren echter in vrijwel alle gevallen erg laag en de resultaten van de eerste onderzoeksfase suggereren dat de omstandigheden op de meeste plekken met verjonging (nog) niet optimaal waren voor kieming van jeneverbes.



Foto 2: In oude, gesloten struwelen treedt geen verjonging van jeneverbes meer op (Lheebroekerzand, Dr.).

Photo 2: Rejuvenation of Juniper no longer occurs naturally in old, closed stands (Lheebroekerzand, Dr.).



Foto 3: In open struwelen is verjonging van jeneversbes vooral kansrijk op open, weinig begroeide bodem. Deze plek biedt bijzonder weinig perspectief (De Borkeld, Ov.).

Photo 3: Rejuvenation in open stands is particularly promising where ground cover is marginal. This spot offers remarkably little perspective (De Borkeld, Ov.).

1.3 Onderzoeksvragen

Dit rapport doet verslag van de tweede fase van het OBN-onderzoek naar herstelmogelijkheden van jeneverbesstruwelen in het Nederlandse heide- en stuifzandlandschap. Het onderzoek viel uiteen in twee onderdelen:

1. Het kiemsucces van jeneverbes bij verschillende beheermaatregelen.
2. Mogelijkheden voor herstel van waardevolle pionierstadia binnen bestaande struwelen.

Voor het eerste onderdeel zijn een aantal zaaiproeven in het open veld ingericht. Tevens werd aandacht besteed aan de kansen voor verjonging van jeneverbes in bestaande struwelen en aan de invloed van konijnen.

Bij het tweede onderdeel werd vooral aandacht besteed aan blad- en levermossen. In twee terreinen met jeneverbesstruweel werd onderzocht welke karakteristieke (pionier)soorten nog voorkomen en onder welke omstandigheden. Daarnaast werd getracht door beheermaatregelen hervestiging van karakteristieke soorten te bevorderen.

Het onderzoek ten behoeve van beide onderdelen werd verricht in dezelfde twee gebieden: De Borkeld bij Markelo (Ov.) en in het Balingierzand bij Mantinge (Dr.) (zie § 2.1 en § 2.3).

2 Werkwijze

2.1 Zaaiproeven

Locatie

In 2008 werd in twee Natura2000-gebieden met jeneverbesstruwelen een proefopstelling ingericht: het Mantingerzand bij Mantinge (Drenthe; Natuurmonumenten; coördinaten: x: 238.531, y: 534.533) en de Borkeld bij Markelo (Overijssel; Staatsbosbeheer; coördinaten: x: 230.794, y: 476.185).

Bij de exacte locatiekeuze is getracht twee studiegebieden te vinden die duidelijk verschillen in leemgehalte en profielopbouw van de bodem. Bij de exacte locatiekeuze binnen gebieden is vooral uitgegaan van de resultaten van het vooronderzoek (Hommel et al., 2007). Dit wil zeggen dat gekozen is voor plekken met een relatief open en jonge vegetatie, met dominantie van mossen en grassen en met weinig tot geen heidestruiken. Voorts is veel aandacht besteed aan (1) de homogeniteit van de proefvelden voor wat betreft begroeiing en bodem, (2) verstoring van de bodem (voor zover zichtbaar; o.a. geen graafsporen van konijnen), (3) een vlakke ligging en (4) ligging buiten het gezichtsveld van recreanten.

De zaaiproef in het Mantingerzand ligt in het deelgebied Balingierzand, circa 100 meter ten noordwesten van het jeneverbesstruweel. De bodem is een zeer leemarme duinvaaggrond, die is ontwikkeld in stuifzand (gemiddeld leemgehalte in de bovengrond: 1 %). Op circa 50 cm diepte bevindt zich een begraven oude bovengrond. De zaaiproef in de Borkeld ligt op een zeer zwak lemige moderpodzolgrond, ontwikkeld in dekzand (gemiddeld leemgehalte in de bovengrond: 7 %). De zaaiproef bevindt zich hier in het deelgebied Elsenerveld, op enkele honderden meters afstand van het grote, langs de A1 gelegen jeneverbesstruweel Groot Wakelveld, waar de inventarisatie van mosgemeenschappen werd verricht en beheerexperimenten werden gedaan gericht op (her)vestiging van pioniersoorten (zie resp. § 2.2 en 2.3). Bodemkundig zijn het Elsenerveld en het Groot Wakelveld niet geheel identiek. In het Elsenerveld zijn de leemgehalten gemiddeld lager, maar in het Groot Wakelveld bleken geen geschikte locaties voor de zaaiproeven voorhanden te zijn, onder andere door recente plagwerkzaamheden op de vlakkere delen.

Inrichting

Elke proefopstelling bestaat uit 28 proefvlakken van 1.5 x 1.5 meter, waarvan het centrale deel van 1 x 1 meter werd gebruikt voor de zaaiproef en de randzone voor bodembemonstering. Het centrale deel werd in twee gelijke delen opgesplitst om twee zaairondes mogelijk te maken. In beide proefopstellingen liggen 24 proefvlakken geclusterd in een vierkant van 5 bij 5, waarbij het centrale vlak niet gebruikt werd. Deze proefvlakken zijn uitgerasterd tegen konijnenvraat. De resterende 4 proefvlakken zijn niet uitgerasterd en liggen op een standaardafstand van circa 2 meter van de vier zijden van het raster (afhankelijk van het reliëf en eventueel aanwezige konijnenholen). Tabel 2a geeft een beeld van de verschillende behandelingen.

Voor de spreiding van deze behandelingen over de proefgebieden, zie Bijlage 1.

Tabel 2a: Proefvlakken en behandelingen per gebied (N = 28 x 2 = 56).

Behandeling		Omschrijving	Ligging	N
1	Geen	Referentievlak	Random binnen raster	4
2	Ondiep geplagd	Zode verwijderd (circa 2 cm)	Random binnen raster	4
3	Diep geplagd	Zode en zwarte bovengrond verwijderd (circa 5 cm)	Random binnen raster	4
4	Bekalkt (binnen)	Als 3; tevens 200 gram dolokal per m ² toegevoegd	Random binnen raster	4
5	Gespit	Als 3; tevens één spa diep gespit waarbij niet humeuze ondergrond werd bovengewerkt	Random binnen raster	4
6	Strooisel opgebracht	Als 3; tevens circa 5 cm jeneverbesstrooisel (♂-struiken) opgebracht	Random binnen raster	4
7	Bekalkt (buiten)	Als 4	Systematisch buiten raster	4
Totaal aantal proefvlakken per gebied				28

Table 2a: Trial plots and treatment per area (N = 28 x 2 = 56).

Treatment		Description	Location	N
1	None	Reference plot	Random inside grid	4
2	Shallow sod cutting	Sods removed (approx. 2 cm)	Random inside grid	4
3	Deep sod cutting	Sods and black topsoil removed (approx. 5 cm)	Random inside grid	4
4	Lime (inside grid)	As 3; also 200 gram Dolokal applied per m ²	Random inside grid	4
5	Dug	As 3; also one spade depth where non-humus material was dug to the surface	Random inside grid	4
6	Litterfall applied	As 3; also approx. 5 cm Juniper litter (♂-shrubs) applied	Random inside grid	4
7	Lime (outside grid)	As 4	systematically outside grid	4
Total number of trial plots per area				28

In februari en maart van 2008 werd in de westelijke helft van elk proefvlak een vaste hoeveelheid van 43 gram (circa 1000 stuks) kegeltjes ("bessen") uitgezaaid. Alleen in vak 24 in Markelo werd per abuis de oostelijke helft gebruikt. Het zaaigoed was in het najaar en de winter van 2006/2007 verzameld door Staatsbosbeheer en eind 2007 aangeleverd ten behoeve van het OBN-onderzoek. De bessen zijn verzameld in drie gebieden: Mantingerzand, Dwingeloo en Junner Koeland. In onze proeven gebruikten wij een mengsel van bessen uit deze drie herkomstgebieden met de verhouding 1 : 1 : 3. Dit is de gewichtsverhouding; de aantalsverhouding is gemiddeld 197 : 245 : 558. De tweede zaaironde vond plaats in maart 2009. Hierbij werd de oostelijke helft van de proefvlakken gebruikt (vak 24 in Markelo: west). Per proefvak werden nu circa 800 bessen gebruikt. Deze waren in november 2008 verzameld in het jeneverbesstruweel bij Buinen (Drenthe) dat bekend staat om de uitzonderlijk rijke verjonging (Hommel et al., 2007). Bij beide zaairondes werden de bessen in vier brede regels uitgelegd en afgedekt met circa 0.5 cm zand. Alleen in de referentievlakken werden de bessen breedwerpig "gezaaid" en niet afgedekt.



Foto 4: Aanleg van het proefveld bij Mantinge (Dr.): (a) inmeten van de proefvlakken, (b) aanleg van de proefvlakken, (c) uitleggen van jeneverbessen, (d) aanbrengen van het "konijnenraster" en (e) eindresultaat.

Photo 4: Construction of the trial field at Mantinge (Dr.): (a) measuring up the trial plots, (b) construction of the trial plots, (c) spreading Juniper berries, (d) inserting the rabbit proofing and (e) end result.



Foto 5: Aanleg van het van het proefveld bij Markelo (Ov.).

Photo 5: Construction of the trial field at Markelo (Ov.).



Foto 6: Enkele behandelingen in uitvoering. Van voor naar achter: diep geplagd, ondiep geplagd en gespit.

Photo 6: Applying some of the treatments. From front to back: deep sods, shallow sods and dug.



Foto 7: Proefvak met opgebracht jeneverbesstrooisel: (a) aanleg, (b) uitleggen jeneverbessen, (c) ontwikkeling na één jaar, (d) ontwikkeling na twee jaar en (e) ontwikkeling na drie jaar. Op foto d is een kiemplant van jeneverbes zichtbaar.

Photo 7: Trial plot with Juniper litter applied: (a) construction, (b) spreading Juniper berries, (c) development after one year, (d) development after two years and (e) development after three years. A Juniper seedling is visible on photo d.

Telling kiemplanten

In 2008 en in 2009 werd in elk proefvlak drie maal het aantal kiemplanten geteld (in voorjaar, zomer en najaar). Op grond van de resultaten van 2009 (zeer geringe uitval in de loop van het jaar) werd besloten in 2010 slechts twee tellingen te doen (in de voorzomer en in het najaar). In het najaar van 2011 werd een laatste afsluitende telling gedaan. Bij de tellingen werd de exacte plek van elke kiemplant ingemeten met behulp van een houten frame (raster met vakken van 25 x 25 cm) en ingetekend op een schetskaart. Op deze wijze kon worden nagegaan welke kiemplanten ten opzichte van de voorafgaande telronde nieuw verschenen waren, en waar er kiemplanten verdwenen waren. Tevens werd aangegeven welke kiemplanten (op het oog) minder vitaal of dood waren.

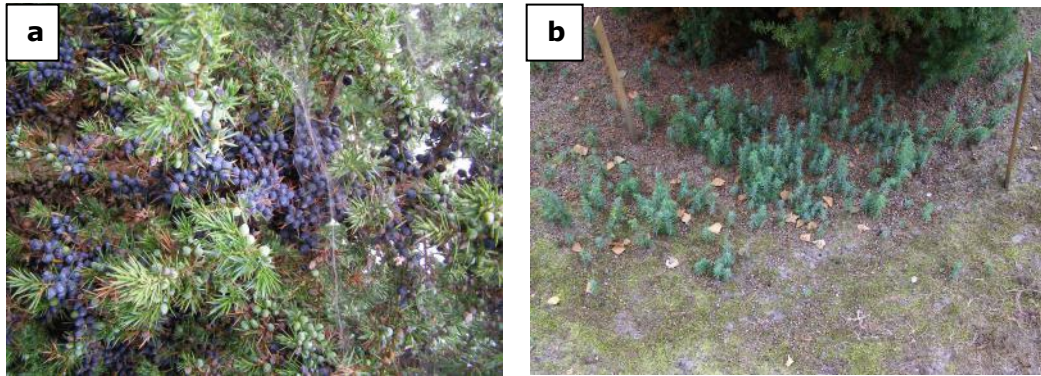


Foto 8: Jeneverbesstruweel bij Buinen (Dr.) waar een deel van de in de zaaiproef gebruikte bessen werd verzameld (a). Het struweel bij Buinen is befaamd vanwege de uitzonderlijk rijke verjonging (b), mogelijk het gevolg van het verhoogde fosfaat- en kalkgehalte van de bodem na een vroeger gebruik als buitenren voor pluimvee.

Photo 8: Juniper stands at Buinen (Dr.) where some of the berries used in the seed trials were collected (a). The Juniper stand at Buinen is renowned for the exceptionally rich rejuvenation (b), possibly due to the increased phosphate and lime concentrations in the soil as it was previously an outdoor run for poultry.



Foto 9: Raamwerk met verplaatsbare meetlat dat werd gebruikt voor het tellen en inmeten van de kiemplanten.

Photo 9: Framework with movable measuring rod that was used for counting and planting the seedlings.

Bodemonderzoek

In elk proefvak werd (na de behandeling) op vier plekken het humusprofiel beschreven. Tevens werd - eveneens op vier plekken - de strooisellaag (F- en H-laag, indien aanwezig) en het minerale bodemprofiel bemonsterd (0-10 cm – mv; 10-20 cm – mv). De monsters werden per proefvak en per laag samengevoegd tot bulkmonsters. Tevens werd in het centrale, niet voor de zaaiproef gebruikte vak (nummer 13) in het centrum van beide proefopstellingen het bodemprofiel tot een diepte van 120 cm – mv beschreven, met bepaling van de veld-pH per laag. Ook werd hier de ondergrond op vaste dieptes bemonsterd: 50-70 cm -mv en 100-120 cm -mv.

Aan de bodemonsters werden de volgende analyses verricht:

- pH-KCl (alle monsters);
- basenverzadiging: uitwisselbaar Ca, Mg, K, Na en H; CEC (Bascomb extractie bij pH = 8, 1: alle monsters);
- leemgehalte (niet in F-lagen);
- organische stofgehalte (alle monsters);
- P-totaal (Kjeldahl-destructie: alleen bovenste lagen; niet buiten raster);
- NH_4^- en NO_3^- -gehalte (extractie met 0,01 M CaCl_2 : alleen bovenste lagen; niet buiten raster).

Met behulp van de analyseresultaten werden de volgende bodemkenmerken berekend:

- Ca-bezetting: $[\text{Ca} / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{H})] * 100\%$;
- H / Ca- ratio;
- C / P-ratio: (organisch stofgehalte / 2) / P-gehalte.
- $\text{NH}_4^- / \text{NO}_3^-$ -ratio.

2.2 Inventarisatie mosgemeenschappen en doelsoorten

In de onderzoeksgebieden bij Mantinge en Markelo zijn in totaal 129 vegetatieopnamen gemaakt, verspreid over het terrein en de aanwezige typen terrestrische mossenvegetatie. De oppervlakte van de opnamen bedroeg 30 x 30 cm (conform Barkman, 1970). Het milieu van elke opname is in het veld beschreven volgens de door Barkman ontwikkelde methode. Hierbij wordt een indicatie gegeven van de ligging ten opzichte van de jeneverbesstruiken (windrichting), de aan- of afwezigheid van een mossenbegroeiing of naalden, en van de aanwezige hoeveelheid humus (in drie klassen). De abundantie van de aanwezige soorten is geschat met behulp van de gemodificeerde schaal van Braun-Blanquet (Barkman et al., 1964), gescheiden naar de verschillende lagen (boom-, struik-, kruid- en moslaag). Bij elke opname zijn expositie (bepaald met kompas) en inclinatie (geschat) genoteerd. De opnamen zijn in het veld gedigitaliseerd met behulp van TurbovegCE.

In elke opname is verder een meting verricht met de Solar Pathfinder[®] (Teti and Pike, 2005). Op dit instrument, een geavanceerde versie van de zogenaamde horizontoskoop (Tonné, 1954; Barkman and Stoutjesdijk, 1987), kan voor elke maand het potentiële aantal uren zon worden afgelezen. Met de bijbehorende software (Solar Pathfinder Assistant[®]) kan dit getal eenvoudig worden omgerekend naar potentiële straling per maand. In de analyse zijn uiteindelijk de volgende stralingskarakteristieken meegenomen:

- het percentage onbeschaduwde zonnebaan in de maanden maart, juni en september;
- de gemiddelde onbeschaduwde zonnebaan per jaar;
- de inkomende straling (in kWh/m²/dag) op 21 maart, 21 juni en 21 september;
- de gesommeerde straling (in kWh/m²/dag) van de twaalf door de Solar Pathfinder Assistant gebruikte referentiedagen;
- het gemiddelde aantal uren zon per dag door het jaar heen.



Foto 10: De "Solar pathfinder" waarmee voor elke opnameplek het potentiële aantal uren zon per maand werd bepaald.

Photo 10: The "Solar pathfinder" that was used to determine the potential number of hours of sunshine per month per location.

2.3 Transecten

Inrichting transecten

In 2008 werden in de jeneverbesstruwelen op het Balingerzand bij Mantinge en in het Groot Wakelveld bij Markelo transecten uitgezet waarbij langs een zoveel mogelijk vaste kompasrichting (respectievelijk circa 260° en 300°) en om een zoveel mogelijk vaste afstand (circa 10 m) 15 proefvlakken werden ingericht. De coördinaten van de beginpunten (vak 1) zijn $x = 238.684$ en $y = 534.413$ bij Mantinge, en $x = 232.481$ en $y = 477.465$ bij Markelo. De coördinaten van de eindpunten zijn respectievelijk $x = 238.553$ en $y = 534.398$, en $x = 232.361$ en $y = 477.546$.

Binnen de proefvakken werden systematisch de volgende behandelingen toegepast:

- (1) vegetatie en strooisel verwijderen;
- (2) idem en zwarte bovengrond verwijderen (tot een maximale diepte van circa 8 cm);
- (3) idem en bekalken met 200 gram dolokal per m^2 .

Per transect (gebied) werden voor elke behandeling dus vijf proefvlakken ingericht. Behandelingen waarbij de diepere ondergrond geroerd wordt (diep plagen; spitten) werden niet toegepast om mogelijke schade aan het wortelstelsel van de jeneverbesstruiken zoveel mogelijk te voorkomen (vgl. Verheyen et al., 2005). Behandeling 1 werd toegepast in de proefvakken 1, 4, 7, 10 en 13, behandeling 2 in de proefvakken 2, 5, 8, 11 en 14, en behandeling 3 werd in de proefvakken 3, 6, 9, 12 en 15. Daarnaast werd direct naast alle proefvlakken waar alleen vegetatie en strooisel verwijderd waren (1, 4, 7, 10 en 13) een referentievak uitgezet. Alle proefvlakken – inclusief de referentievakken – hebben een oppervlakte van circa 2 bij 2

meter (minimaal 1.5 bij 1.5), waarbij het centrale deel van 1 bij 1 meter bestemd is voor vegetatieonderzoek en de randzone voor bodemonderzoek. Bij de geplagde proefvlakken vormt de randzone tevens een buffer voor de zich vanuit de randen vegetatief uitbreidende mosvegetatie van vooral Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*).

Vegetatieopnamen

De vegetatie in de geplagde proefvlakken en de referentievlakken werd opgenomen op 15 oktober 2009. De opnamen van de geplagde proefvlakken werden herhaald op 1 november 2010. De grootte van de vegetatieopname bedroeg één m² (zie hierboven), de abundantie van de aanwezige soorten werd geschat met de gemodificeerde schaal van Braun-Blanquet (Barkman et al., 1964). Beide opnamerondes waren laat in het seizoen gepland om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de ontwikkelingen in de volledig door blad- en levermossen gedomineerde pioniervegetatie.

Bij de vegetatieopnamen werden – op dezelfde wijze als hierboven beschreven voor de beschrijving van de mossynusiae (§ 2.2) – tevens een aantal terreinkenmerken beschreven. Het gaat hierbij met name om de bedekking van de struiklaag, de expositie en de inclinatie.

Bodemonderzoek

Binnen de transecten werd slechts beperkt bodemonderzoek verricht. Van alle proefvlakken (2 x 20) werd op vier plekken de bovengrond (0-10 cm – mv) bemonsterd. De monsters werden vervolgens per proefvak samengevoegd tot bulkmonsters. Van de referentievlakken werd tevens het bodemprofiel beschreven tot 120 cm –mv en werd naast het standaardmonster van 0-10 cm –mv ook de strooisellaag en de minerale bodem op 10-20, 50-70 en 100-120 cm –mv bemonsterd. In de verzamelde monsters werd vooralsnog alleen de pH-KCl bepaald. Alle monsters werden gedroogd en opgeslagen voor eventuele latere analyses.

2.4 Statistische bewerking

Zaaiproeven

Aangezien het uiteindelijk aantal kiemplanten beperkt was, waren de mogelijkheden voor een grondige statistische analyse beperkt. De uitwerking heeft zich tot de volgende stappen beperkt:

- Vergelijking van de aantallen kiemplanten en bodemkenmerken voor de twee gebieden.
- Vergelijking van aantallen kiemplanten voor de verschillende behandelingen. Onderzocht werd welke behandelingen het meest effectief zijn.
- Verkenning van de betekenis van de verschillende bodemfactoren voor de verjonging van jeneverbes voor die behandelingen die als effectief beschouwd worden.

Om te bepalen in hoeverre er sprake was van significante verschillen, werd gebruik gemaakt van verschillende statistische toetsen. Voor factoren, waarvoor verondersteld kan worden dat de steekproef is getrokken uit een populatie met een normale verdeling, werd gebruik gemaakt van de Student's T-toets (al dan niet gepaard; met behulp van Excel). Voor factoren waarvoor een dergelijke aanname niet verantwoord is, werd gebruik gemaakt van de

non-parametrische Mann-Whitney-toets (met behulp van SPSS). In de praktijk betekent dit dat de bodemkenmerken geanalyseerd werden met de Student's T-toets en de aantallen kiemplanten met de Mann-Whitney-toets. Daarnaast werd gebruik gemaakt van binaire logistische regressie (met behulp van SPSS) om te achterhalen welke omgevingsfactoren "verklarend" zijn voor de aanwezigheid van kiemplanten en van de chi-kwadraattoets (handmatig) om verschillen in de sterftekans van de kiemplanten en herkomst van de bessen te analyseren.

Doelsoorten en synusiae

Met behulp van het computerprogramma JUICE (Tichý, 2002) is binnen de set van 129 opnamen van mosvegetaties gezocht naar statistisch onderbouwde soortengroepen. Hierbij is gebruik gemaakt van de "cocktailmethode" (Bruehlheide and Jandt, 1994; Bruehlheide and Chytrý, 2000). Met de procedure Interspecific associations is, uitgaande van de soortengroepen die omschreven werden door Barkman (Barkman, 1968a, 1970; Barkman et al., 1977), gezocht naar soorten die in de dataset vaker, of juist minder met elkaar voorkomen dan op basis van toeval verwacht mag worden. Omdat de dataset relatief klein is, is geen threshold vastgesteld voor de mate van associatie van soorten. De clustering is derhalve deels gebaseerd op een subjectief oordeel. De groepen van soorten met overeenkomende spreiding over de opnamen zijn beschreven als synusiae en vergeleken met de synusiae die Barkman beschreef in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw (Barkman, 1968a en b; 1970; Barkman, 1973).

Tabel 2b: Milieuvariabelen gebruikt in de Canoco-bewerking van de 129 micro-opnamen in jeneverbesstruwelen.

Table 2b: Environment variables used in the Canoco analysis of the 129 micro relevés in Juniper stands.

Variabele	Type	Onderverdeling
windrichting	nominaal	noord, oost, zuid, west
inclinatie	kwantitatief	-
% onbeschaduwd	kwantitatief	maart, juni, september, gemiddeld per maand
straling (kWh/m ² /d)	kwantitatief	21 maart, 21 juni, 21 september, jaartotaal
aantal zonne-uren	kwantitatief	-
bedekking struiklaag (%)	kwantitatief	-
humus	semi-kwantitatief ¹⁾	-

1) Hierbij wordt een onderscheid gemaakt in zand, humeus zand en ruwe humus.

Om vervolgens het effect van de verschillende milieuvariabelen te kwantificeren is de dataset geanalyseerd met een Canonical Correspondence Analysis (CCA), uitgevoerd met behulp van het softwarepakket CANOCO (Ter Braak en Smilauer, 2002). In Tabel 2b zijn alle milieuvariabelen weergegeven die als environmental variables zijn meegenomen in de analyse. Omdat de milieuvariabelen deels sterk onderling gecorreleerd bleken te zijn, is met behulp van de forward selection-functie een eenvoudiger model opgesteld met de variabelen die in een Monte Carlo permutation test significant ($p < 0.05$) bijdragen aan de verklaring van de soortensamenstelling (zie Lepš and Smilauer, 2003).

Transecten

De opnamen werden met behulp van het computerprogramma JUICE (Tichý, 2002) gerangschikt in een overzichtstabel. Deze geeft inzicht in:

- de respons van de soorten op de verschillende behandelingen;
- de aanwezigheid van soorten die als kenmerkend kunnen worden beschouwd voor één van de door Barkman onderscheiden synusiae (zie hierboven);
- de verschillen in mosflora tussen de beide studiegebieden.

Een grafische weergave van de overeenkomsten in soortensamenstelling tussen de verschillende proefvlakken – gelabeld naar gebied en behandeling – werd verkregen door middel van een Detrended Correspondence Analysis (DCA) die werd uitgevoerd met behulp van het softwarepakket CANOCO (Ter Braak en Smilauer, 2002).

Om het effect van de verschillende milieuvariabelen te kwantificeren is ook deze set van opnamen geanalyseerd aan de hand van een Canonical Correspondence Analysis (CCA), eveneens uitgevoerd met behulp van het softwarepakket CANOCO (Ter Braak en Smilauer, 2002).

3 Resultaten zaaiproeven

3.1 Aantallen kiemplanten

Het aantal in de zaaiproeven waargenomen kiemplanten is – gezien de grote aantallen uitgezaaide bessen - beperkt. In 2008 werden in het geheel geen kiemplanten gevonden, in 2009 slechts 36. Twee hiervan waren dat zelfde jaar al verdwenen. Tussen oktober 2009 en oktober 2010 verschenen 50 nieuwe kiemplanten maar verdwenen er 8. In het daarop volgend jaar verschenen 9 nieuwe kiemplanten en verdwenen er 6. Het totaal aantal waargenomen kiemplanten over vier jaren bedraagt daarmee 95, waarvan er in oktober 2011 nog 79 aanwezig waren. Van deze 79 waren er 67 met zekerheid nog in leven en 12 vermoedelijk dood. Voor een volledig overzicht van de kiemresultaten per proefvlak, zie Bijlage 2.

Het merendeel van de in 2009 gevonden kiemplanten kwam op in de (nog vaag herkenbare) regels die in 2008 waren ingezaaid (zie § 3.5). Een aanzienlijk deel van de kiemplanten (35%) stond echter in de randzone waar geen bessen waren uitgelegd. De verklaring is dat een deel van de bessen door regen is bloot gespoeld en door de wind verplaatst (vooral naar de noordoosthoek), waarna zij vanuit de afbrokkelende rand van het proefvlak opnieuw met zand werden bedekt. De herkomst van deze bessen is daarmee onduidelijk. Aangezien er echter in 2009 geen enkele kiemplant werd aangetroffen op de in dat jaar ingezaaide regels gaan wij er vanuit dat alle in 2009 gevonden kiemplanten afkomstig zijn van in 2008 uitgelegde bessen. Voor de in 2010 en 2011 in de randzone gevonden kiemplanten is de herkomst van de bessen minder duidelijk (zie Tabel 3a).

Tabel 3a: Relatie tussen aantal kiemplanten en herkomst van bessen.

Plek van kieming	Jaar	Vermoedelijk zaai-jaar	Herkomst bessen	Aantal zaailingen	%
Westelijke helft zaaibed	2009-2011	2008	Gemengd *)	28	29
Randzone	2009	2008	Gemengd *)	10	11
Oostelijke helft zaaibed	2009-2011	2009	Buinen	34	36
Randzone	2010-2011	onbekend	onbekend	23	24
totaal				95	100

*) Mengsel verzameld in Mantingerzand, Dwingeloo en Junner Koeland (gewichtverhouding 1 : 1 : 3).

Table 3a: Relationship between number of seedlings and origin of berries.

Germination location	Year	Presumed year sown	Origin of berries	Number of seedlings	%
Western half of seed bed	2009-2011	2008	Mixed *)	28	29
Edge zone	2009	2008	Mixed *)	10	11
Eastern half of seed bed	2009-2011	2009	Buinen	34	36
Edge zone	2010-2011	unknown	unknown	23	24
total				95	100

*) Mixture gathered in Mantingerzand, Dwingeloo and Junner Koeland (ratio 1: 1: 3).

In de proefvlakken met opgebracht strooisel was de kieming van zaden in 2009 geheel beperkt tot de randzone. De kiemplanten groeiden hier uitsluitend op het contactvlak van opgebracht strooisel en minerale grond. In 2010 werden ook in het centrale deel van één proefvlak met opgebracht strooisel kiemplanten aangetroffen. Dit kan samenhangen met de afbraak van het naaldenstrooisel. In 2010 bleek het opgebrachte pakket naalden inmiddels grotendeels te zijn afgebroken, waardoor een deel van de uitgelegde bessen in contact met de minerale bodem kon komen. De verjonging in deze proefvlakken kan daarom niet eenduidig gekoppeld worden aan de in het strooisel en de daaronder liggende minerale bovengrond bepaalde bodemkenmerken (zie § 3.3).



Foto 11: Twee jaar oude kiemplant van jeneverbess.

Photo 11: Two year old Juniper seedling.



Foto 12: Ook langs de randen van de proefvlakken kwamen jeneverbeszaailingen op. Ze zijn gekiemd uit door de regen bloot gespoelde en door de wind verplaatste bessen.

Photo 12: Juniper seedlings also sprouted at the edges of the trial plots. These germinated from berries exposed by rain and shifted by the wind.

3.2 Vergelijking van de proefgebieden

Het totaal aantal kiemplanten dat in het proefgebied Markelo (90) werd gevonden is beduidend hoger dan dat in Mantingen (5). Ook als de referentieproefvlakken, waarin in beide gebieden geen enkele kiemplant aanwezig was, worden meegenomen is dit verschil zeer significant (P-waarde: 0.000 bij tweezijdige toetsing met Mann-Whitney-toets).

Ook voor wat betreft de bodemtextuur en -chemie verschillen beide gebieden aanzienlijk. Tabel 3a geeft voor de verschillende gemeten en berekende parameters de gemiddelde waarde in de bovengrond per behandeling en per gebied. Voor een aantal van deze parameters worden in de proefvlakken waar de bovengrond uit strooisel bestaat waarden gevonden die zeer sterk afwijken van de waarden in minerale bovengronden. Omdat deze afwijkende waarden het algehele beeld kunnen verstoren, zijn de verschillen voor alle parameters op twee wijzen getoetst: voor alle proefvlakken en alleen voor de proefvlakken met een minerale bovengrond. De resultaten staan vermeld in Tabel 3b.

Tabel 3b: Gemiddelde waarden bodemkenmerken van de bovengrond (indien aanwezig: strooisellaag, in andere gevallen: minerale bovengrond 0-10 cm – mv).

Gebied	Raster	Behandeling	pH-KCl	OS (%)	Ca-b. (%)	H/Ca	CECc ¹⁾	Leem (%) ²⁾	P-tot. ³⁾	C/P-ratio	N-ratio
Mantinge	binnen	geen (referentie)	3.0	14	0.07	13	31	2.4	20.5	3679	0.02
		ondiep geplagd	3.5	3	0.03	41	11	2.6	6.9	2334	0.14
		diep geplagd	4.0	1	0.01	84	9	0.6	3.9	2298	0.13
		bekalkt	4.9	1	0.05	25	10	0.9	2.6	3319	0.16
		gespit	3.5	3	0.04	33	15	3.2	14.8	1570	0.21
		met strooisel	3.6	28	0.31	2	56	0.6	35.4	4391	0.01
		bekalkt	4.9	1	-	-	7	0.4	-	-	-
Markelo	binnen	geen (referentie)	2.4	48	0.08	11	85	7.1	53.6	4964	0.03
		ondiep geplagd	3.1	5	0.03	37	17	7.0	17.4	1474	0.08
		diep geplagd	3.8	3	0.01	104	18	6.3	11.3	1839	0.08
		bekalkt	4.0	3	0.02	69	19	6.5	16.6	1206	0.11
		gespit	3.8	3	0.01	167	18	6.2	11.5	1606	0.11
		met strooisel	3.1	25	0.21	4	57	7.2	33.2	4244	0.04
		bekalkt	4.3	3	-	-	19	8.1	-	-	-
P-waarde	alle proefvlakken		0.030	0.266	0.192	0.196	0.099	0.000	0.126	0.447	0.111
		pv's zonder strooisel	0.160	0.020	0.145	0.207	0.007	0.002	0.149	0.162	0.016

1) cmol+/kg; 2) voor het leemgehalte van het zand in strooisellagen is de textuur van de onderliggende minerale laag ingevuld; 3) mg/100g. Gearceerd: significant verschil tussen gebieden (P-waarde < 0.05) (T-toets; tweezijdig, gepaard).

Table 3b: Average topsoil characteristics (if present: litter layer, in other cases: minerals in topsoil 0-10 cm below surface level).

Area	Grid	Treatment	pH-KCl	OS (%)	Ca-b. (%)	H/Ca	CECc ¹⁾	Leem (%) ²⁾	P-tot. ³⁾	C/P-ratio	N-ratio
Mantinge	inside	none (reference)	3.0	14	0.07	13	31	2.4	20.5	3679	0.02
		shallow sod cutting	3.5	3	0.03	41	11	2.6	6.9	2334	0.14
		deep sods	4.0	1	0.01	84	9	0.6	3.9	2298	0.13
		lime	4.9	1	0.05	25	10	0.9	2.6	3319	0.16
		dug	3.5	3	0.04	33	15	3.2	14.8	1570	0.21
		with litterfall	3.6	28	0.31	2	56	0.6	35.4	4391	0.01
		lime	4.9	1	-	-	7	0.4	-	-	-
Markelo	inside	none (reference)	2.4	48	0.08	11	85	7.1	53.6	4964	0.03
		shallow sod cutting	3.1	5	0.03	37	17	7.0	17.4	1474	0.08
		deep sods	3.8	3	0.01	104	18	6.3	11.3	1839	0.08
		lime	4.0	3	0.02	69	19	6.5	16.6	1206	0.11
		dug	3.8	3	0.01	167	18	6.2	11.5	1606	0.11
		with litterfall	3.1	25	0.21	4	57	7.2	33.2	4244	0.04
		lime	4.3	3	-	-	19	8.1	-	-	-
P-waarde	all trial plots		0.030	0.266	0.192	0.196	0.099	0.000	0.126	0.447	0.111
		trial plots without litterfall	0.160	0.020	0.145	0.207	0.007	0.002	0.149	0.162	0.016

1) cmol+/kg; 2) the texture of the underlying mineral is given for the loam content of the sand in litter layers; 3) mg/100g. Shaded: significant difference between areas (P value < 0.05) (T test; double sided, paired).

Voor het grootste deel van de onderzochte parameters kunnen significante verschillen tussen beide gebieden worden aangetoond. Deze vallen uiteen in drie categorieën:

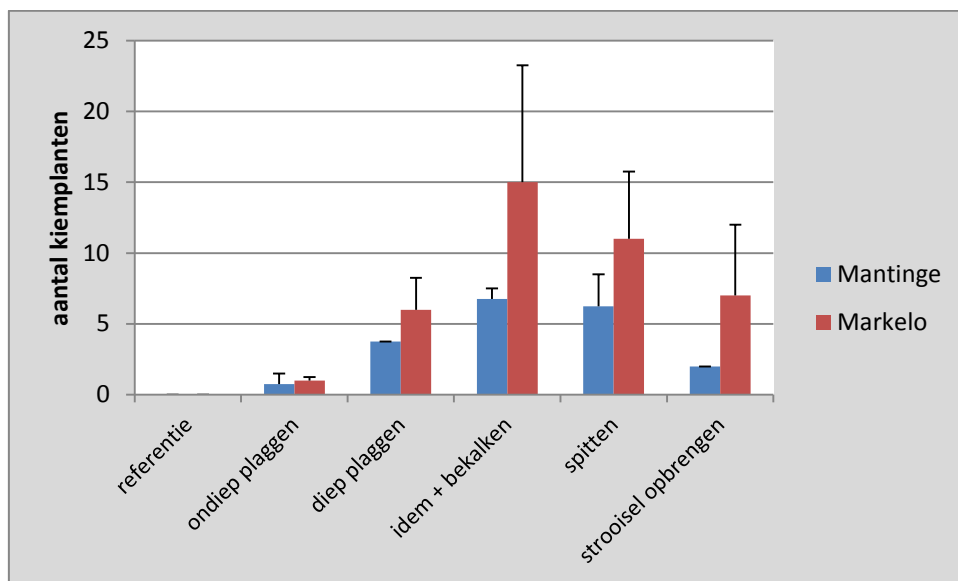
- zuur- en basentoestand: (pH-KCl hoger in Mantinge, CEC hoger in Markelo);
- vochttoestand: (organisch stof- en leemgehalte: hoger in Markelo);
- nutriëntentoestand (N-ratio: hoger in Mantinge).

De gevonden verschillen kunnen goed verklaard worden door het verschil in moedermateriaal en – daaraan gekoppeld – de ouderdom van de bodem. De bodems in Mantinge zijn ontwikkeld in stuifzand, de bodems in Markelo in dekzand. Dekzand heeft vrijwel altijd – en ook hier – een hoger leemgehalte dan stuifzand en de in dekzand ontwikkelde bodems zijn ook beduidend ouder. De langere periode van bodemontwikkeling in dekzand heeft een hoger organisch stofgehalte in de minerale bovengrond tot gevolg. Een hoger leemgehalte en een hoger organisch stofgehalte zijn samen verantwoordelijk voor een hogere CEC. De hogere CEC in het dekzand komt echter niet tot uitdrukking in een hogere pH of een hogere basenbezetting. Dit is als volgt te verklaren: de verschillen in leemgehalte zijn – in absolute zin – niet zeer groot, dus de verschillen in de initiële pH en CEC (zonder organische stof) zullen dus ook niet zeer groot zijn geweest. De veel langere periode van bodemvorming (en uitspoeling van basen) in het dekzand blijkt dan ook belangrijker te zijn, met een significant lagere pH als gevolg. Voor wat betreft de nutriëntentoestand zou men op grond van de verschillen in leemgehalte en CEC een iets hoger bodemvruchtbaarheidniveau (hoger P-totaalgehalte; lagere C/P-ratio) verwachten in de dekzandbodems bij Markelo. Dit klopt ook, maar de verschillen zijn niet significant. De verschillen in N-ratio zijn daarentegen wel significant, hetgeen niet te verklaren valt uit de verschillen in zuurgraad maar wel uit de verschillen in leemgehalte (bij hoger leemgehalte is de nitrificatiesnelheid hoger; zie ook § 3.4.4).

3.3 Effect van de behandelingen

Figuur 3a geeft per type behandeling een beeld van de verschillen in aantallen kiemplanten in de uitgerasterde proefvlakken in beide onderzoeksgebieden. Uit deze figuur blijkt dat er in het proefgebied Markelo duidelijke verschillen in de gemiddelde effectiviteit van de behandelingen waarneembaar zijn. In Mantinge werden nauwelijks kiemplanten aangetroffen. Toch is hier sprake van eenzelfde tendens. Grofweg lijken diep plagen, bekalken en spitten de meest effectieve maatregelen om de verjonging te bevorderen. Niets doen (referentie) heeft geen enkel effect en ondiep plagen levert slechts enkele kiemplanten op. In de proefvlakken met opgebracht strooisel werden wel kiemplanten gevonden, met name in 2010, maar deze resultaten zijn niet eenduidig aan de ingreep te koppelen omdat het hier alleen kiemplanten uit verspoelde en verwaaide bessen betreft en/of kiemplanten die pas zijn verschenen nadat het opgebrachte strooisel grotendeels was afgebroken (zie § 3.1).

Voor het proefgebied bij Markelo werden de verschillen in aantallen kiemplanten per behandeling statistisch getoetst. De resultaten worden weergegeven in Tabel 3c. De aantallen kiemplanten in het proefgebied bij Mantinge zijn te laag voor een zinvolle toetsing. Er kunnen daar dan ook geen significante verschillen in kiemsucces tussen de behandelingen worden aangetoond.



Figuur 3a: Gemiddeld en maximaal aantal kiemplanten per proefvlak per behandeling (alleen uitgerasterde proefvlakken).

Figure 3a: Average and maximum number of seedlings per plot per treatment (only trial plots with grid). From left to right: reference, shallow sod, deep sod, deep sod + lime, dug, litter applied.

In Markelo is er wel sprake van een significant verschil in effectiviteit tussen niets-doen enerzijds en alle overige behandelingen binnen het raster (met uitzondering van strooisel opbrengen) anderzijds. De effectiviteit van ondiep plaggen verschilt significant van de drie meest succesvolle behandelingen (diep plaggen, bekalken en spitten). Tussen deze drie meest effectieve behandelingen onderling werden geen significante verschillen in effectiviteit aangetoond. De effectiviteit van strooisel opbrengen neemt een intermediaire positie in. Er konden geen significante verschillen met de overige ingrepen worden aangetoond.

Tabel 3c: Aantal kiemplanten per behandeling in het proefgebied Markelo (binnen het raster) en resultaten van toetsing van de verschillen met behulp van de Mann-Whitney-test (P-waarde bij tweezijdige toetsing).

Table 3c: Number of seedlings per treatment in the Markelo trials area (inside the grid) and results from testing the differences using the Mann-Whitney test (P-value for test).

Behandeling	Geen (referentie)	Ondiep plaggen	Diep plaggen	Bekalken	Spitten	Strooisel opbrengen
Geen (referentie)	x					
Ondiep plaggen	0.040	x				
Diep plaggen	0.014	0.046	x			
Bekalken	0.013	0.017	0.561	x		
Spitten	0.014	0.018	0.309	1.000	x	
Strooisel opbrengen	0.131	0.874	0.306	0.080	0.108	x
Aantal kiemplanten	0	3	15	27	25	8

Gearceerd: significante verschillen (P-waarde 0.000= 0,050)

3.4 Invloed van vegetatie en bodemfactoren

3.4.1 Aanwezigheid vegetatie en strooisellaag

Er lijkt een duidelijk verband te bestaan tussen de aanwezigheid van zaailingen enerzijds en de afwezigheid van vegetatie en een strooisellaag anderzijds. In hoeverre er in de proefvlakken vegetatie en een strooisellaag aanwezig zijn, is afhankelijk van behandeling. In de referentieproefvlakken (geen behandeling; wel vegetatie en strooisellaag) zijn nooit zaailingen aangetroffen. De resultaten in de proefvlakken met opgebracht strooisel zijn niet eenduidig (zie § 3.1). Daarom wordt deze behandeling hier buiten beschouwing gelaten. Wanneer wij in de overige proefvlakken (binnen het raster) kijken naar relatie tussen de aanwezigheid van vegetatie en strooisellaag enerzijds en kiemplanten anderzijds, vinden wij de volgende relatie:

- Aantal proefvlakken met vegetatie en strooisellaag: 8; hiervan met kiemplanten: 0 (0%);
- Aantal proefvlakken zonder vegetatie en strooisellaag: 32; hiervan met kiemplanten: 20 (50%). Het totaal aantal kiemplanten in deze proefvlakken bedroeg 75. Deze stonden grotendeels in het proefgebied bij Markelo: 70 kiemplanten in 15 van de 16 proefvlakken (94%).

Het verschil in kiemsucces tussen de uitgerasterde proefvlakken met vegetatie en een strooisellaag in situ enerzijds en met een minerale bovengrond zonder vegetatie of strooisel anderzijds is zeer significant. De P-waarde bij een tweezijdige toetsing met de Mann-Whitney-toets is 0.008 voor beide gebieden tezamen, voor alleen het proefgebied bij Markelo 0.004.

3.4.2 Zuur- en basentoestand

In Tabel 3d wordt een overzicht gegeven van de variatie binnen de uitgerasterde proefvlakken van de bodemfactoren die betrekking hebben op de zuur- en basentoestand. Tevens wordt aangegeven binnen welke range er kiemplanten van jeneverbes zijn waargenomen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen kieming op minerale bodem en op opgebracht strooisel.

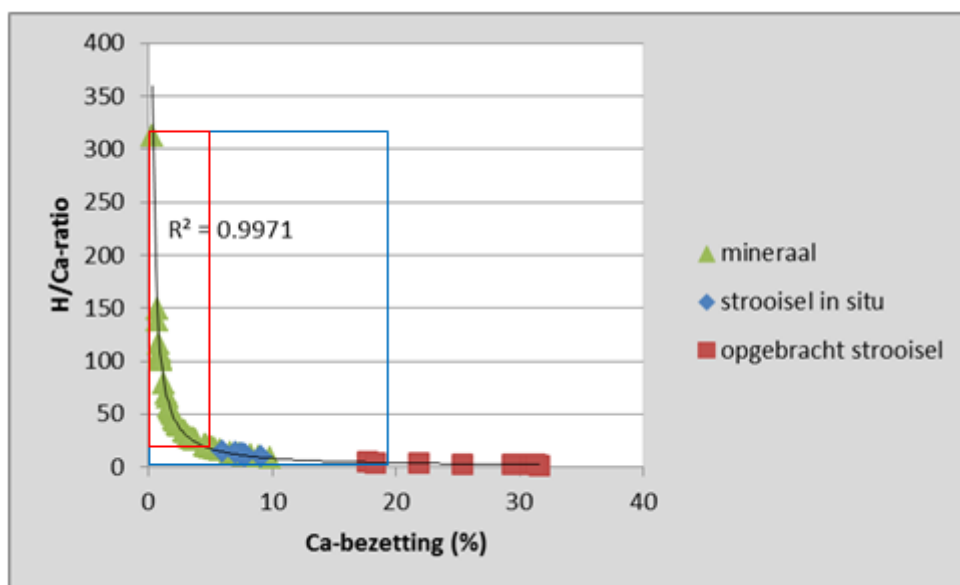
In Figuur 3b tot en met 3d worden deze ranges grafisch weergegeven en tevens de belangrijkste relaties tussen de factoren in beeld gebracht. Bij de bespreking van de figuren zullen wij focussen op de proefvlakken zonder (opgebrachte) strooisellaag.

Tabel 3d: Bodemfactoren die betrekking hebben op de zuur- en basentoestand: variatie binnen uitgerasterde proefvlakken en range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen.

Table 3d: Soil factors related to acid and alkali conditions: variation within trial plots with grid and range within which Juniper rejuvenation was observed.

	alle proefvlakken		proefvlakken met verjonging			
	minimum	maximum	alle		zonder strooisellaag	
			minimum	maximum	minimum	maximum
Ca-bezetting (%)	0.3	31.6	0.3	21.9	0.3	5.1
H/Ca-ratio	1.9	312.9	3.4	312.9	18.2	312.9
pH-KCl	2.3	5.1	2.9	4.5	3.0	4,5
CEC (cmol+/kg)	4.8	100.5	4.8	64.1	4.8	25.5

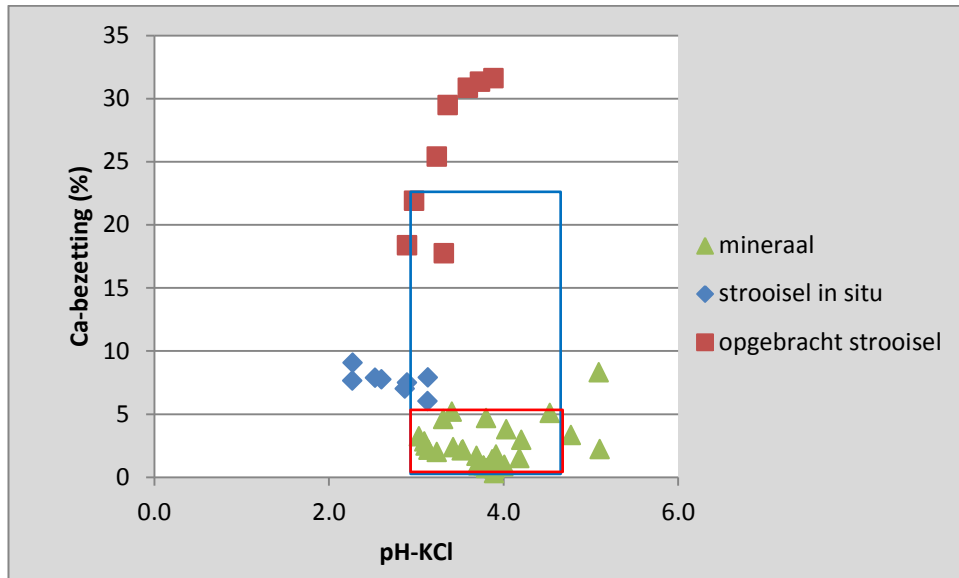
Figuur 3b maakt duidelijk dat binnen vrijwel de gehele ranges van de H/Ca-ratio en Ca-bezetting die in de proefvlakken zonder strooisellaag werden gemeten, kiemplanten zijn aangetroffen. Daarbij valt op de beide factoren zeer sterk zijn gecorreleerd. Dit betekent dat de kationen natrium, kalium en magnesium in vergelijking tot calcium en waterstof slechts in zeer geringe mate aanwezig zijn. Gezien de sterke correlatie tussen beide factoren kunnen wij ons bij het zoeken naar een relatie met het aantal kiemplanten tot één van beide beperken. Wij kiezen hierbij voor de meest gebruikte: de calcium-bezetting.



Figuur 3b: Variatie in H/Ca-ratio en Ca-bezetting in de bovengrond van de uitgerasterde proefvlakken. Blauwe kader: range waarbinnen verjonging van jeneverbess werd aangetroffen; rode kader: idem, uitsluitend proefvlakken met minerale bovengrond.

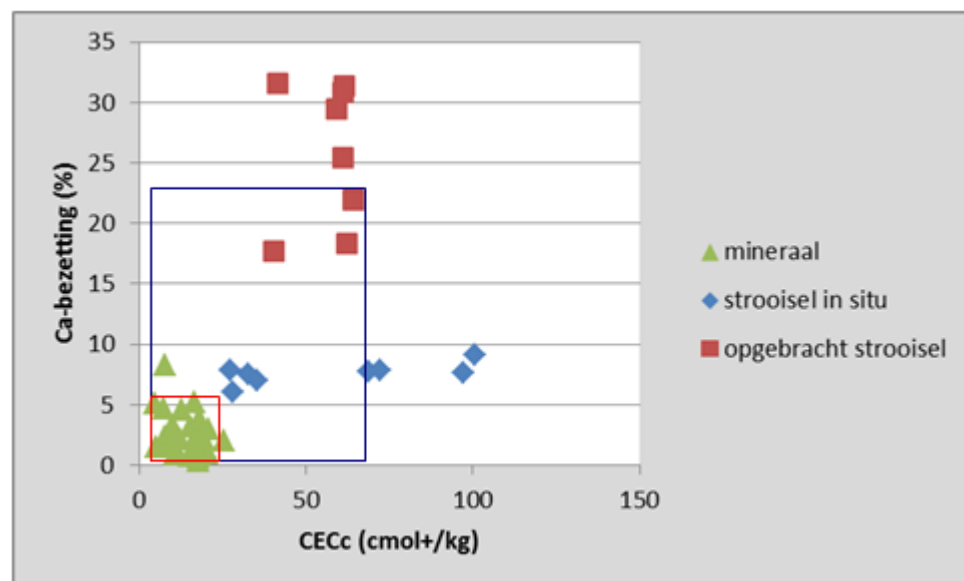
Figure 3b: Variation in H/Ca ratio and Ca presence in topsoil of trial plots with grid. Area outlined in blue: range within which Juniper rejuvenation was observed; Area outlined in red: as blue area, but only trial plots with mineral topsoil.

Figuur 3c maakt duidelijk dat ook binnen vrijwel de gehele range van de pH-KCl-waarden die in de proefvlakken zonder strooisellaag werden gemeten, kiemplanten zijn aangetroffen. Daarbij valt op dat pH-KCl en Ca-bezetting, althans in de proefvlakken zonder strooisellaag, niet duidelijk zijn gecorreleerd. Dit zou er op kunnen duiden dat de basenhuishouding van de bodems na behandeling (met name na bekalken) nog niet opnieuw in evenwicht is gekomen.



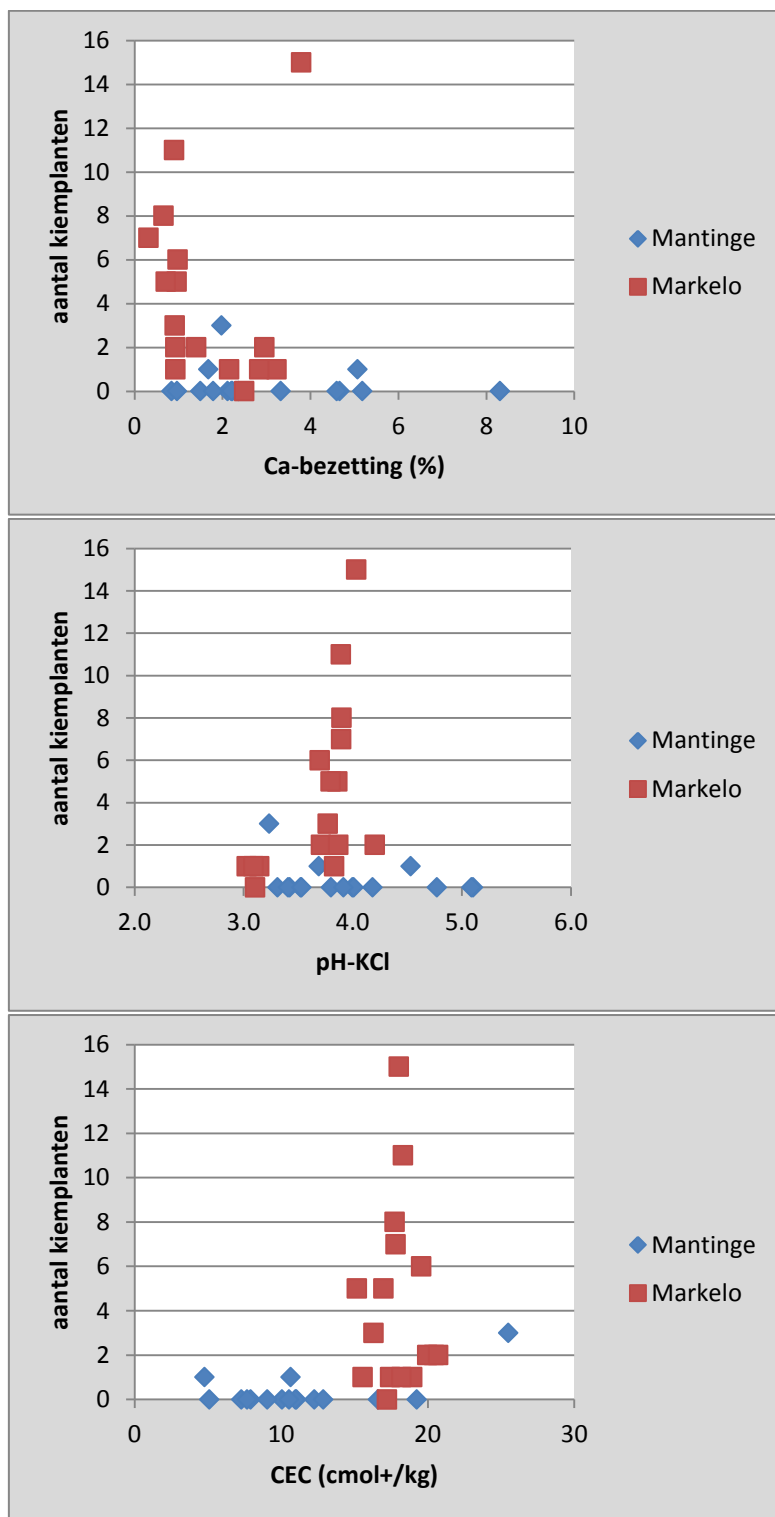
Figuur 3c: Variatie in pH-KCl en Ca-bezetting in de bovengrond van de uitgerasterde proefvlakken. Blauwe kader: range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen; rode kader: idem, uitsluitend proefvlakken met minerale bovengrond.

Figure 3b: Variation in pH-KCl and Ca presence in topsoil of trial plots with grid. Area outlined in blue: range within which Juniper rejuvenation was observed; Area outlined in red: as blue area, but only trial plots with mineral topsoil.



Figuur 3d: Variatie in Ca-bezetting en CECc in de bovengrond van de uitgerasterde proefvlakken. Blauwe kader: range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen; rode kader: idem, uitsluitend proefvlakken met minerale bovengrond.

Figure 3d: Variation in Ca presence in topsoil of trial plots with grid. Area outlined in blue: range within which Juniper rejuvenation was observed; Area outlined in red: as blue area, but only trial plots with mineral topsoil.



Figuur 3e: Relatie tussen het aantal kiemplanten per proefvlak en de bodemfactoren die betrekking hebben op de zuur- en basenhuishouding (op minerale bodem in uitgerasterde proefvlakken).

Figure 3e: Relationship between the number of seedlings per trial plot and the soil factors related to the acid/alkaline balance (on mineral soil in trial plots with grid).

Figuur 3d geeft aan dat voor de CEC vergelijkbare conclusies kunnen worden getrokken: binnen vrijwel de gehele in de proefvlakken zonder strooisellaag aanwezige range zijn kiemplanten aangetroffen en van een correlatie met de Ca-bezetting is nauwelijks sprake.

In Figuur 3e is voor de uitgerasterde proefvlakken met een minerale bovengrond het aantal kiemplanten uitgezet tegen de calcium-bezetting, de pH-KCl en de CEC. Uit de figuur blijkt dat hoewel over vrijwel de gehele range er sprake is van enige verjonging, er voor alle drie de factoren duidelijk sprake is van een beperkte range waarbinnen sprake is van substantieel meer kiemplanten dan daarbuiten.

3.4.3 Vochttoestand

In Tabel 3e wordt een overzicht gegeven van de variatie binnen de uitgerasterde proefvlakken van de bodemfactoren die primair betrekking hebben op de vochttoestand: het leemgehalte en het gehalte organische stof. Tevens wordt aangegeven binnen welke range kiemplanten van jeneverbes zijn waargenomen. Hierbij wordt opnieuw een onderscheid gemaakt tussen kieming op minerale bodem en op opgebracht strooisel.

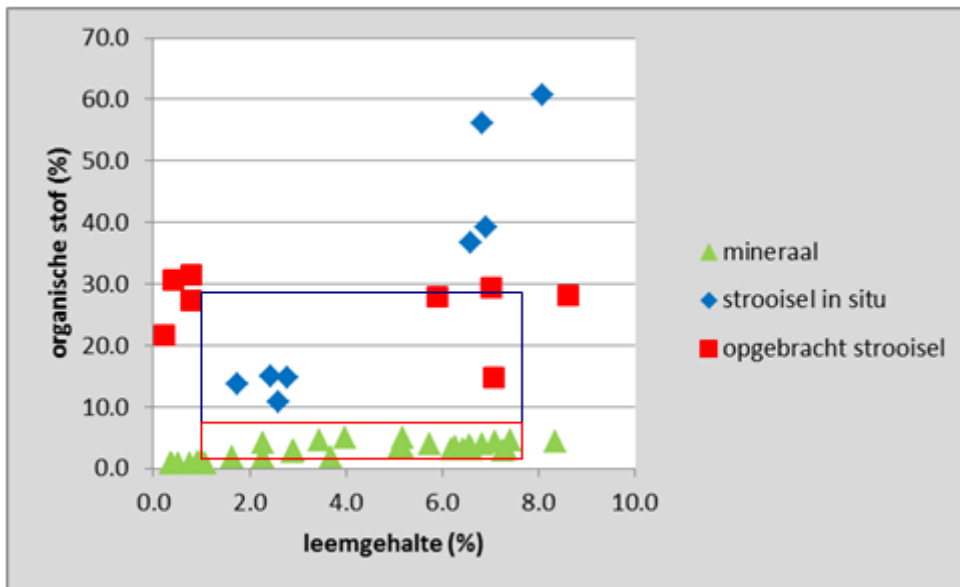
Tabel 3e: Bodemfactoren die betrekking hebben op de vochttoestand: variatie binnen uitgerasterde proefvlakken en range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen.

Table 3e: Soil factors related to moisture conditions: variation within trial plots with grid and range within which Juniper rejuvenation was observed.

	alle proefvlakken		proefvlakken met verjonging			
			alle		zonder strooisellaag	
	minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
leemgehalte ¹⁾	0.2	8.6	1.1	7.3	1.1	7.3
organisch stofgehalte	0.7	60.8	0.8	27.8	0.8	5.0

1) voor het leemgehalte van het zand in de strooisellagen is uitgegaan van de textuur van de onderliggende minerale laag.

In Figuur 3f worden deze ranges grafisch weergegeven en wordt tevens de relatie tussen de factoren in beeld gebracht. De figuur maakt duidelijk dat ook binnen de gehele range van leem- en organisch stofgehaltes die in de proefvlakken zonder strooisellaag werden gemeten, kiemplanten zijn aangetroffen. Daarbij lijkt het zo te zijn dat er nauwelijks sprake is van een correlatie tussen beide factoren. Dit is echter niet geheel correct. Binnen de proefvlakken zonder strooisellaag is er een subtiel verschil waarneembaar tussen de stuifzandbodems links (relatief laag leem- en organisch stofgehalte) en de dekzandbodems rechts (relatief hoog leem- en organisch stofgehalte).



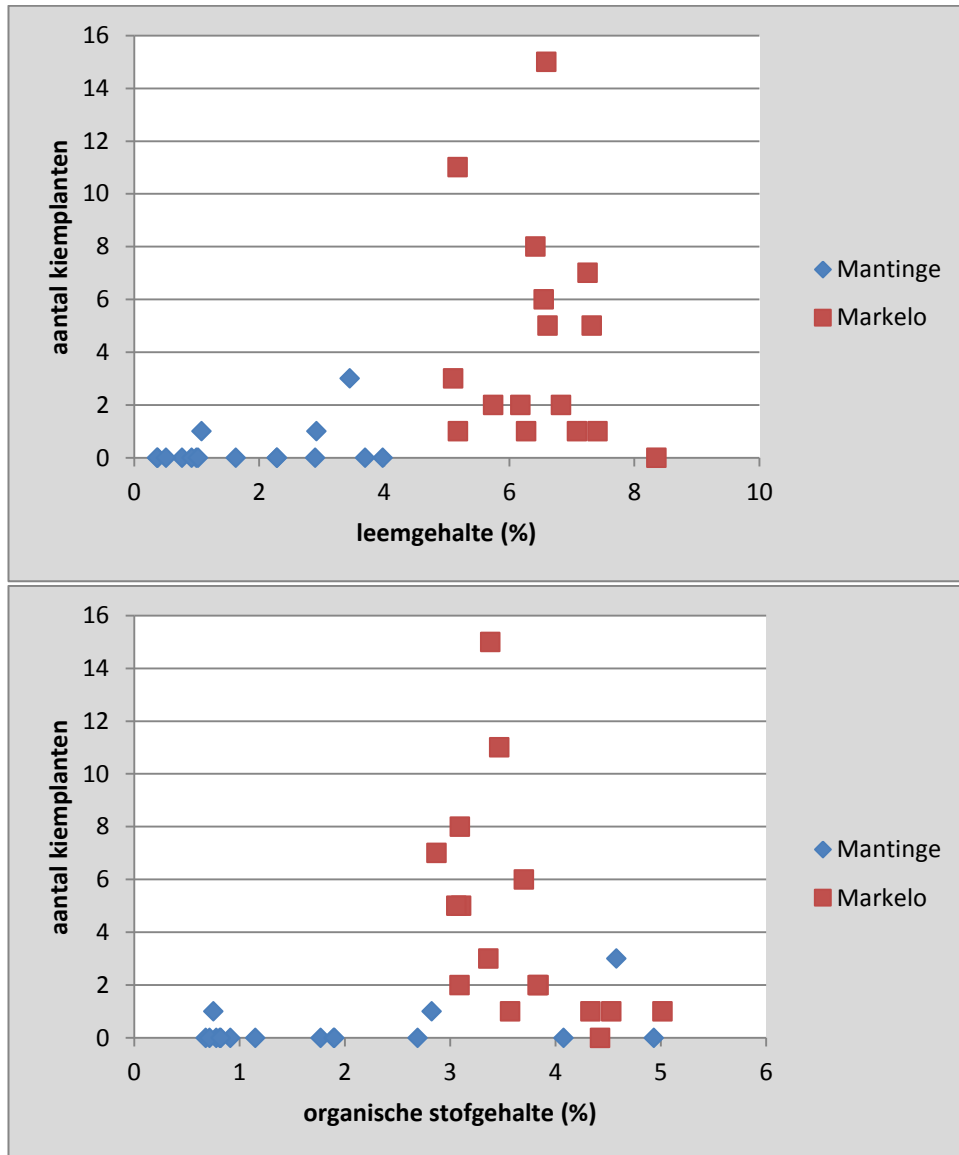
Figuur 3f: Variatie in leemgehalte en organisch stofgehalte in de uitgerasterde proefvlakken. Blauwe kader: range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen; rode kader: idem, uitsluitend proefvlakken met minerale bovengrond. Voor het leemgehalte van het zand in de strooisellagen is uitgegaan van de textuur van de onderliggende minerale laag.

Figure 3f: Variation in loam content and organic matter content in the trial plots with grid. Area outlined in blue: range within which Juniper rejuvenation was observed; Area outlined in red: as blue area, but only trial plots with mineral topsoil. The texture of the underlying mineral is used as assumption for the loam content of the sand in litter layers.

In Figuur 3g is voor de uitgerasterde proefvlakken met een minerale bovengrond het aantal kiemplanten uitgezet tegen het leem- en organisch stofgehalte. Verreweg de meeste kiemplanten werden aangetroffen op bodems met een relatief hoog leem- en organisch stofgehalte: de dekzandgronden bij Markelo.

3.4.4 Nutriëntentoestand

In Tabel 3f wordt een overzicht gegeven van de variatie binnen de uitgerasterde proefvlakken van de bodemfactoren die betrekking hebben op de nutriëntentoestand: het P-totaalgehalte, de C/P-ratio en de N-ratio. Tevens wordt aangegeven binnen welke range kiemplanten van jeneverbes zijn waargenomen. Hierbij wordt opnieuw een onderscheid gemaakt tussen kieming op minerale bodem en op opgebracht strooisel.



Figuur 3g: Relatie tussen het aantal kiemplanten per proefvlak en de bodemfactoren die betrekking hebben op de vochttoestand (alleen uitgerasterde proefvlakken met minerale bovengrond). Voor het leemgehalte van het zand in de strooisellagen is uitgegaan van de textuur van de onderliggende minerale laag.

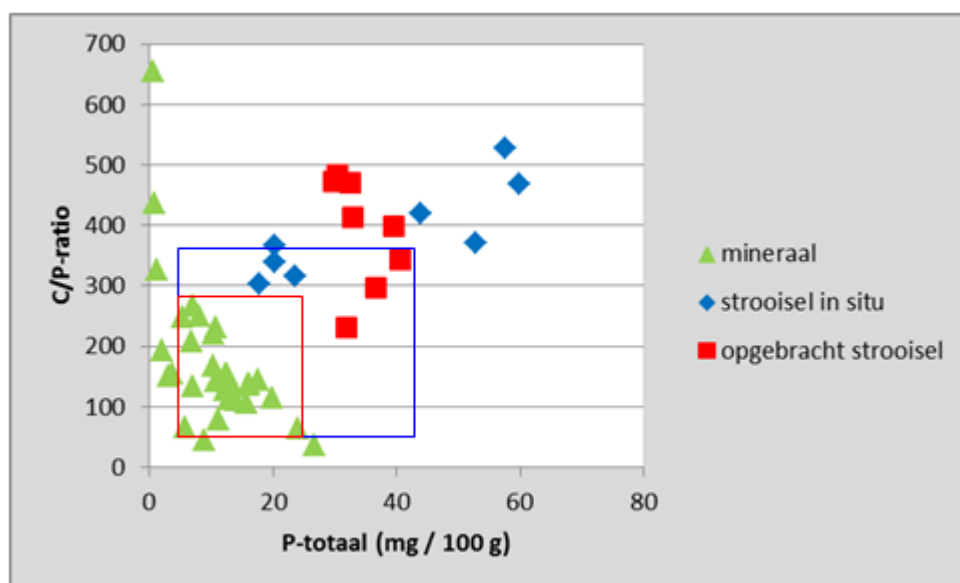
Figure 3g: Relationship between the number of seedlings per trial plot and the soil factors related to moisture conditions (only trial plots with grid with mineral topsoil). The texture of the underlying mineral is used as assumption for the loam content of the sand in litter layers.

In Figuur 3h en 3i worden deze ranges grafisch weergegeven. Figuur 3h brengt tevens de relatie tussen de fosfaat-gerelateerde factoren in beeld, Figuur 3i de relatie tussen de pH-KCl en de N-ratio. Bij de bespreking van de figuren zullen wij ons opnieuw concentreren op de proefvlakken zonder (opgebrachte) strooisellaag.

Tabel 3f: Bodemfactoren die betrekking hebben op de nutriëntentoestand: variatie binnen uitgerasterde proefvlakken en range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen.

Table 3f: Soil factors related to nutrient conditions: variation within trial plots with grid and range within which Juniper rejuvenation was observed.

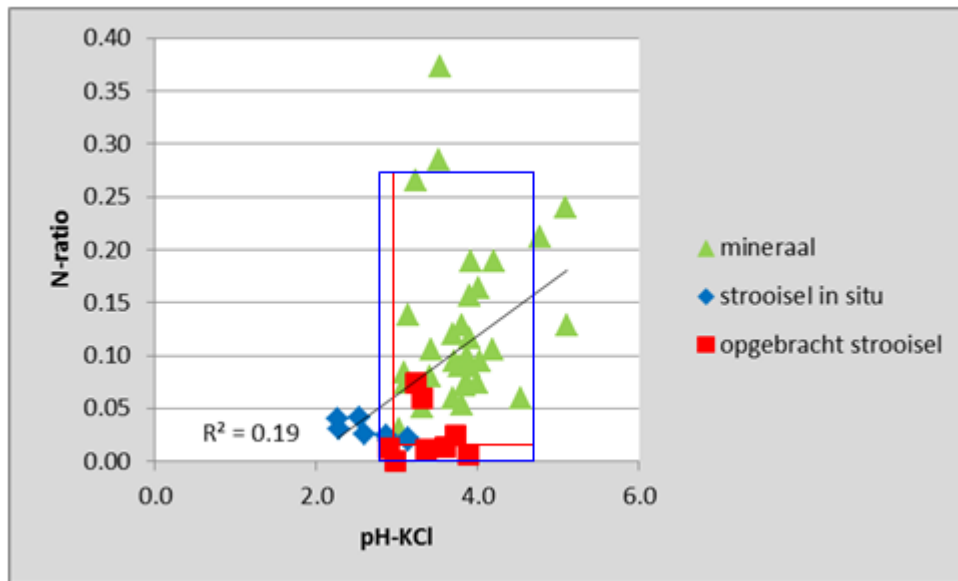
	alle proefvlakken		proefvlakken met verjonging			
	minimum	maximum	alle		zonder strooisellaag	
			minimum	maximum	minimum	maximum
P-totaal (mg / 100 g)	1	60	6	41	6	24
C/P-ratio	35	654	64	342	64	268
N-ratio	0,001	0,372	0,001	0,265	0,030	0,265



Figuur 3h: Variatie in P-totaal-gehalte en C/P-ratio in de uitgerasterde proefvlakken. Blauwe kader: range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen; rode kader: idem, uitsluitend proefvlakken met minerale bovengrond.

Figure 3h: Variation in P-total-level and C/P ratio in the trial plots with grid. Area outlined in blue: range within which Juniper rejuvenation was observed; Area outlined in red: as blue area, but only trial plots with mineral topsoil.

Figuur 3h maakt duidelijk dat ook binnen de gehele range van C/P-waarden die in de proefvlakken zonder strooisellaag werden gemeten, kiemplanten zijn aangetroffen. Voor de P-totaalgehalten is dit niet zo. Op de allerarmste gronden werden geen kiemplanten aangetroffen. Daarbij lijkt het zo te zijn dat er – althans in de minerale bovengronden - nauwelijks sprake is van een correlatie tussen C/P-ratio en P-totaal.



Figuur 3i: Variatie in pH-KCl en N-ratio in de uitgerasterde proefvlakken. Blauwe kader: range waarbinnen verjonging van jeneverbes werd aangetroffen; rode kader: idem, uitsluitend proefvlakken met minerale bovengrond.

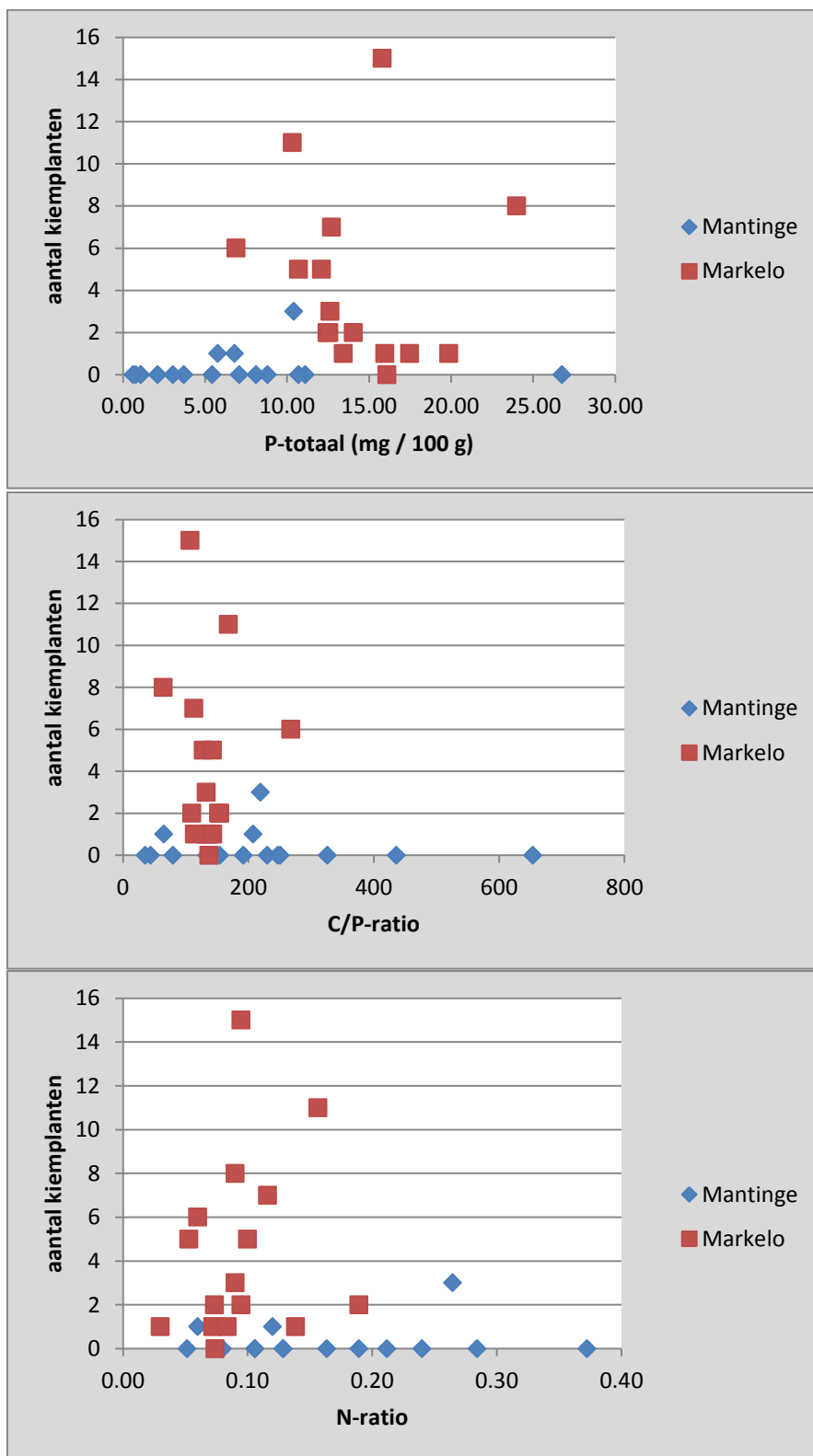
Figure 3i: Variation in pH-KCl and N ratio in the trial plots with grid. Area outlined in blue: range within which Juniper rejuvenation was observed; Area outlined in red: as blue area, but only trial plots with mineral topsoil.

Figuur 3i laat zien dat ook voor de N-ratio (NH_4/NO_3) geldt dat binnen vrijwel de gehele range van waarden die in de proefvlakken zonder strooisellaag werden gemeten, kiemplanten zijn aangetroffen. Daarbij is er sprake van een zwakke positieve relatie tussen de N-ratio en de pH-waarde. Dit is anders dan op grond van de literatuur zou mogen worden verwacht. Bij een lage pH (hoge zuurgraad) verloopt het nitrificatieproces (omzetting van ammonium in nitraat) immers relatief langzaam en is een relatief hoge N-ratio te verwachten. Wij gaan er vanuit dat de gevonden (zwakke) positieve relatie tussen pH en N-ratio veroorzaakt wordt door een gebiedseffect. De bodem van het proefgebied bij Markelo is lemiger en rijker waardoor de nitrificatie - ondanks een gemiddeld iets lagere pH - relatief snel verloopt.

In Figuur 3j is het aantal kiemplanten uitgezet tegen het P-totaal-gehalte, de C/P-ratio en de N-ratio. Uit de figuur blijkt dat voor alle drie de factoren geldt dat slechts in een beperkt deel van de ranges relatief hoge aantallen kiemplanten gevonden werden.

3.4.5 Synthese

Met behulp van logistische regressie analyse is getracht te achterhalen welke van de onderzochte bodemfactoren het meest verklarend zijn voor de aanwezigheid van kiemplanten in de proefvlakken. De resultaten van deze analyse bevestigen de belangrijkste trends die al in de vorige paragrafen naar voren kwamen. Gedetailleerde informatie levert de logistische regressie echter niet op. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat het aantal proefvlakken waarin geen enkele kiemplant aanwezig was te groot is.



Figuur 3j: Relatie tussen het aantal kiemplanten per proefvlak en de bodemfactoren die betrekking hebben op de nutriëntentoestand (alleen uitgerasterde proefvlakken met minerale bovengrond).

Figure 3j: Relationship between the number of seedlings per trial plot and the soil factors related to nutrient conditions (only trial plots with grid with mineral topsoil).

De in de voorgaande paragrafen gepresenteerde scatterdiagrammen suggereren echter een duidelijke samenhang tussen bodemfactoren en het aantal kiemplanten. Een eerste conclusie is dat de aanwezigheid van vegetatie en strooisel een belangrijke belemmering vormen voor kieming. Voor de proefvlakken zonder vegetatie en/of strooisellaag werd de samenhang tussen bodemfactoren en kiemsucces nader verkend door per factor de proefvlakken te verdelen in twee gelijke subsets: één met relatief lage en één met relatief hoge waarden voor de betreffende factor. Vervolgens werd het verschil in aantallen kiemplanten tussen beide subsets getoetst met behulp van de Mann-Whitney-toets. De resultaten worden weergegeven in Tabel 3g. In deze tabel is tevens weergegeven voor welke factoren de proefgebieden duidelijk van elkaar verschillen (zie tabel 3b). De tabel geeft enig inzicht in twee belangrijke vragen:

- wordt het enorme verschil in kiemsucces tussen beide proefgebieden vooral bepaald door een of meerdere onderzochte bodemfactoren of door een niet onderzochte factor (bijvoorbeeld klimaat, vraat of ziekte)?
- welke factoren zijn – los van de overduidelijke verschillen tussen beide proefgebieden – verklarend voor de aan- of afwezigheid van kiemplanten?

Tabel 3g laat zien dat over de gehele dataset (twee proefgebieden) gezien vijf factoren een significante invloed hebben op het aantal kiemplanten. Relatief veel kiemplanten worden gevonden bij een lage calcium-bezetting, een relatief hoge CEC, een hoog organisch stofgehalte, een hoog leemgehalte en/of een hoog P-totaalgehalte. De relatie met het leemgehalte is het sterkst en dit is tevens de factor die het duidelijkst gecorreleerd is met de (geologie van de) proefgebieden. Een hoog leemgehalte betekent – net als een hoog organisch stofgehalte – een betere vochtvoorziening, dus minder droogtestress. Een hoog leemgehalte betekent tevens – net als een hoog P-totaalgehalte – een iets gunstiger nutriëntenvoorziening.

Het lijkt daarmee aannemelijk dat binnen de onze dataset de vochtvoorziening de meest bepalende factor is voor de kieming van jeneverbes, gevolgd door de nutriëntenvoorziening. De invloed van de basenhuishouding is minder eenduidig. Bij hogere pH-waarden worden weliswaar meer kiemplanten gevonden, maar deze relatie is verre van significant, ondanks het feit dat beide proefgebieden wel significant verschillen in zuurgraad. Daarbij is er een significante negatieve relatie tussen het aantal kiemplanten en de calciumbezetting, een factor die veelal sterk gecorreleerd aan de pH. De significante positieve relatie tussen het aantal kiemplanten en de CEC, tenslotte, is goed te verklaren vanuit het leemgehalte.

Tabel 3g: Verschillen in aantal kiemplanten bij hoge en lage waarden voor de verschillende onderzochte bodemfactoren (alleen proefvlakken binnen raster en zonder vegetatie en/of strooisellaag).

Table 3g: Differences in the number of seedlings for high and low values for the various soil factors examined (only trial plots with grid and without vegetation and/or litter layer).

Twee gebieden							
Factor	lage waarden (< mediaan)			hoge waarden (> mediaan)			P-waarde verschil
	van...	tot...	N	van...	tot...	N	
pH	3.0	3.8	23	3.8	5.1	52	0.527
Ca-bez.	0.3	2.0	54	2.1	8.3	21	0.010
CEC _c	4.8	16.3	11	16.6	25.5	64	0.002
OS	0.7	3.1	16	3.1	5.0	59	0.006
Leem	0.4	4.0	5	5.1	8.4	70	0.000
P _{tot}	0.6	10.7	22	10.7	26.8	53	0.013
C/P	35	143	49	143	654	26	0.179
N-ratio	0.0	0.1	50	0.1	0.4	25	0.060

Alleen Markelo							
Factor	lage waarden (< mediaan)			hoge waarden (> mediaan)			P-waarde verschil
	van...	tot...	N	van...	tot...	N	
pH	3.0	3.8	19	3.8	4.2	51	0.056
Ca-bez.	0.3	1.0	42	1.0	3.8	28	0.124
CECc	15.2	17.8	30	18.0	20.7	40	0.750
OS	2.9	3.5	56	3.6	5.0	14	0.000
Leem	5.1	6.6	34	6.6	8.4	36	0.750
Ptot	6.9	12.7	41	13.4	24.0	29	0.089
C/P	64	133	42	136	268	28	0.367
N-ratio	0.0	0.1	24	0.1	0.2	46	0.167

N = aantal kiemplanten

Arcering:

Donkerblauw: P-waarde: 0.00 – 0.05 (significant) bij tweezijdige toetsing m.b.v. de Mann-Whitney-toets.

Lichtblauw: P-waarde: 0.05 – 0.10 (bijna significant) bij tweezijdige toetsing m.b.v. de Mann-Whitney-toets.

Arcering in kolom "factor": significante verschillen tussen het proefgebied bij Mantinge en bij Markelo (alle proefvlakken; zie Tabel 3b).

Herhalen wij nu deze exercitie voor alleen de proefvlakken in Markelo (waar verreweg de meeste kiemplanten werden gevonden) dan zien wij dat in deze relatief leemrijke omgeving verschillen in leemgehalte niet langer bepalend zijn voor het kiemsucces. Opvallend is ook dat het organisch stofgehalte hier zelfs negatief gecorreleerd is met het aantal kiemplanten. Kennelijk zijn verschillen in droogtestress binnen deze range van leemgehalten niet meer van doorslaggevend belang. Tegelijk zien wij hier het belang van de zuur- en basenhuishouding als verklarende factor toenemen. Bij een relatief hoge pH worden hogere aantallen kiemplanten gevonden; hoge organische stofgehalten hebben hier kennelijk geen meerwaarde meer vanwege hun betere vochtvoorziening maar werken negatief uit op het kiemsucces omdat

ze gekoppeld zijn aan iets zuurdere omstandigheden. De positieve relatie tussen het P-totaalgehalte en het aantal kiemplanten wijst er tenslotte op dat de nutriëntenvoorziening ook binnen deze relatief leemrijke gronden een bepalende factor blijft voor het kiemsucces.

3.5 Kiemsucces en herkomst

In totaal werden bij de proef circa 100800 bessen gebruikt, hetgeen overeenkomt met circa 302400 zaden. Hiervan was 44% verzameld in Buinen. De overige 56% bestond uit een mengsel afkomstig uit het Mantingerzand, Dwingeloo en het Junner Koeland (zie § 2.1). In totaal werden in de periode 2009 - 2011 95 kiemplanten geteld. Het kiemsucces van de zaaiproef als geheel bedraagt daarmee slechts 0,3 %. Van de 95 waargenomen kiemplanten groeide er 62 (65%) op de plek waar zij gezaaid waren, de overige waren gekiemd in de randzone uit verspoelde en door de wind verplaatste bessen (zie § 3.1). Alleen van de 62 in het zaaibed gekiemde zaden en de tien in 2009 in de randzone gekiemde zaden is de herkomst bekend: 34 uit Buinen, 38 uit de overige gebieden. Dit betekent dat het aandeel gekiemde zaden uit Buinen iets groter is dan verwacht kon worden op grond van de gebruikte aantallen bessen (zie Tabel 3h). Het verschil is echter gering en verre van significant ($\chi^2 = 0,23$). Dit betekent weer dat de in Buinen aangetroffen uitzonderlijk rijke verjonging van jeneverbes niet te danken is aan een uitzonderlijk hoge kiemkracht van de zaden van de jeneverbesstruiken ter plekke.

Tabel 3h: Relatie tussen het kiemsucces en de herkomst van de bessen.

Table 3h: Relationship between the germination success and the origin of the berries.

Herkomst bessen	Aantal zaden	Kiemplanten in zaaibed (niet verspoeld)		
		N (waargenomen)	% van N zaden	N (verwacht)
Gemengd	168000	38	0,00023	40
Buinen	134400	34	0,00025	32
Totaal	302400	72	0,00024	72

*) Mengsel verzameld in Mantingerzand, Dwingeloo en Junner Koeland (gewichtsverhouding 1 : 1 : 3).

3.6 Sterfte van kiemplanten

Uit het overzicht van de waargenomen aantallen kiemplanten per jaar in Bijlage B valt op te maken dat in veel proefvlakken een aantal kiemplanten in de loop van de tijd weer is verdwenen of nog wel aanwezig is, maar (vermoedelijk) niet meer in leven. Tabel 3i laat voor het proefgebied bij Markelo zien dat het aandeel dode dan wel verdwenen kiemplanten per behandeling sterk varieert. Het totale aantal kiemplanten in het proefgebied bij Mantinge was te gering om de "sterftekans" per behandeling op een zinvolle wijze te vergelijken.

Uit de tabel blijkt dat van de 78 gedurende de periode 2009-2011 binnen het raster waargenomen kiemplanten er in oktober 2011 nog 57 in leven waren (73%). Dit kan vertaald worden in een "sterftekans" van 27%. Bij twee behandelingen is de waargenomen sterfte echter groter dan op grond van

deze algemene sterftekans verwacht kon worden. In de diep geplagde én gespitte proefvlakken is het verschil gering (28 in plaats van 27%) en – uiteraard – niet significant. In de diep geplagde én bekalkte proefvlakken is het verschil veel groter: 41 in plaats van 27%. Bij een eenzijdige toetsing met behulp van de chi-kwadraattoets is dit verschil significant ($\chi^2 = 4.0$; overschrijdskans 5%).

Tabel 3i: Aantallen levende en dode / verdwenen kiemplanten in het proefgebied bij Markelo per behandeling (binnen het raster).

Table 3i: Numbers of seedlings live and dead or disappeared in the trial area at Markelo per treatment (inside the grid).

Behandeling	Geen (referentie)	Ondiep plaggen	Diep plaggen	Bekalken	Spitten	Strooisel opbrengen	Totaal
Aantal kiemplanten	0	3	15	27	25	8	78
Nog in leven in 2011	0	3	14	16	18	6	57
% overlevend	-	100	93	59	72	75	73
% dood / verdwenen	-	0	7	41	28	25	27

Als wij echter de invloed van spitten en bekalken op de sterftekans van de kiemplanten willen onderzoeken los van de invloed van diep plaggen, moeten wij de waargenomen sterfte van kiemplanten in de gespitte en bekalkte proefvlakken vergelijken met de sterfte in de diepgeplagde en verder onbewerkte proefvlakken. Wij komen dan tot vrijwel dezelfde conclusie. Spitten geeft geen significante toename van de sterfte. De toename van de sterfte na bekalken is daarentegen zeer significant ($\chi^2 = 5.5$; overschrijdskans 2.5 %).

3.7 Invloed van konijnen

Om de invloed van konijnenvraat op de verjonging van jeneverbes in te schatten werd in beide proefgebieden één van de behandelingen (diep plaggen én bekalken) buiten het raster herhaald (in vier proefvlakken). Zoals blijkt uit Tabel 3j was bij de laatste telling in oktober 2011 het aantal aanwezige kiemplanten (dood of levend) buiten het raster kleiner dan in de gelijk behandelde proefvlakken binnen het raster. Dit verschil is het duidelijkst (en significant) in het proefgebied bij Markelo waar het merendeel van alle kiemplanten werd aangetroffen.

Om na te gaan of de gevonden verschillen niet mede veroorzaakt kunnen worden door toevallige verschillen in bodemgesteldheid, zijn een aantal bodemkenmerken ook in de proefvlakken buiten het raster onderzocht.

Tabel 3j: Vergelijking van de aantallen bij de laatste telronde nog aanwezige kiemplanten in diep geplagde én bekalkte proefvlakken binnen en buiten de rasters (levend of dood).

Table 3j: Comparison of the numbers of seedlings present since the previous count in the trial plots with deep sod cutting and lime inside and outside the grids (living or dead).

Gebied	Aantal kiemplanten		P-waarde
	binnen raster	buiten raster	
Mantinge	1	0	0.159
Markelo	19	4	0.032
Beide gebieden	20	4	0.159

Gearceerd: P-waarde bij éézijdige toetsing m.b.v. Mann-Whitney-toets: 0.000 – 0.050 (significant).

Tabel 3k geeft aan dat bij Markelo tussen de proefvlakken binnen en buiten het raster significante verschillen in pH-KCl en leemgehalte bestaan. Hiervoor zijn twee mogelijke redenen denkbaar: toevallige verschillen ontstaan door het niet geheel homogeen bekalken of enige bodemroering door gravende konijnen in de periode tussen aanleg en bodembemonstering. Op grond van de Tabel 3g weergegeven relatie tussen genoemde factoren en het kiemsucces kan worden geconcludeerd dat het iets hogere leemgehalte binnen de in Markelo aanwezige range van geen invloed is op het kiemsucces en de iets hogere pH-waarden eerder positief dan negatief zullen uitwerken. De significant lagere aantallen kiemplanten buiten het raster kunnen dus niet door deze verschillen in bodemfactoren verklaard worden.

Tabel 3k: Gemiddelde waarden van enkele bodemkenmerken in proefvlakken binnen en buiten de rasters (diep geplagd en bekalkt).

Table 3k: Average values of some soil characteristics in trial plots inside and outside the grids (deep sod cutting and lime).

Gebied	raster		pH-KCl	OS (%)	CEC	leem (%)
Mantinge	binnen	gemiddelde	4.9	0.8	10.4	0.9
	buiten	gemiddelde	4.9	0.6	7.3	0.4
	verschil	P-waarde	0.907	0.087	0.352	0.048
Markelo	binnen	gemiddelde	4.0	3.3	19.1	6.5
	buiten	gemiddelde	4.3	3.5	19.5	8.1
	verschil	P-waarde	0.016	0.792	0.872	0.022
Beide Gebieden	binnen	gemiddelde	4.4	2.1	14.8	3.7
	buiten	gemiddelde	4.6	2.0	13.4	4.3
	verschil	P-waarde	0.514	0.968	0.678	0.747

Gearceerd: verschil significant (P-waarde < 0.05) bij tweezijdige toetsing met behulp van T-test.

4 Resultaten onderzoek naar mosgemeenschappen en doelsoorten

4.1 Aangetroffen doelsoorten

In de 129 opnamen zijn in totaal 45 soorten mossen, levermossen en lichenen aangetroffen. De meest algemene soorten zijn Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*), Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) en Bronsmos (*Pleurozium schreberi*). Een overzicht van alle frequent voorkomende soorten en van alle aangetroffen doelsoorten wordt gegeven in Tabel 4a. Doelsoorten zijn: de zeldzame mossen en levermossoorten, die door Hommel et al. (2007) en Bijlsma et al. (2009) worden aangeduid als karakteristiek voor de jeneverbesstruwelen (en andere biotopen van het droge zandlandschap). Bij de in Tabel 4a gegeven frequentiewaarden moet worden aangetekend dat de locatiekeuze van de opnamen niet random was en dat de nadruk in deze studie lag op de zeldzamere mossen en levermossen. Dit verklaart de relatief hoge frequentie van Gewoon trapmos (*Lophozia ventricosa*) en Gewoon franjemos (*Ptilidium ciliare*), soorten die in werkelijkheid zeldzamer zijn in de jeneverbesstruwelen dan de cijfers in Tabel 4a doen vermoeden.

De groep van doelsoorten wordt in de opnamen vertegenwoordigd door Gewoon trapmos, Gewoon franjemos, Bosschoffelfmos (*Scapania nemorea*), Kaal tandmos (*Barbilophozia kunzeana*) en Gewoon etagemos (*Hylocomium splendens*). Van deze soorten werd alleen Gewoon trapmos in beide gebieden aangetroffen. De overige soorten zijn – voor zover bekend – alleen nog in het Mantingerzand aanwezig. Opvallend is dat Glanzend tandmos (*Barbilophozia barbata*) in geen van beide gebieden werd gevonden, hoewel deze soort landelijk gezien algemener is dan het wel aangetroffen Kaal tandmos (Van Tooren and Sparrius, 2007).

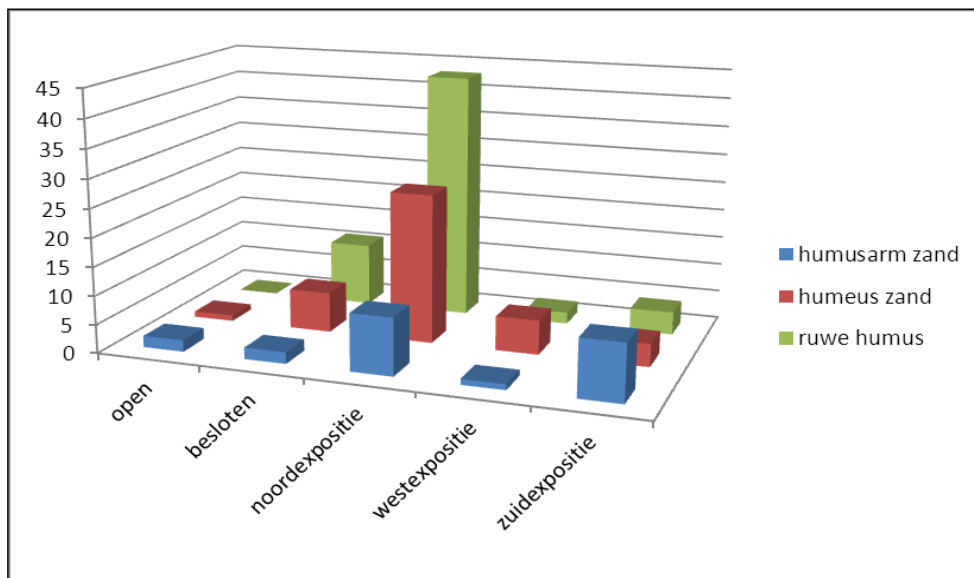
Tabel 4a: Overzicht van het voorkomen van algemene soorten en doelsoorten in de 129 micro-opnamen in jenevebesstruwelen van het Mantingerzand en de Borkeld.

Table 4a: Overview of the occurrence of common species and target species in the 129 micro relevés in Juniper stands in Mantingerzand and De Borkeld.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Frequentie ¹⁾
Algemene soorten (presentie > 10%; excl. doelsoorten)		
Heideklauwtjesmos	Hypnum jutlandicum	92
Gewoon gaffeltandmos	Dicranum scoparium	89
Bronsmos	Pleurozium schreberi	76
Gewoon kantmos	Lophocolea bidentata	30
Fraai haarmos	Polytrichum formosum	21
Grijs kronkelsteeltje	Campylopus introflexus	20
Gewoon dikkopmos	Brachythecium rutabulum	17
Ruig haarmos	Polytrichum piliferum	13
Gewoon peermos	Pohlia nutans	11
Doelsoorten:		
Gewoon trapmos	Lophozia ventricosa	16
Gewoon franjemos	Ptilidium ciliare	10 ²⁾
Boschoffemos	Scapania nemorea	7 ²⁾
Kaal tandmos	Barbilophozia kunzeana	6 ²⁾
Gewoon etagemos	Hylocomium splendens	4 ²⁾

1) aantal opnamen waarin soort voorkomt; 2) alleen in het Mantingerzand.

De spreiding van de opnamen over de verschillende door Barkman (1970) onderscheiden milieutypen wordt weergegeven in Figuur 4a. De figuur laat duidelijk zien dat het merendeel van de opgenomen mosbegroeiingen voorkomt op ectorganische humusprofielen in terreingedeelten met een noordexpositie.



Figuur 4a: Verdeling van mosopnamen over humus- en expositieklassen.

Figure 4a: Distribution of moss relevés on humus and exposure classes.

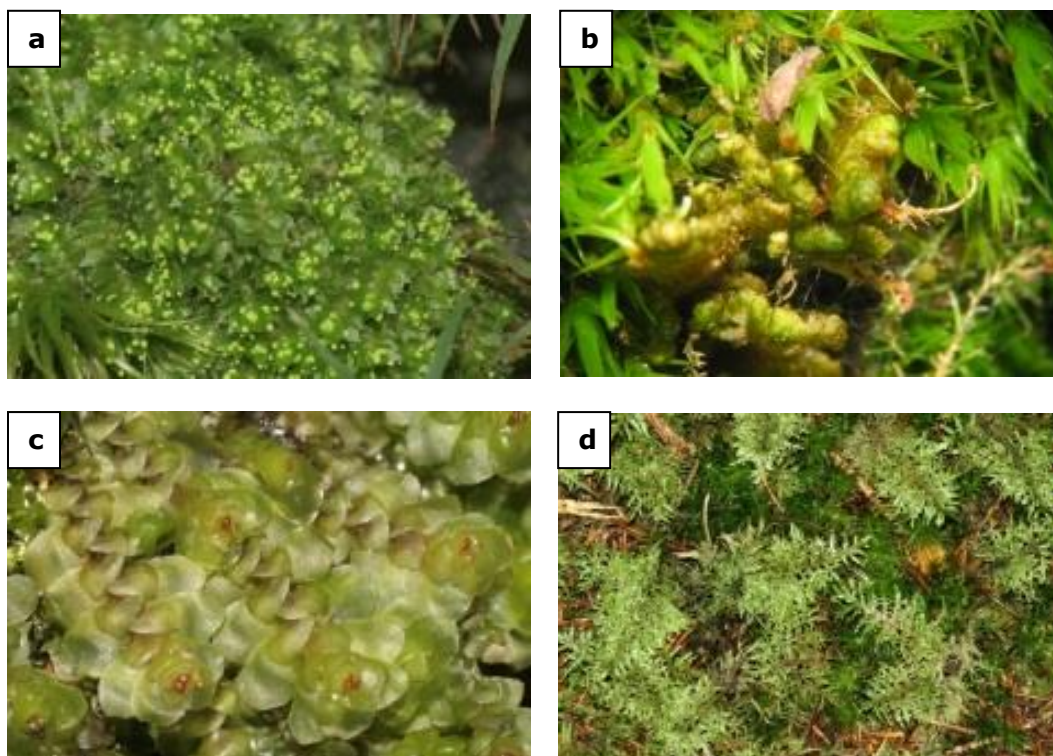
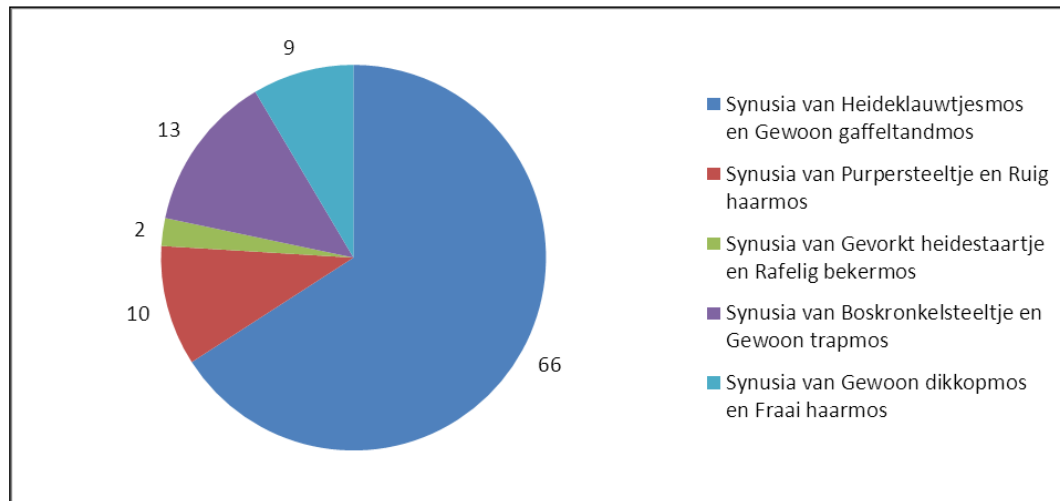


Foto 13: Vier levermossoorten die vroeger een belangrijke rol speelden in de ondergroei van de jeneverbesstruwelen maar tegenwoordig zo goed als verdwenen zijn: a) Gewoon trapmos (*Lophozia ventricosa*), b) Gewoon franjemos (*Ptilidium ciliare*), c) Bosschoffemos (*Scapania nemorea*), d) Gewoon etagemos (*Hylocomium splendens*).

Photo 13: Four liverwort varieties which previously played an important role in the undergrowth of Juniper stands but nowadays are as good as extinct: a) *Lophozia ventricosa*, b) *Ptilidium ciliare*, c) *Scapania nemorea*, d) *Hylocomium splendens*.

4.2 Mosgemeenschappen

Binnen het opnamemateriaal bleek de verdeling van de soorten niet random te zijn: veel soorten komen min of meer geclusterd voor. De allianties die de soorten met een zelfde levensvorm vormen zijn hier beschreven als synusiae (zie § 2.2). Op basis van de 129 opnamen van het Mantingerzand en de Borkeld konden vijf van dergelijke synusiae onderscheiden worden. Een synoptische tabel van deze synusiae wordt gegeven in Bijlage C. In onderstaande beschrijvingen vergelijken we de in het Mantingerzand en de Borkeld aanwezige synusiae met die door Barkman werden beschreven (o.a. 1968a; 1973) met als doel inzicht te krijgen in de mogelijke verschuivingen die zijn opgetreden in de mossenbegroeiing van de struwelen. Figuur 4b laat de verdeling van de 129 opnamen over de vijf synusiae zien; Figuur 4c toont de verdeling over de humus- en expositieklasseklassen.



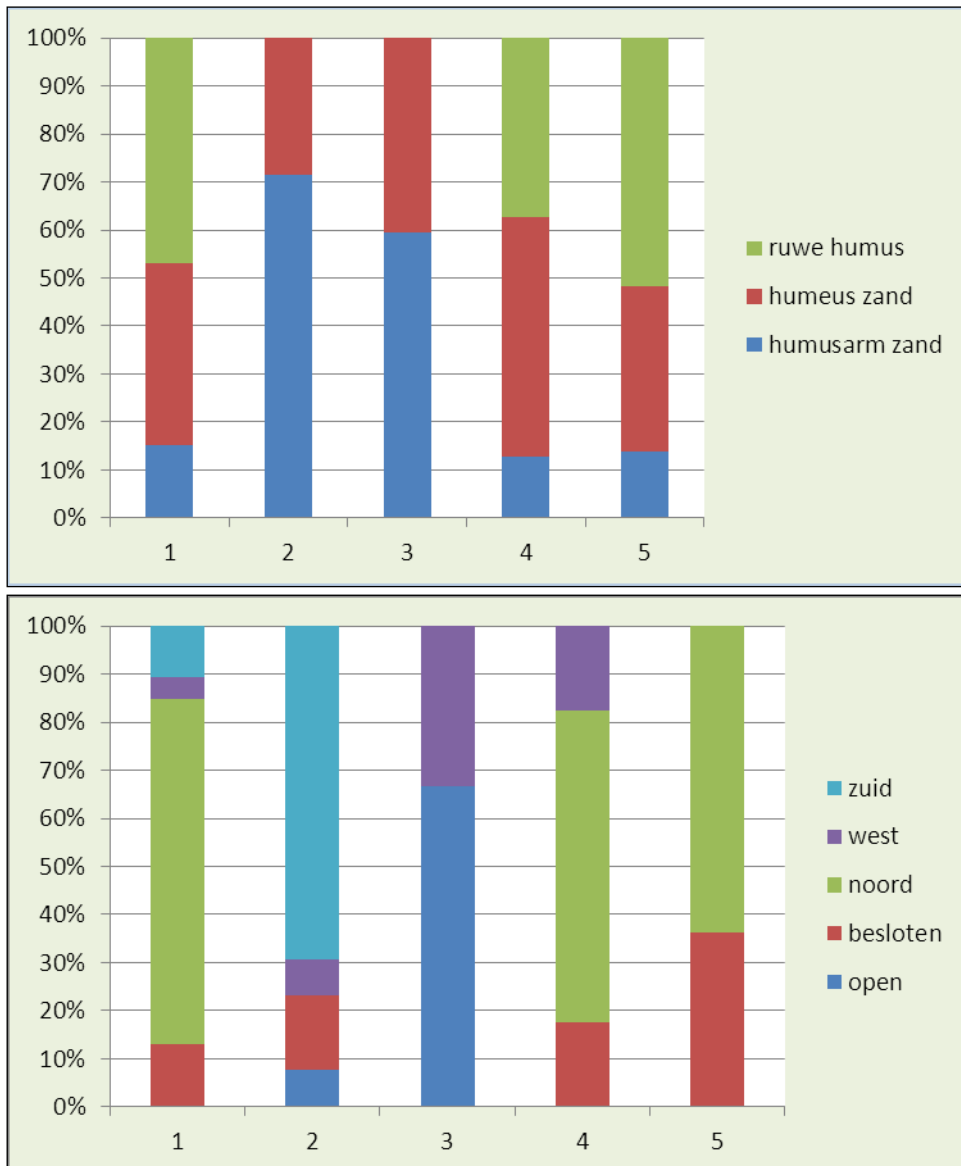
Figuur 4b: Verdeling van de mosopnamen over de synusiae (getallen zijn percentages).

Figure 4b: Distribution of the moss relevés on the synusiae (numbers are percentages).

(1) Synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos

Deze synusia wordt gekenmerkt door drie veelvoorkomende soorten: Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*), Bronsmos (*Pleurozium schreberi*) en Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*). Het is dan ook het meest algemene synusia, dat voorkomt in 66% van de opnamen. Het werd in bijna alle milieus aangetroffen. Alleen aan de zuidkant van de struwelen op zand en humeus zand neemt de bedekking van deze synusia sterk af, en is het plaatselijk zelfs afwezig. Op dergelijke plaatsen is Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) dominant (zie synusia 2), of is een open, niet door mossen gedomineerde begroeiing aanwezig met soorten van het *Spergulo-Corynephorum*.

Barkman (1968a) onderscheidde een met deze synusia vergelijkbare microgemeenschap van Heideklauwtjesmos, Gewoon gaffeltandmos en Gewoon peermos, kenmerkend voor humusrijk zand in dichte struwelen ("dm" in zijn terminologie). In latere publicaties (o.a. 1970) noemt hij een Klauwtjesmos-Trapmos-synusia, maar welke soort hij met "Trapmos" bedoeld is niet geheel zeker. Waarschijnlijk betreft het hier Glanzend tandmos (*Barbilophozia barbata*), aangezien hij deze soort, onder de naam *Lophozia barbata*, vermeldt voor "dm", in dezelfde zin als bovengenoemde microgemeenschap. De gemeenschappen (synusiae) die Barkman noemt lijken "breder" te zijn dan de synusiae die in deze studie zijn onderscheiden. Des te opvallender is daardoor dat tegenwoordig de synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos in vrijwel alle milieus voorkomt. Het zijn de soorten van deze synusia die de moslaag van vrijwel het gehele jeneverbesstruweel lijkt te monopoliseren.



- 1 Synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos
- 2 Synusia van Purpersteeltje en Ruig haarmos
- 3 Synusia van Gevorkt heidestaartje en Rafelig bekermos
- 4 Synusia van Boskronkelsteeltje en Gewoon trapmos
- 5 Synusia van Gewoon dikkopmos en Fraai haarmos

Figuur 4c. Verdeling van de synusiae over de humus- en expositieklasseklassen.

Figure 4c. Distribution of the synusiae over the humus and exposure classes.

(2) Synusia van Purpersteeltje en Ruig haarmos

Deze synusia wordt gevormd door de twee naamgevende soorten en door Gewoon peermos (*Pohlia nutans*) en Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*). Met name de laatste soort treedt ook vaak op in mono-dominante begroeiingen, dat wil zeggen zonder bijmenging van andere bladmossoorten. De synusia komt vooral voor op humusarm zand en – met name de dominantievormen van Grijs kronkelsteeltje – ook wel op humeus zand. Ruwe humus (ectorganisch strooisel) wordt gemeden. Opvallend is ook dat de synusia ontbreekt op noordhellingen.

(3) Synusia van Gevorkt heidestaartje en Rafelig bekermos

Dit is het enige lichenen-synusia dat onderscheiden kon worden. Kenmerkende soorten zijn Gevorkt heidestaartje (*Cladonia furcata*), Rafelig bekermos (*C. ramulosa*), Bruin bekermos (*C. grayi*), Rood bekermos (*C. coccifera*), Ruw heidestaartje (*C. scabriuscula*) en Gewoon kraakloof (*Cetraria aculeata*). De synusia komt voor langs de warme zuidkant van struwelen, op plekken met veel zonne-instraling. Ook deze synusia komt niet voor op ruwe humus (ectorganisch strooisel) of op noordhellingen.

(4) Synusia van Boskronkelsteeltje en Gewoon trapmos

Deze synusia wordt gevormd door de twee naamgevende soorten, Bosschoffelmos (*Scapania nemorea*) en Kaal tandmos (*Barbilophozia kunzeana*). Met lage presentiewaarde is ook Heidefranjemos (*Ptilidium ciliare*) aanwezig, een soort die zijn optimum heeft in synusia 5. In de synusia van Boskronkelsteeltje en Gewoon trapmos kunnen daarmee vier doelsoorten worden aangetroffen, waarvan Gewoon trapmos (*Lophozia ventricosa*) het meest algemeen voorkomt. Gezien de uiteenlopende presentiewaarden van de soorten in deze groep zou bij een grotere dataset deze groep wellicht niet te handhaven zijn, en uiteenvallen in twee groepen. Het hier beschreven synusia heeft een voorkeur voor plekken zonder directe zonne-instraling maar heeft geen duidelijke voorkeur voor één van de humusklassen. Het is aangetroffen op zowel ruwe humus als op humeus en humusarm zand. De doelsoorten Bosschoffelmos en Kaal tandmos ontbreken echter op humusarm zand en hebben een voorkeur voor plekken met ruwe humus.

De synusia van Boskronkelsteeltje en Gewoon trapmos lijkt sterk op het door Barkman (1968a) genoemde "gezelschap van *Campylopus fragilis* (waarmee *C. pyriformis* werd bedoeld), *C. flexuosus*, *Lophozia ventricosa*, *Lecidea uliginosa* en *Palmogloea protuberans*". Dit kwam voor op organisch substraat zoals in de grond begraven rottend hout. Het komt waarschijnlijk ook overeen met het *Campylopus*-synusia dat hij noemt in zijn artikel over "het probleem van synusia en microgezelschappen" uit 1970, en dat hij beschouwde als kenmerkend voor ruwe humus en rottend hout.

(5) Synusia van Gewoon dikkopmos en Fraai haarmos

Deze synusia wordt gekenmerkt door de twee naamgevende soorten en door Gewoon kantmos (*Lophocolea bidentata*) en Heidefranjemos (*Ptilidium ciliare*). Het is voornamelijk aangetroffen op humeus zand en ruwe humus en wel in dichte struwelen en aan de noordkant van struwelen. Van de vier soorten van deze synusia is Fraai haarmos (*Polytrichum formosum*) de enige die met enige regelmaat ook in de Borkeld is aangetroffen. Hier kan het zelfs mono-dominante begroeiingen vormen, iets wat in het Mantingerzand slechts sporadisch is waargenomen. Dominantie van Fraai haarmos komt vooral op pakketten ruwe humus, terwijl begroeiingen waar deze soort minder dominant is ook op humeus zand, en zelfs op humusarm zand zijn aangetroffen.

Het is opmerkelijk dat de soorten van deze synusia door Barkman (1968a) verdeeld worden over vier verschillende synusia: een *Brachythecium rutabulum*-*Rhodobryum roseum*-*Plagionmium affine*-type ("dm"), een *Pleurozium-Dicranum polysetum*-*Ptilidium ciliare*-type ("Nm"), een *Pseudoscleropodium-Lophocolea bidentata*-type ("Nm") en een *Polytrichum formosum*-*Polytrichum longisetum*-type ("dmh" en "Nmh")! Wellicht dat het samengaan van deze soorten in het recente onderzoek deels slechts ogenschijnlijk is en dat het beïnvloed is door het geringe aantal opnamen. Anderzijds komt Gewoon kantmos in onze opnamen erg vaak samen voor met

Gewoon dikkopmos (*Brachythecium rutabulum*) of Fraai haarmos, en het lijkt aannemelijk dat de door Barkman onderscheiden synusia in elkaar zijn geschoven. Dit geldt vooral voor het Mantingerzand In de Borkeld komt *Polytrichum formosum* veelal als enige soort uit deze synusia voor.

Barkman beschouwd het *Polytrichum*-synusia als opvolger van zijn *Campylopus*-synusia, dat veel overeenkomsten vertoont met ons *Campylopus flexuosus*-*Lophozia ventricosa*-synusia (4). De synusia waarvoor *Brachythecium* mede naamgevend is, zou volgens hem voorkomen op iets voedselrijkere standplaatsen dan het *Hypnum*-synusia (1).

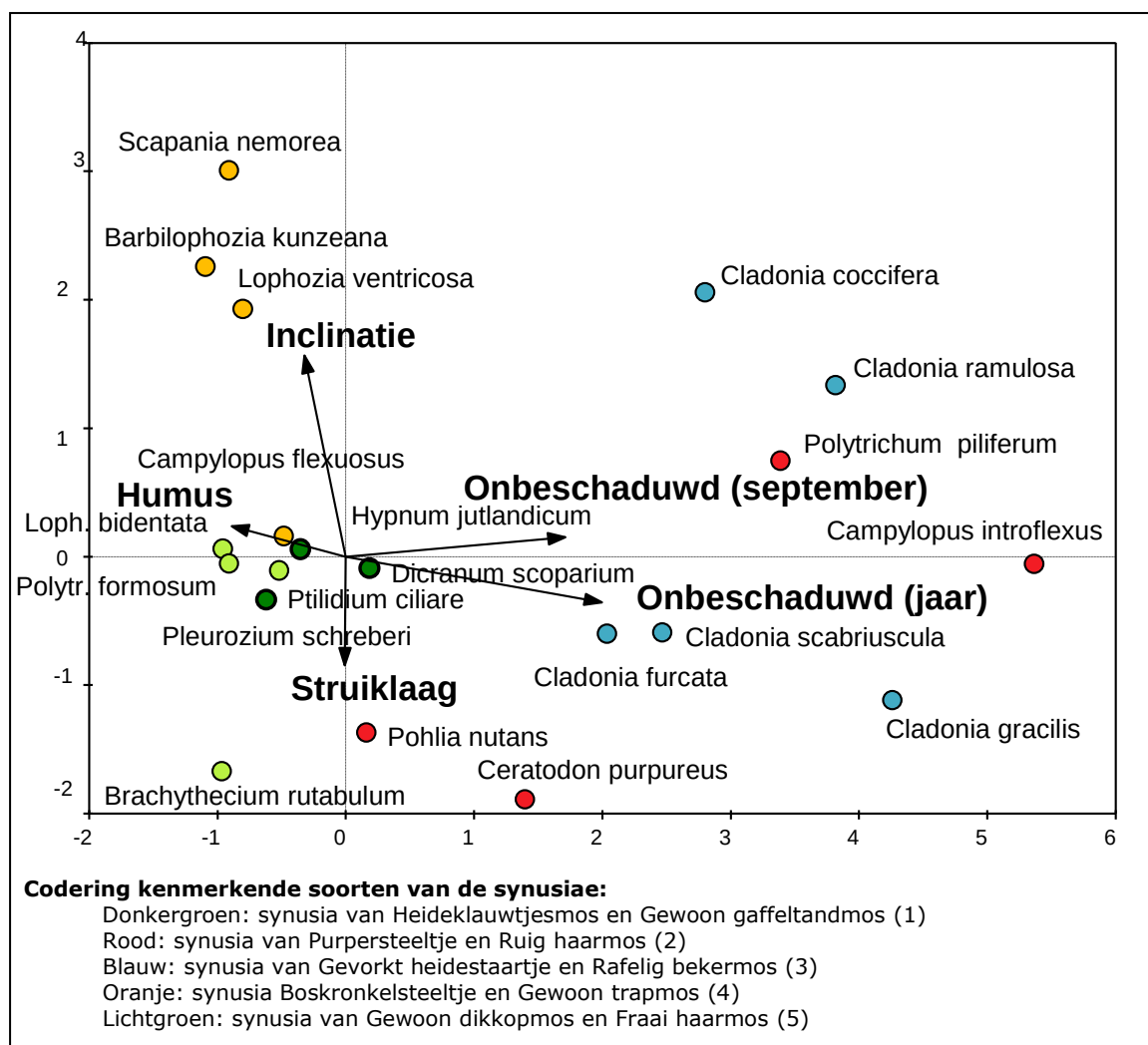
4.3 Relatie met omgevingsfactoren

Uit de CCA-analyse blijkt dat de soortensamenstelling van de 129 opnamen voor 58% wordt verklaard door vijf van de 13 variabelen, namelijk:

- * gemiddeld percentage onbeschaduwde zonnebaan per maand;
- * inclinatie;
- * humus;
- * percentage onbeschaduwde zonnebaan in september;
- * bedekking struiklaag.

De overige milieuv variabelen leveren geen significante bijdrage aan het verklarend model. Figuur 4e toont het bijbehorend ordinatiediagram, de vijf "verklarende" milieuv variabelen en een aantal van de soorten die kenmerkend zijn voor vijf hierboven besproken synusiae (zie § 4.2).

Uit het ordinatiediagram blijkt dat de mate van blootstelling aan directe zonnestraling de belangrijkste verklarende milieufactor is voor de soortensamenstelling van de mosbegroeiingen in jeneverbesstruwelen. Humus en zonnestraling zijn negatief gecorreleerd. Dit is begrijpelijk: in de beschaduwde, vochtige noordkant van de struwelen en midden in struwelen bouwt zich veel gemakkelijker een dikke humuslaag op dan aan de zuidzijde. Geheel volgens verwachting vinden wij de soorten van het door korstmossen gedomineerde synusia van *Cladonia furcata* en *Cladonia ramulosa* (3) aan het onbeschaduwde, humusarme uiteinde van de licht-humusgradient. De soorten van de synusia van *Brachythecium rutabulum* en *Polytrichum formosum* (5), waaronder de doelsoort Gewoon franjemos (*Ptilidium ciliare*) liggen juist aan de schaduw- en humusrijke uiteinde van de gradient, terwijl de zeer algemene soorten van de synusia van *Hypnum jutlandicum* en *Dicranum scoparium* (1) - opnieuw volgens verwachting – een middenpositie innemen.



Figuur 4e: Ordinatiediagram van de 129 micro-opnamen in jeneverbesstruwelen bij Mantinge en Markelo (resultaten CCA-bewerking).

Figure 4e: Ordination diagram of the 129 micro relevés in Juniper stands at Mantinge and Markelo (results of CCA-processing).

De tweede factor die van belang is voor de soortensamenstelling van de mosgemeenschappen in de struwelen is de steilte van de hellingen (inclinatie). De negatieve correlatie van deze factor met de bedekking van de struiklaag suggereert dat – althans in onze opnamen – de struwelen vooral op de vlakke terreingedeelten staan en de voor de hellingen karakteristieke soorten niet direct onder de jeneverbesstruiken groeien. Interessant is ook dat de bedekkinggradiënt haaks staat op, dus onafhankelijk is van de lichtgradiënt. Het is daarom aannemelijk dat wij de factor "bedekking van de struiklaag" in het diagram vooral moeten interpreteren als "input van naaldenstrooisel".

De soorten van de synusia van *Campylopus flexuosus* en *Lophozia ventricosa* (4), waaronder de belangrijke doelsoorten Gewoon trapmos (*Lophozia ventricosa*), Bosschoffelmoss (*Scapania nemorea*) en Kaal tandmos (*Barbilophozia kunzeana*), zijn vrijwel allemaal gepositioneerd aan het relatief open en steile uiteinde van de inclinatie-struweelgradient. Alle doelsoorten van dit synusium worden dus aangetroffen op steile hellingen op een

humuspakket waar geen direct zonlicht kan toetreden, maar waar ook geen overhangende struik- of boomlaag aanwezig is. Dergelijke situaties werden reeds door Stoutjesdijk (1974) en Barkman & Stoutjesdijk (1987) aangeduid met de term 'open schaduw'. Alleen het landelijk veel algemenere Boskronkelsteeltje (*Campylopus flexuosus*) gedraagt zich in het ordinatiediagram meer als een schaduw- en humusminnende soort van het synusia van *Brachythecium rutabulum* en *Polytrichum formosum* (5).

Aan het andere uiteinde van de inclinatie-struweelgradient bevinden zich de relatief eutrafente soort Gewoon dikkopmos (*Brachythecium rutabulum*) en twee soorten van de synusia van *Ceratodon purpureus* en *Polytrichum piliferum* (2): Gewoon peermos (*Pohlia nutans*) en Purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*). Dit laatste synusia is in het door het ordinatiediagram weergegeven ecologisch spectrum niet (meer) eenduidig te plaatsen. Twee van de vier kenmerkende soorten, Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) en Ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*) sluiten voor wat betreft hun standplaatsvoorkeur en soortensamenstelling in het Mantingerzand en de Borkeld meer aan bij het korstmosrijke synusia van *Cladonia furcata* en *Cladonia ramulosa* (3).

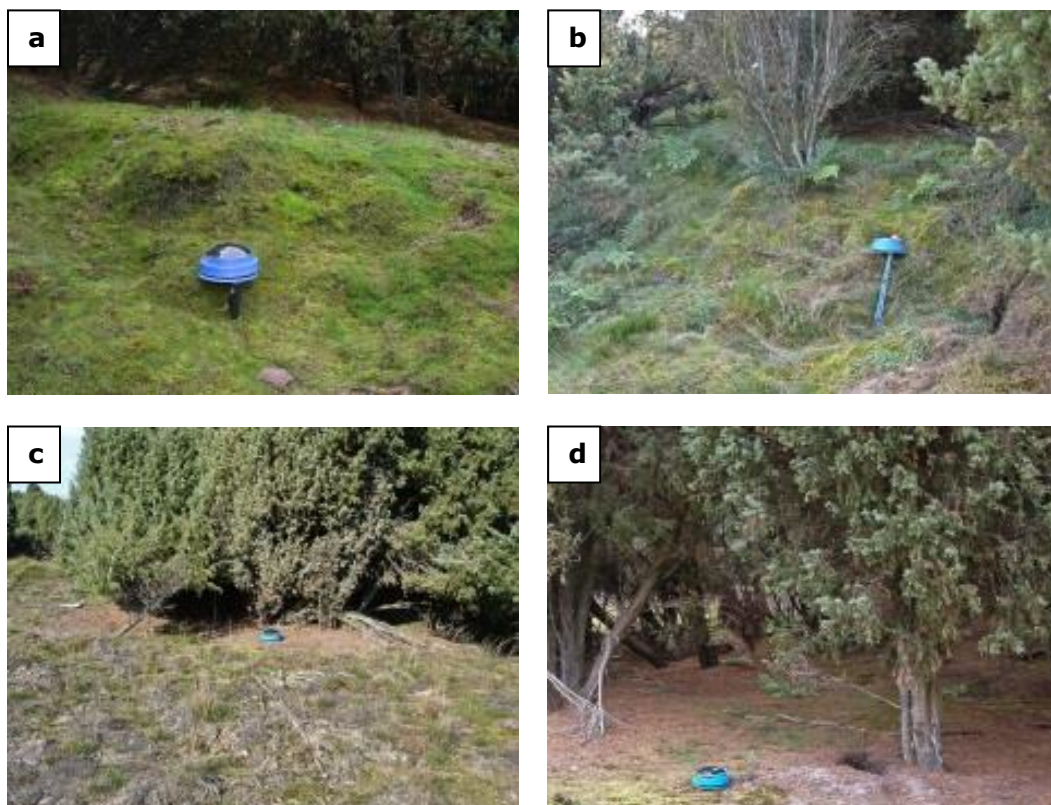


Foto 14 : Micromilieu's in het jeneverbesstruweel bij Mantinge: a) groeiplaats van Gewoon trapmos en Bosschoffelmoss op noordhelling aan rand van struweel, ("open schaduw"); b) half-open, dichtbegroeide westhelling met o.a. veel Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos; c) zonnige open plek met korstmosrijke begroeiing langs een onbegroeide zuidrand; d) schaars begroeide, beschaduwde bodem onder dicht struweel.

Photo 14 : Micro environments in the Juniper stand at Mantinge: a) *Lophozia ventricosa* and *Scapania nemorea* growth area on the north slope at the edge of the stand, ('open shade'); b) half-open, dense growth on west slope with *Hypnum jutlandicum* and *Dicranum scoparium*; c) sunny open spot with lichen rich vegetation along a barren southern edge; d) scarcely covered, well-shaded soil under dense stand.

5 Resultaten plagproeven in transecten

5.1 Verjonging van jeneverbes

In beide proefgebieden werden binnen de transecten geen kiemplanten van jeneverbes aangetroffen noch in 2009, noch in 2010, niet in de behandelde proefvlakken en ook niet in de referentievlakken. Ook buiten de transecten werden in de struwelen geen kiemplanten van jeneverbes waargenomen. Buiten de struwelen werden incidenteel wel kiemplanten gevonden, vooral in 2009 en vooral in Markelo. Deze vindplaatsen werden echter niet verder onderzocht.

De vraag is nu waar het ontbreken van kiemplanten binnen de struwelen aan te wijten is. In de proefvlakken binnen de transecten werden geen uitgebreide chemische analyses verricht (zie § 2.3). Wel werd van de minerale bovengronden en het ectorganisch strooisel de pH-KCl bepaald. De analyseresultaten worden weergegeven in Tabel 5a.

Tabel 5a: pH-KCl in de strooisellaag en de minerale bovengrond in transecten door het jeneverbesstruweel bij Mantinge en Markelo.

Gebied	Behandeling	Bemonsterde bodemlaag	Aantal opnamen	pH-KCl (gemiddeld)
Mantinge	R	strooisel	1	2.25
	R	0-10	4	2.89
	S	0-10	4	3.05
	P	0-10	4	3.39
	K	0-10	4	4.62
Markelo	R	strooisel	1	2.46
	R	0-10	4	2.90
	S	0-10	4	3.04
	P	0-10	4	3.26
	K	0-10	4	3.67

Behandelingen: R: geen (referentie); S: vegetatie en strooisel verwijderen; P: plaggen: humeuze bovengrond verwijderen (tot maximaal 8 cm diepte); K: idem en bekalken (zie § 2.3).

Table 5a: pH-KCl in the litter layer and the mineral topsoil in transections in the Juniper stand at Mantinge and Markelo.

Area	Treatment	Sampled soil layer	Number of relevés	pH-KCl (average)
Mantinge	R	litterfall	1	2.25
	R	0-10	4	2.89
	S	0-10	4	3.05
	P	0-10	4	3.39
	K	0-10	4	4.62
Markelo	R	litterfall	1	2.46
	R	0-10	4	2.90
	S	0-10	4	3.04
	P	0-10	4	3.26
	K	0-10	4	3.67

Treatments: R: none (reference); S: vegetation and litter removed; P: sods: humus rich topsoil removed (to max. 8 cm depth); K: same and lime applied (see § 2.3).

Uit Tabel 5a blijkt dat het strooisel in beide proefgebieden erg zuur is, in Mantinge (op stuifzand) meer dan in Markelo. In de minerale bovengrond is er geen duidelijk verschil in pH-KCl tussen beide gebieden, althans in de referentievlakken en na strooisel-verwijdering. Na plaggen is de bovengrond in Mantinge minder zuur dan in Markelo en hetzelfde geldt bij plaggen én bekalken. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat in Markelo de humeuze (en relatief zure) bovengrond dieper is dan in Mantinge en mogelijk ook dat in verband met de oppervlakkige beworteling in Markelo daar iets minder diep geplagd is. Uitgaande van de in Tabel 3d en Figuur 3e vermelde grenswaarden kan in de struwelen alleen een voor de verjonging van jeneverbes gunstige zuurgraad worden verkregen na plaggen én bekalken. Alleen strooisel of alleen plaggen verwijderen levert suboptimale kansen op kieming. Zoals hierboven vermeld werden echter in geen van de proefvlakken kiemplanten van jeneverbes waargenomen. Het kan niet worden uitgesloten dat hiervoor een niet geanalyseerde bodemfactor verantwoordelijk is. Aangezien echter buiten de struwelen wel kiemplanten gevonden werden, achten wij het waarschijnlijk dat de oorzaak voor het ontbreken van kiemplanten in de struwelen tweeledig is: het geringe lichtaanbod en het gebrek aan bodemroering en/of verstuuving.

5.2 Ontwikkeling mosvegetatie

In de 30 behandelde en 10 onbehandelde proefvlakken in de transecten werden in totaal 50 verschillende plantensoorten waargenomen, merendeels bladmossen. De opnamen van de behandelde proefvlakken uit 2009 verschillen sterk van die van 2010 voor wat betreft de gemiddelde bedekking van de moslaag en het gemiddelde soortenaantal (beide hoger in 2010). Geen van de in 2009 gevonden pioniersoorten was in 2010 al weer verdwenen. Het is daarom verantwoord om bij de bespreking van de effecten van de verschillende behandelingen ons te concentreren op de verschillen in soortensamenstelling tussen de referentievlakken (opgenomen in 2009) en de behandelde proefvlakken in 2010. De betreffende opnamen staan weergegeven in Bijlage D. Hier wordt tevens aangegeven welke soorten

kenmerkend zijn voor de vijf door Barkman (1968a; 1973) onderscheiden en thans nog te herkennen synusiae (zie § 4.2 en 4.3).

Uit de tabel blijkt dat vrijwel alle referentieopnamen toegedeeld kunnen worden aan het meest algemene synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos (1). De enige uitzondering is een door Gewoon kantmos (*Lophcolea bidentata*) gedomineerde opname in het Mantingerzand. Gewoon kantmos is een kenmerkende soort voor het relatief eutrafente synusia van Gewoon dikkopmos en Fraai haarmos (5). Kijken wij naar de ontwikkeling van de vegetatie twee jaar na de behandeling, dan zijn de volgende trends waarneembaar:

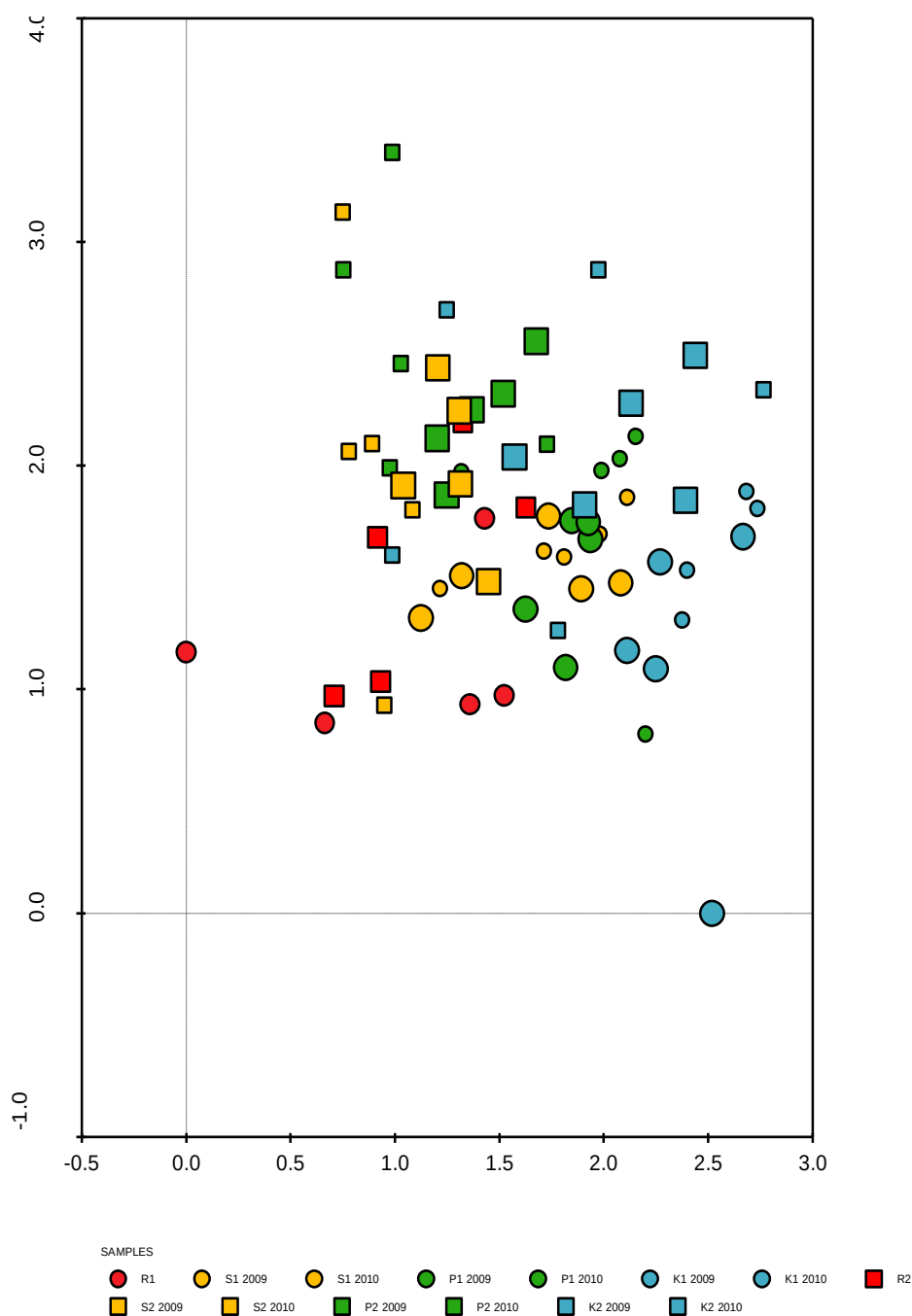
- In vrijwel alle proefvlakken treedt Breekblaadje (*Campylopus pyriformis*) op de voorgrond, een soort die in de referentievlakken nagenoeg ontbrak. Breekblaadje is niet kenmerkend voor één der beschreven synusiae, maar was in de tijd van Barkman waarschijnlijk wel geassocieerd met de synusia van Boskronkelsteeltje en Gewoon trapmos, de synusia waartoe ook de meeste doelsoorten behoren (zie § 4.2). Breekblaadje zelf is echter een zeer algemene soort en kan niet als doelsoort worden beschouwd.
- Het sterk op de voorgrond treden in alle proefvlakken van Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*), Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) en/of Bronsmos (*Pleurozium schreberi*) suggereert dat de vegetatieontwikkeling van alle behandelde proefvlakken uiteindelijk zal leiden in de richting van het thans zeer algemene synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos.
- Het meest afwijkend zijn, twee jaar na de behandeling, de proefvlakken die zowel geplagd als bekalkt zijn. Verschillende mossoorten zijn zelfs tot deze proefvlakken beperkt: Purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*), Gewoon krulmos (*Funaria hygrometrica*), Zilvermos (*Bryum argenteum*) en Oranje korreltjes-knikmos (*Bryum gemmiferum*; det. R.J. Bijlsma). Gewoon peermos (*Pohlia nutans*) heeft hier bovendien zijn optimum. De pioniervegetatie van deze proefvlakken herbergt daarmee twee kenmerkende soorten van het synusium van Purpersteeltje en Ruig haarmos (2). De begroeiing vertoont echter ook veel gelijkenis met die van brandplekken, vooral door het aspectbepalende voorkomen van Gewoon krulmos. Ook ecologisch is er een overeenkomst: de abrupte afbraak van humus, in het ene geval door verhitting, in het andere door bekalking.
- Soorten van andere synusia treden slechts sporadisch op en zijn waarschijnlijk niet indicatief voor de verdere vegetatieontwikkeling.

De resultaten van de Canoco-analyses ondersteunen bovenstaande conclusies. Figuur 5a geeft de resultaten van de DCA-bewerking. De rangschikking van de punten (opnamen) in het ordinatie-diagram wordt hier uitsluitend bepaald door de mate van overeenkomst in soortensamenstelling. Het diagram geeft aan dat:

- de proefvlakken waar alleen de vegetatie en de strooisellaag verwijderd werden, de grootste overeenkomsten in soortensamenstelling vertonen met de referentievlakken;
- de proefvlakken die geplagd én bekalkt werden de minste overeenkomst overeenkomst in soortensamenstelling vertonen met de referentievlakken;
- de proefvlakken die alleen geplagd werden een intermediaire positie innemen;

- de opnamen van behandelde proefvlakken uit 2010 (grote symbolen) gemiddeld iets meer overeenkomsten in soortensamenstelling met de referentievlakken vertonen dan de opnamen uit 2009 (kleine symbolen); deze trend is echter niet erg duidelijk;
- de opnamen uit het Mantingerzand (rondjes, vooral onder), ongeacht de behandeling (!), systematisch iets verschillen van de opnamen uit de Borkeld (vierkantjes, vooral boven). Tabel 5a geeft aan dat dit verschil vooral berust op verschillen in voorkomen van Gewoon pluisjesmos (*Dicranella heteromalla*) (vooral in de Borkeld) en in mindere mate op het voorkomen van Gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*) en Schapenzuring (*Rumex acetosella*) (vooral in het Mantingerzand).

De resultaten van de CCA-bewerking worden gegeven in Figuur 5b. Doel van de analyse was te bepalen welke factoren "verklarend" zijn voor de variatie in soortensamenstelling (zie § 2.4). Als milieufactoren zijn de pH-KCl van de bovengrond, de bedekking van de struiklaag en de verschillende behandelingen in de analyse betrokken.



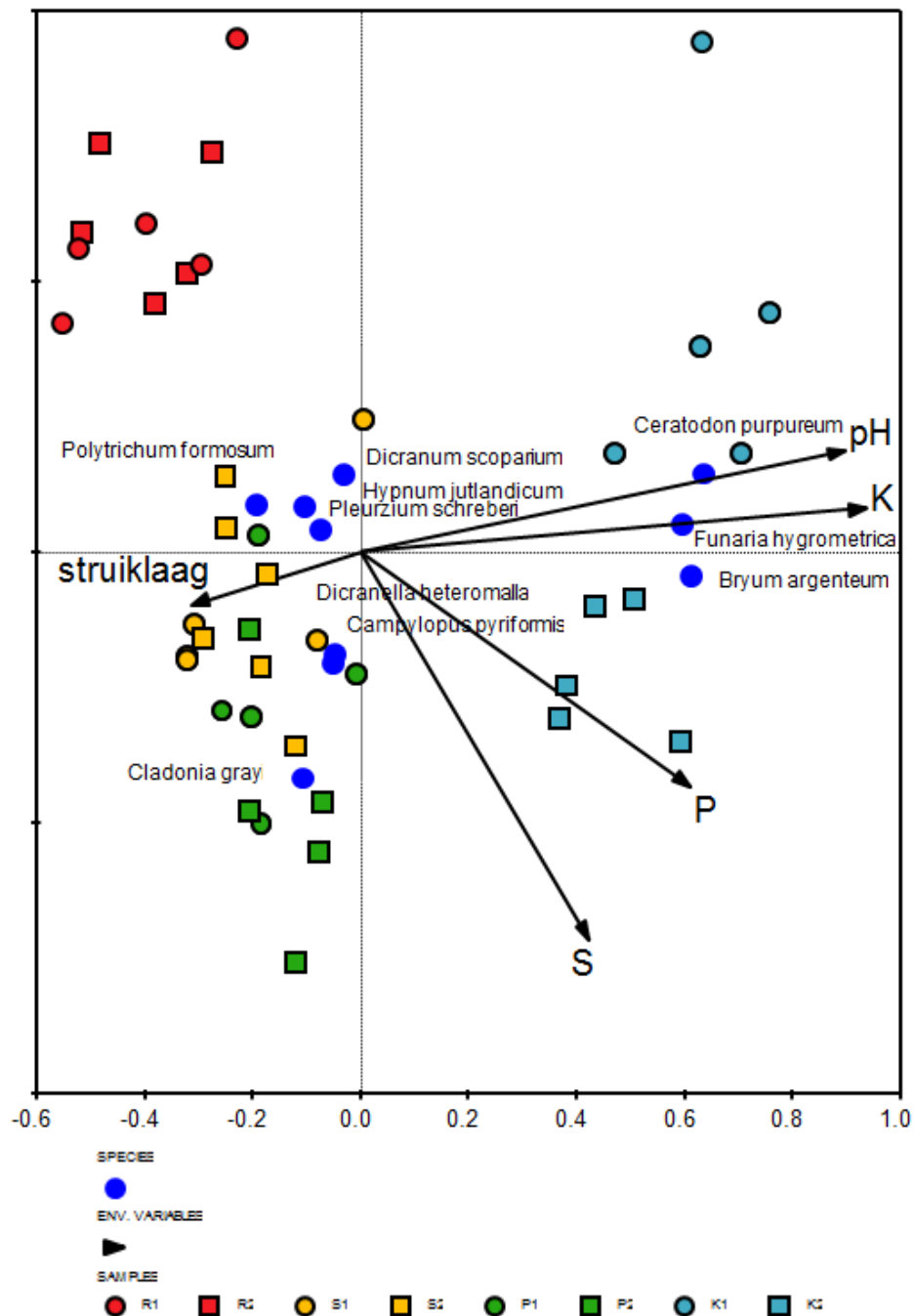
R: referentie, S: strooisel en vegetatie verwijderd; P: geplagd, K: bekalkt, 1: Mantingerzand, 2: de Borkeld. Kleine symbolen: 2009; grote symbolen: 2010.

R: reference, S: vegetation and litter removed; P: sods removed, K: lime, 1: Mantingerzand, 2: De Borkeld. Small symbols: 2009; large symbols: 2010.

Figuur 5a: Ordinatiediagram van soortensamenstelling van de referentievakken (opgenomen in 2009) en de behandelde proefvlakken (opgenomen in 2009 en 2010) in het Mantingerzand en de Borkeld (DCA-analyse).

Figure 5a: Ordination diagram of the species composition in the reference plots (relevés in 2009) and the trial plots treated (relevés in 2009 and 2010) in Mantingerzand and De Borkeld (DCA analysis).

00. 1.



R: referentie, S: strooisel en vegetatie verwijderd, P: geplagd, K: bekalkt, struiklaag: bedekking (%), 1: Mantingerzand, 2: de Borkeld.

R: reference, S: vegetation and litter removed, P: sods removed, K: lime, shrub layer: cover (%), 1: Mantingerzand, 2: De Borkeld.

Figuur 5b: Ordinatiediagram van soortensamenstelling en milieufactoren van de referentievakken (opgenomen in 2009) en de behandelde proefvlakken (opgenomen in 2010) in het Mantingerzand en de Borkeld (CCA-analyse).

Figure 5b: Ordination diagram of the species composition and the environmental factors in the reference plots (relevés in 2009) and the trial plots treated (relevés in 2010) in Mantingerzand and De Borkeld (CCA analysis).

Het ordinatiediagram in Figuur 5b kan als volgt gelezen worden:

- de belangrijkste gradiënt van het diagram wordt bepaald door de zuurgraad. De pH-KCl is daarbij positief gecorreleerd met de effecten van bekalking, en negatief met de bedekking van de struiklaag (input van strooisel);
- de effecten van de bekalking zijn in het Mantingerveld groter dan in de Borkeld bij Markelo;
- de positie van de referentievlakken en de niet-bekalkte proefvlakken ten opzichte van de zuurgradiënt verschillen niet essentieel;
- haaks op, dus onafhankelijk van, de zuurgradiënt geeft een tweede gradiënt de effecten weer van het verwijderen van strooisel en vegetatie, en het plaggen;
- de effecten van beide typen behandeling op de soortensamenstelling komen sterk overeen, maar na plaggen zijn de verschillen met de referentievlakken het grootst.



*Foto 15: Vegetatieontwikkeling na twee jaar in plagplek in jeneverbesstruweel bij Mantinge (Ov.): de belangrijkste soorten zijn Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) en Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*), dezelfde soorten als ook in de omgeving domineren.*

*Photo 15: Vegetation development after two years in sod plot in Juniper stand at Mantinge Ov.): the primary species are *Dicranum scoparium* and *Hypnum jutlandicum*, the same varieties that dominate in the surrounding area.*

6 Conclusies en discussie

6.1 Verjonging van jeneverbes

6.1.1 De zaaiproef

- Het blijkt mogelijk om verjonging van jeneverbes te verkrijgen door jeneverbeskegeltjes ("bessen") in het veld uit te zaaien, mits dit gecombineerd wordt met andere beheermaatregelen (zie § 6.1.2).
- Een goede werkwijze is om de bessen in het najaar te oogsten, ze 's winters een koude-periode te laten ondergaan en ze aan het eind van de winter uit te zaaien.
- De eerste kiemplanten kunnen dan in het daarop volgend voorjaar worden verwacht. Ook later in het jaar verschijnen nog kiemplanten. In de daarop volgende twee jaar is nog sprake van een (zeer) geringe toename. In hoeverre daarna nog kieming plaats vindt is onbekend.
- Afdekken van de bessen met een dun laagje grond is essentieel. Los op de bodemliggende bessen kiemen vrijwel niet.
- Ook in het strooisel "verpakte" bessen kiemen niet; kieming vindt wel plaats op het grensvlak van strooisel en minerale ondergrond.
- Het kiemingspercentage is laag. Op 1800 uitgelegde bessen (5400 zaden) per proefvlak werden tot nu toe maximaal vijftien kiemplanten verkregen (kiemingspercentage: 0,28%). In veel proefvlakken kwam geen enkele kiemplant op. Over de hele proef bezien bedraagt het kiemingspercentage 0,03% (95 kiemplanten uit 302 400 zaden).
- Verschillen in herkomst van de bessen (gescheiden gezaaid) hadden geen significant effect op de resultaten. Dit betekent dat de opvallend goede verjonging in het jeneverbesstruweel bij Buinen, niet veroorzaakt wordt door hogere fertiliteit van de struiken. De werkelijke oorzaak is naar alle waarschijnlijkheid de afwijkende bodemgesteldheid in dit gebied: hoger fosfaatgehalte en betere basenhuishouding van de bovengrond (Hommel et al., 2007)
- Bij de laatste telling in oktober 2011 was het aantal aanwezige kiemplanten (dood of levend) buiten het raster kleiner dan in de gelijk behandelde proefvlakken binnen het raster. Dit verschil is het duidelijkst (en significant) in het proefgebied bij Markelo waar het merendeel van alle kiemplanten werd aangetroffen. Het is aannemelijk dat dit verschil veroorzaakt wordt door vraat, vergraving en betreding door konijnen. Mogelijk speelt daarnaast ook vraat door reeën een rol.

6.1.2 Effectiviteit van de behandelingen

- De effectiviteit van de behandelingen laat zich het best vergelijken in Markelo; in Mantinge werden vrijwel geen kiemplanten gevonden.
- De meest effectieve behandelingen zijn (1) diep plaggen, (2) diep plaggen en bekalken, en (3) plaggen en omspitten.
- Het grootste aantal kiemplanten werd gevonden in de diep geplagde én bekalkte proefvlakken; het grootst aantal kiemplanten dat bij de laatste telling nog in leven was werd gevonden in de proefvlakken die diep waren geplagd én gespit.

- Tussen de drie meest effectieve behandelingen konden geen significante verschillen in kiemsucces worden aangetoond (in termen van totaal aantal opgekomen kiemplanten).
- De kans op sterfte van kiemplanten is in de bekalkte proefvlakken significant groter dan in de niet-bekalkte proefvlakken.
- Na ondiep plaggen werden slechts enkele zaailingen gevonden; de maatregel is weinig effectief.
- Uitstrooien van de bessen op begroeide bodem leverde geen resultaat op.
- Natuurlijke uitzaaiing in de proefvlakken binnen de struwelen (zie § 5.2) leverde geen resultaat op, noch in onbehandelde referentievlakken, noch in (al dan niet bekalkte) plagplekken. Aangenomen wordt dat in de onbehandelde proefvlakken de zuurgraad van de bovengrond en in alle proefvlakken de gebrekkige lichtcondities en het ontbreken van bodemroering de belangrijkste beperkingen vormden.
- De effectiviteit van de behandelingen mag niet los worden gezien van de specifieke bodemkenmerken van het gebied waarin de behandelingen zijn uitgetest.

6.1.3 Invloed van bodemfactoren

- Het geringe aantal waargenomen kiemplanten in combinatie met een gering aantal proefvlakken per behandeling stelt beperkingen aan de mogelijkheden voor statistische analyse van de resultaten.
- Ook het grote verschil in kiemsucces tussen de proefgebieden vormt een probleem. De twee proefgebieden liggen op verschillend moedermateriaal (Mantingerzand: leemarm stuifzand en De Borkeld bij Markelo: zwak lemig dekzand). Veel bodemkenmerken zijn met dit verschil in moedermateriaal gecorreleerd.
- Het kiemsucces in Markelo was beduidend groter dan in Mantinge (resp. 90 en 5 kiemplanten). Probleem is nu: welke bodemkenmerken zijn "verklarend" voor verschillen in kiemsucces en welke verbanden zijn puur correlatief. Door ons te concentreren op de plekken waar wel zaailingen verschenen is het toch mogelijk een beeld te krijgen van het "optimale" kiemmilieu.
- De belangrijkste factor die het kiemsucces in de verschillende proefvlakken positief beïnvloedt is de afwezigheid van vegetatie en/of strooisel.
- De belangrijkste factor die binnen de proefvlakken zonder vegetatie of strooisellaag het kiemsucces positief beïnvloedt is de vochtvoorziening (c.q. gevoeligheid voor verdroging). Deze wordt bepaald door het leemgehalte en het percentage organische stof.
- De tweede factor die binnen de proefvlakken zonder vegetatie of strooisel het kiemsucces positief beïnvloedt is de fosfaathuishouding.
- Binnen de proefvlakken zonder vegetatie of strooisel en met een relatief gunstige vochtvoorziening wordt het kiemsucces positief beïnvloedt door een hoge pH en een hoog fosfaatgehalte.
- De relatie tussen het kiemsucces en het organisch stofgehalte is daarmee complex: een hoog organisch stofgehalte is over het geheel genomen gunstig (betere vochtvoorziening), maar op relatief leemrijke gronden met weinig droogtestress ongunstig (lagere pH).
- Er is een duidelijk begreemd optimum voor kieming met betrekking tot de CEC. Dit is opmerkelijk: deze factor zegt immers meer over de potenties en de kwetsbaarheid voor verzuring van de groeiplaats dan over de actuele toestand. De verklaring is dat de CEC sterk is

gecorrleerd met de twee factoren die van belang zijn voor de vochtvoorziening (leem en organische stof).

- De smalle CEC-range waarbinnen het optimum voor kieming werd gevonden is echter ook anderszins van belang: het optimum voor kieming lijkt te liggen op groeiplaatsen met een relatief hoge CEC (d.w.z. de "betere" gronden binnen het heide- en stuifzandlandschap) en een relatief lage calcium-bezetting (d.w.z. met een hoog risico van verzuring).
- Deze in ecologisch opzicht riskante standplaatsvoorkeur wordt ook weerspiegeld in het relatief smalle pH-traject waarin optimale kiemomstandigheden heersen. De armste, meest zure gronden zijn ongeschikt, maar de resultaten van de kiemproef suggereren dat ook bij een pH-KCl hoger dan 4.5 de omstandigheden voor kieming suboptimaal zijn.
- Het geringe kiemsucces bij de hoogste pH-waarden wordt mede beïnvloed door het feit dat deze vooral worden aangetroffen in de bekalkte proefvlakken in het verdroginggevoelige stuifzand (een lage CEC betekent hier niet alleen een grotere gevoeligheid voor verzuring maar ook voor "verbazing", een proces dat zich van nature zelden zal voordoen).
- Het geringe aantal kiemplanten bij de hoogste pH-waarden kan echter ook verklaard worden vanuit de geringe fosfaatbeschikbaarheid in dit traject. Deze is mede het gevolg van de relatief geringe P-totaalgehalten in het stuifzand. Belangrijker is echter dat gegeven een bepaald P-totaalgehalte bij hogere pH-waarden de P-beschikbaarheid afneemt. Dit geldt ook voor de dekzanden bij Markelo en is daar een aannemelijke verklaring voor de relatief hoge sterfte van kiemplanten in de bekalkte proefvlakken.
- Wij zien tenslotte dat over vrijwel de gehele gemeten range van N-ratio's verjonging van jeneverbes mogelijk is, maar dat de hoogste aantallen gevonden worden bij een lage N-ratio. Dit suggereert dat verjonging van jeneverbes optimaal verloopt bij relatief lage NH_4 -gehalten. Naaldbomen hebben echter in het algemeen geen problemen hebben met ammonium als stikstofbron. Bovendien sloeg Jeneverbes in het verleden juist vaak massaal op langs de rijkelijk met urine verrijkte schaapsdriften. Ureum wordt in de bodem snel omgezet in ammonium; de omzetting van ammonium in nitraat duurt beduidend langer. Vermoedelijk is er geen causaal verband tussen N-ratio en kiemsucces in ons materiaal. Lage N-ratio's en hoge aantallen kiemplanten worden vooral gevonden in het proefgebied bij Markelo. Het is aannemelijk dat beide samenhangen met de relatief hoge leemgehalten aldaar.

6.2 Waardevolle mosbegroeiingen

6.2.1 Inventarisatie relictten

- Veel van de zeldzame mossoorten die vroeger binnen de jeneverbesstruwelen voorkwamen zijn thans verdwenen. In de Borkeld bij Markelo werd alleen nog Gewoon trapmos (*Lophozia ventricosa*) aangetroffen, in het Mantingerzand Gewoon trapmos, Gewoon franjemos (*Ptilidium ciliata*), Gewoon etagemos (*Hylocomium splendens*), Kaal tandmos (*Barbilophozia kunzeana*) en Bosschoffemos (*Scapania nemorea*). Het aantal groeiplaatsen van deze soorten was zeer gering.

- Het feit dat de achteruitgang in de Borkeld sneller is gegaan dan in het Mantingerveld is wellicht te verklaren vanuit de hogere bodemvruchtbaarheid in het eerstgenoemde gebied. Een hogere bodemvruchtbaarheid betekent snellere groei dus snellere sluiting van het struweel en hogere strooiselproductie.
- De vroegere rijkdom aan bijzondere mossoorten viel samen met de periode dat de ontwikkeling van de struweelvegetatie als geheel nog niet ver gevorderd was: de korstmosrijke subassociatie van het Gaffeltandmos-Jeneverbesstruweel (*Dicrano-Juniperetum cladonietosum*). Door veranderingen van de bosbodem onder invloed van de toenemende input van naaldenstrooisel ging dit vroege successiestadium over in het huidige stadium waarin – voorzover het sterk afgenomen lichtaanbod dit toelaat – een meer grazige ondergroei tot ontwikkeling is gekomen (*subassociatie deschampsietosum*). Dit verloop van de successie, parallel aan ontwikkeling van de bodem (en met name het humusprofiel) vertoont veel overeenkomsten met de ontwikkeling van lichte naaldbossen en van eikenbossen op de arme zandgronden (Hommel et al., 1999).
- Binnen de dennenbossen leidden de veranderingen in de bosbodem tot het (nagenoeg) verdwijnen van een groot aantal soorten, waaronder Gewoon franjemos. Het lijkt dan ook aannemelijk dat de bodemontwikkeling binnen de jeneverbesstruwelen (en met name de voortschrijdende vermodering van de humus) ook daar tot achteruitgang van deze soort heeft geleid.
- Voor veel van de karakteristieke mossoorten van de pionierstruwelen (met name de levermossen) blijkt deze verklaring niet te voldoen. Onze inventarisatie van deze soorten, de micro-gezelschappen waarin zij optreden en de milieuomstandigheden ter plekke toont aan dat het gaat om uitzonderlijke micro-milieus aan de rand van en soms als "eilanden" binnen de struwelen gelegen. Ze kunnen als volgt worden omschreven: steile hellingen met een humuspakket, op plekken waar geen direct zonlicht kan toetreden, maar waar ook geen overhangende struik- of boomlaag aanwezig is. Dergelijke situaties werden al door Stoutjesdijk (1974) en Barkman & Stoutjesdijk (1987) beschreven en aangeduid met de term 'open schaduw'.
- In deze "open schaduwplekken" treedt 's nachts sterke uitstraling op en over het etmaal gezien is de stralingsbalans negatief. Hierdoor blijven dauw en rijp lang liggen en heerst er een vochtig microklimaat. Het is aannemelijk dat de achteruitgang van de meeste "open schaduw-soorten" primair verband houdt met veranderingen in microklimaat in de zich ontwikkelende, steeds dichter wordende struwelen en niet met de bodemontwikkeling.
- Veranderingen van microklimaat en bodem zullen overigens vaak gelijk opgaan. Het in sluiting gaan van de struwelen betekent immers ook een verhoogde input van naaldenstrooisel. Gewoon etagemos is een voorbeeld van een soort die waarschijnlijk voor beide typen verandering gevoelig is.

6.2.2 Plagproeven

- Uitgaande van de veronderstelling dat de achteruitgang van de mosflora van de jeneverbesstruwelen althans ten dele zou kunnen samenhangen met de bodemontwikkeling werden binnen de struwelen plagproeven gedaan waarbij de behandeling varieerde. De drie varianten waren: (1) alleen strooisel en vegetatie verwijderen (ondiep plagen), (2) diep plagen en (3) diep plagen en bekalken.

- Maatregel 2 en 3 verschilden in zoverre van de gelijknamige behandelingen in de zaaiproeven dat binnen de struwelen na plaggen vrijwel nergens het onveranderd moedermateriaal aan de oppervlakte kwam. De bodems onder de jeneverbesstruwelen bleken namelijk tot op aanzienlijke diepte humeus te zijn. Te diep plaggen kan leiden tot schade aan het wortelstelsel van de struiken en dat hebben wij willen voorkomen.
- De vegetatieontwikkeling in de plagplekken zonder bekalking lijkt naar een snel herstel van de situatie voor de ingreep te leiden. Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*), Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) en Bronsmos (*Pleurozium schreberi*) treden hier vrijwel overal op de voorgrond. Genoemde soorten zijn karakteristiek voor de synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos, die blijkens onze inventarisaties tegenwoordig verreweg het meest algemene mosgemeenschap van de jeneverbesstruwelen vormt.
- Op de geplagde en bekalkte plekken – en met name in (half)open situaties – vindt een andere ontwikkeling plaats. Soorten als Krulmos (*Funaria hygrometrica*), Purpersteeltje (*Ceratodon purpureum*) en Zilvermos (*Bryum argenteum*) zijn hier aspectbepalend in een begroeiingstype dat wij elders vooral kennen van brandplekken. Naar verwachting zal dit echter een snel voorbijgaand stadium zijn. Ook hier staan de bovengenoemde soorten van de synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos al klaar om de pioniersoorten weer te verdringen.
- Nergens was er sprake van vestiging van ook maar één van de doelsoorten, ook in de nabijheid van restpopulaties (bijvoorbeeld een steilrandje met Gewoon trapmos (*Lophozia ventricosa*) op minder dan twee meter van een proefvlak). Dit bevestigt onze eerdere conclusie dat in de jeneverbesstruwelen niet de aanwezigheid van jonge bodems maar een bijzonder micro-klimaat de sleutelfactor is voor het voorkomen van bijzondere mossoorten (zie § 6.2.1).

6.3 Betekenis voor het beheer

6.3.1 Beperkende factoren

Kiemkracht van de zaden

De resultaten van het onderzoek bevestigen de ervaring in Nederlandse natuurterreinen dat slechts een zeer beperkt deel van de zaden kiemkrachtig is. Het kiemingspercentage is maximaal 0,28% ("beste" proefvlak) en gemiddeld 0,03% (zie § 6.1.1). Laboratoriumonderzoek naar de kiemkracht van zaden uit een – met de Nederlandse situatie vergelijkbaar – heideterrein in de Belgische Kempen leverde echter een kiemingspercentage op dat zeer vergelijkbaar was met onze resultaten (Verheyen et al., 2005). Vergelijken met de kiemkans van zaden van uit jeneverbesstruwelen op kalkbodem in Engeland (tot 50%!) is dit een bijzonder laag percentage (mond. med. Shelagh McCartan, Forestry Commission, Alice Holt Research Station). De ervaringen in Buinen laten echter zien dat ook in ons land een hoge dichtheid aan kiemplanten mogelijk is, mits er sprake is van een gunstig kiemmilieu (geen vegetatie, hoog leemgehalte, gunstige basentoestand, hoog fosfaatgehalte).

Invloed van konijnen

De resultaten van het onderzoek tonen dat vraat door konijnen (en reeën) de overlevingskans van jonge zaailingen significant verkleint. Dit verklaart waarom de recente (bescheiden) opleving van de verjonging van jeneverbes samenviel met het ineenstorten van de konijnenpopulatie door een virale infectie (VHD), zoals in eerder OBN-onderzoek werd gesuggereerd (Hommel et al., 2007).

Droogtestress

De resultaten van het onderzoek geven verder aan dat droogte-stress een belangrijke oorzaak kan zijn voor het uitblijven van verjonging. De meest kansrijke plekken zijn dan ook die waar een relatief gunstige vochtvoorziening gegarandeerd is. Belangrijke factoren in dit verband zijn het leemgehalte en – tot op zekere hoogte – ook het organisch stofgehalte van de bodem.

Basentoestand

Het optimum voor kieming van jeneverbes in onze proeven ligt bij een relatief (!) hoge CECc van 15-25 cmol/kg en een in lage Ca-bezetting van 0-4%, met andere woorden: in het meest verzuringgevoelige traject van op zich redelijk gebufferde bodems. De bijbehorende pH-KCl-waarden liggen tussen de 3.5 en de 4.5. Wij veronderstellen dat bij lagere waarden de bodem te zuur is, en bij hogere waarden te schraal (fosfaatbuffering). Deze conclusies gelden echter nadrukkelijk alleen voor het onderzochte traject van relatief leemarme dek- en stuifzandbodems (leemgehalte < 10%). Op andere groeiplaatsen, zoals devonische kalksteengronden met een sterk lemige bovengrond in de Eifel, zullen uiteraard andere drempelwaarden gelden. De hypothese van een pH-optimum kan alleen met laboratoriumexperimenten worden bewezen, maar wordt ondersteund door onze waarneming dat na bekalking de sterftekans van de kiemplanten significant groter is dan in niet-bekalkte proefvlakken. Het langer volgen van de kiemplanten in de zaaiproef kan in dit opzicht nog veel voor het beheer waardevolle inzichten opleveren.

Licht en micro-klimaat

Binnen de struwelen werden geen kiemplanten van jeneverbes aangetroffen, noch op ongestoorde bodem, noch op de plagplekken. Wel werden op veel plaatsen grote aantallen bessen op de bodem aangetroffen. Wij gaan ervan uit dat de oorzaak voor het ontbreken van kiemplanten primair gelegen is een combinatie van factoren: het geringe lichtaanbod en het gebrek aan bodemroering en/of verstuiwing. In niet-geplagde proefvlakken vormt ook de zuurgraad een belemmering.

Bij het onderzoek naar relictten van de bijzondere mosflora die vroeger voorkwam in de (nog jonge) struwelen, werd vastgesteld dat deze grotendeels gebonden zijn aan thans a-typische micro-milieus binnen de struwelen: steile hellingen met een humuspakket, op plekken waar geen direct zonlicht kan toetreden, maar waar ook geen overhangende struik- of boomlaag aanwezig is ("open-schaduw-milieus"). Wij gaan er vanuit dat vooral veranderingen in lichtinval en micro-klimaat hebben geleid tot de achteruitgang van deze soorten (met name de bijzondere levermosflora) en niet zozeer de veranderingen in bodemgesteldheid in de zich ontwikkelende struwelen.

Fosfaatgehalte

De onderzoeksresultaten suggereren een relatie tussen het fosfaatgehalte en de verjonging van jeneverbes. In de eerste plaats blijkt de opvallend rijke verjonging in Buinen niet toegeschreven te kunnen worden aan de fertiliteit van de struiken ter plekke maar veeleer aan de bijzondere bodemgesteldheid:

hoog leemgehalte, gunstige basentoestand en met name het hoge fosfaatgehalte (zie Hommel et al., 2007). In de tweede plaats blijkt op diep geplagde bodems bekalking de sterftekans van jonge kiemplanten significant te verhogen, waarschijnlijk doordat de hoeveelheid door de planten opneembare fosfaat hierbij tijdelijk sterk afneemt. Nader onderzoek naar de betekenis van de fosfaathuishouding voor de verjonging van jeneverbes is dringend gewenst.

6.3.2 Kansrijke situaties

Landschap

Op grond van verschillen in textuur en organisch stofgehalte van de bovengronden geldt dat in de huidige situatie dekzand- en stuwwalgronden kansrijker zijn voor de vestiging van jeneverbes dan stuifzandgebieden, al is het riskant alleen op grond van het moedermateriaal de kansrijkdom in te schatten. Doorslaggevend zijn uiteraard de bodemkenmerken ter plekke, waarbij ook het profielverloop van belang is, zeker indien verwijdering van bovengrond wordt overwogen.

Uitgaande van het belang van een redelijke vochtvoorziening liggen binnen de stuifzandgebieden de meest kansrijke plekken niet op diepe stuifzandbodems, maar in de lagere delen (uitgestoven laagten). Ook zijn kansrijke plekken aanwezig op en langs die hogere delen waar onder een stuifzanddek nog de oorspronkelijke podzolbodem uit de tijd van vóór de verstuiving aanwezig is ("forten"). Wij hebben de indruk dat in stuifzandgebieden met jeneverbes ook juist daar – in de laagten en op de forten – de oude struwelen én de recente verjonging geconcentreerd liggen. Dit is echter niet verder onderzocht.

Voor ontwikkeling van waardevolle mosvegetaties is vooral het micro-reliëf (noordhellingen!), de aanwezigheid van een strooisellaag en de nabijheid van bronpopulaties van belang. Er moet overigens gewaarschuwd worden voor te hoog gespannen verwachtingen met betrekking tot de "maakbaarheid" van dit type begroeiingen, zeker op korte termijn.

Vegetatie en strooisel

Een belangrijke conclusie van het onderzoek is verder dat verjonging in een gesloten vegetatiedek met strooisellaag niet kansrijk is. Deze conclusie sluit aan bij de resultaten van het vooronderzoek waarin bleek dat de recente opleving van de verjonging optrad in open, jonge stadia van de vegetatieontwikkeling. Dat her en der in het land incidenteel ook wel kiemplanten in gesloten vegetatie zijn aangetroffen, kan verklaard worden door beschadiging van de zode door hoefdieren. In alle gebieden waar recent kiemplanten zijn aangetroffen in bestaande vegetatie, is naar opgave van de beheerders een hoge dichtheid aan wild en/of vee aanwezig (Hommel et al., 2007).

Bodem

Niet sterk verzuurde, relatief lemige bodems (leemgehalte > 5%; met een pH;KCl tussen de 3.5 en de 4.5) zijn het meest kansrijk. Leemarmere bodems kunnen eveneens kansrijk zijn indien de pH binnen het aangegeven traject ligt en er sprake is van een redelijke vochtvoorziening vanuit de ondergrond (zie hierboven).

Hoefdieren

De aanwezigheid van hoefdieren (vee en/of wild) is van groot belang voor het opentrappen van de vegetatie en de eventueel aanwezige strooisellaag. Ook

beschadiging van de minerale bovengrond is van belang omdat daardoor de bessen met een dun laagje zand bedekt raken en zo enigszins beschermd worden tegen uitdroging. In dit onderzoek werd vrijwel geen kieming vanuit een op de bodem liggende bes geconstateerd. Overigens trad ook geen kieming op uit bessen die waren uitgelegd in een dik pakket jeneverbesstrooisel. Pas toen het strooisel grotendeels was afgebroken en de bessen in contact kwamen met de onderliggende zandbodem werden enige kiemplanten aangetroffen.

6.4 Mogelijke herstelstrategieën

Hieronder zullen – op basis van onderzoeksresultaten, literatuurgegevens, veldindrukken en ervaringen in het buitenland – een viertal mogelijke herstelstrategieën worden besproken die gericht zijn op het verjonging van de jeneverbesstruwelen, al dan niet in combinatie met herstel van een waardevolle ondergroei.

6.4.1 Zaaïen

Uit onze zaaiproeven is gebleken dat voor deze strategie zeer grote aantallen bessen nodig zijn. Richtlijnen voor het verzamelen van bessen worden gegeven door McBride (2005). Aangeraden wordt: gebruik van bessen van lokale herkomst en bronpopulaties op vergelijkbare standplaats, oogst van zwart-blauwe bessen tussen half-september en half-oktober en controle van de vitaliteit van de moederstruik. Ons onderzoek maakt duidelijk dat het niet nodig is om, zoals McBride aanraadt de zaden uit het omhulsel van de bessen te verwijderen. Wel moet bij het zaaïen van bessen rekening worden gehouden met een jaar extra kiemtijd. Ook het advies van McBride om de kiemkracht in te schatten door in een steekproef de bessen door te snijden en de kwaliteit van de zaden op het oog te beoordelen verdient geen navolging. In de Nederlandse situatie weten wij op voorhand dat slechts een zeer beperkt deel van de zaden levensvatbaar is. Daarbij geven de resultaten van ons onderzoek aan dat de aanwezigheid van een groot aantal zaaïingen in het veld zoals waargenomen bij Buinen geen garantie is voor een groter kiemingskans. Het is beter er vanuit te gaan dat het percentage kiemkrachtige zaden overal zeer laag is en tijd en energie te steken in het verzamelen van grote aantallen bessen en optimalisatie van het kiemmilieu. Bekalken van het te bezaaïen oppervlakte wordt hierbij afgeraden.

Voor meer informatie over de wijze van zaaïen, zie § 6.1.1. Uiteraard is bij uitzaaïen in het kader van natuurontwikkeling, het zaaïen op regels niet aan te raden. Wel blijft het van belang de bessen goed onder te werken. Dit maakt betreding door hoefdieren niet nodig. Het is zelfs aan te raden vee en wild tijdelijk weg te houden van de zaaïplekken.

Daarbij geldt dat alle beheermaatregelen gericht op het bevorderen van jeneverbesverjonging kansrijker zijn in jaren met een lage konijnenstand, tenzij men wil werken met – ook ondergronds doorlopende – rasters. Grootschalige toepassing van deze methode lijkt al met al niet haalbaar en wellicht ook niet wenselijk. Daarbij geldt dat deze strategie volledig gericht is op het bevorderen van jeneverbesstruweel, eventueel herstel van de vroegere waardevolle ondergroei is ook op middellange termijn niet aan de orde.

6.4.2 Bevorderen natuurlijke verjonging in het open veld

Bij het bevorderen van natuurlijke verjonging in het open veld zijn drie factoren van belang:

- voldoende aanvoer van zaden door vogels (vooral lijsterachtigen: kramsvogel, grote lijster en in sommige gebieden ook wielewaal),
- een mechanisme dat ervoor zorgt dat de zaden in de bovengrond ondergewerkt raken
- beschikbaarheid van een geschikt substraat.

Een en ander kan binnen de gangbare beheer praktijk gemakkelijk gerealiseerd worden door (1) de verjongingseenheid zodanig te situeren dat hij direct aansluit bij een bestaand struweel, (2) te zorgen voor intensieve betreding door hoefdieren en (3) vegetatie en een eventuele strooisellaag zoveel mogelijk te verwijderen. Voor verdere eisen aan de bodemcondities, zie hierboven (§ 6.3.3).

Bij het volgen van deze strategie wordt in grote lijnen aangesloten bij de omstandigheden die ooit aanwezig moeten zijn geweest bij het ontstaan van de struwelen, met name langs de oude schaapsdriften en op andere plekken in het heide- en stuifzandlandschap waar periodiek veel vee bijeenkwam. Ten aanzien van deze strategie gelden wel een aantal aandachtspunten:

- Het is vanwege het risico van vraat en vertrapping van belang dat, zodra er kiemplanten beginnen te verschijnen, het vee uit dit deel van het terrein wordt weg gehouden en zo mogelijk de betreding door wild wordt geminimaliseerd.
- Deze strategie heeft de meest kans van slagen in jaren dat de konijnenstand laag is.
- Bekalken van het bodemoppervlak waar vegetatie en strooisel zijn verwijderd wordt afgeraden.
- Bij het verwijderen van vegetatie en strooisel moeten (in potentie) waardevolle situaties zoveel mogelijk worden ontzien. Hierbij kan gedacht worden aan stukken oude heide met een goed ontwikkeld humusprofiel, reliëfrijk terrein met name indien botanisch goed ontwikkelde noordhellingen aanwezig zijn, groeiplaatsen van bijzondere soorten et cetera.

6.4.3 Uitplanten van jonge jeneverbesstruiken

Deze strategie lijkt slecht te passen in de Nederlandse traditie van natuurbeheer, waarbij ingrepen aansluiting bij historisch landgebruik veelal de voorkeur heeft boven "tuinieren". In Groot-Brittannië daarentegen is deze aanpak redelijk geaccepteerd en lopen er diverse projecten waarbij in natuurterreinen jeneverbesplanten worden uitgezet, (mond. med. Julia Carey, Buckinghamshire County Council). Er wordt hierbij zowel vanuit zaad als uit stekken opgekweekt plantmateriaal gebruikt. De eerste wijze van opkweken is in de Nederlandse situatie weinig zinvol, de tweede wellicht wel. Voor een overzicht van technische en ecologische richtlijnen voor opkweek en verzamelen van stekken, kan verwezen worden naar Broome (2003).

Het uitplanten van jeneverbesstekken zou ook in de Nederlandse situatie een aantal voordelen kunnen hebben:

- Het is een relatief eenvoudige, snelle, doeltreffende en goedkope benadering.

- De maatregel is bij uitstek geschikt in situaties waar haast geboden is omdat de nog aanwezige jeneverbespopulatie klein of zeer weinig vitaal is.
- De maatregel kan worden uitgevoerd met minimale schade aan het aanwezige ecosysteem (plaggen is niet nodig!) en biedt meer dan bovenstaande strategieën op termijn kansen voor een waardevolle ondergroei.

Er zijn ook hier echter een aantal aandachtspunten:

- De uitgeplante stekken dienen enkele jaren individueel uitgerasterd te worden tegen konijnen, groot wild en vee.
- Bij het verzamelen van de stekken moet rekening worden gehouden met de authenticiteit en de genetische variatie van het verzamelde materiaal (voor richtlijnen, zie Broome, 2003).
- Uitplanten van solitaire exemplaren heeft uitsluitend een landschappelijke functie. Jeneverbes is een tweehuizige windbestuiver. Om kiemkrachtige zaden en op termijn natuurlijke verjonging te krijgen is aanplant in open groepen aan te raden.
- Om de kans op een waardevolle ondergroei te maximaliseren zijn een reliëfrijke locatie, met bronpopulaties van doelsoorten in de nabije omgeving en een onregelmatig plantverband (gericht op het geleidelijk ontslaan van open-schaduw-milieus) aan te raden.

6.4.4 Ingrijpen binnen de bestaande struwelen

In Noordwest-Duitsland is recent geëxperimenteerd met rigoureuze dunningen binnen bestaande jeneverbesstruwelen, in combinatie met begrazing. Deze benadering biedt een aantal interessante kansen:

- Het vrijstellen van jeneverbesstruiken bevordert de windinvloed binnen de struwelen en verhoogt daarmee de kans op bevruchting en vorming van kiemkrachtige zaden.
- De toename van instraling op de bodem heeft een versnelde mineralisatie van de strooiselpakketten tot gevolg.
- Open struwelen zijn aantrekkelijker voor het vee. De graasintensiteit binnen de struwelen zal hierdoor sterk toenemen zodat de versnelde mineralisatie niet tot verruiging behoeft te leiden.
- Het vee zal binnen de struwelen voor meer bodemroering zorgen waardoor bessen en zaden eerder met een zandlaagje overdekt raken. Dit is gunstig voor de kieming. Het verhoogde lichtaanbod zal de levenskansen van de jonge kiemplanten verhogen.
- Plaatselijk zullen binnen de opengemaakte struwelen nieuwe open-schaduw-milieus ontstaan. Dit is gunstig voor een ondergroei van zeldzame en bedreigde mossoorten.

De eerste berichten over resultaten van deze werkwijze in Duitsland zijn positief (mond. med. Dirk Mertens, Nationaal Park Lüneburger Heide). Ons zijn echter nog geen concrete gedetailleerde onderzoekresultaten bekend. In Nederland wordt, voor zover ons bekend, nog in het geheel niet met deze benadering geëxperimenteerd. Wellicht vormt de beschermde stratus van de soort een juridische (en emotionele?) barrière. Het verdient echter ons inziens zeker aanbeveling ook in ons land een aantal van dit type experimenten te starten.

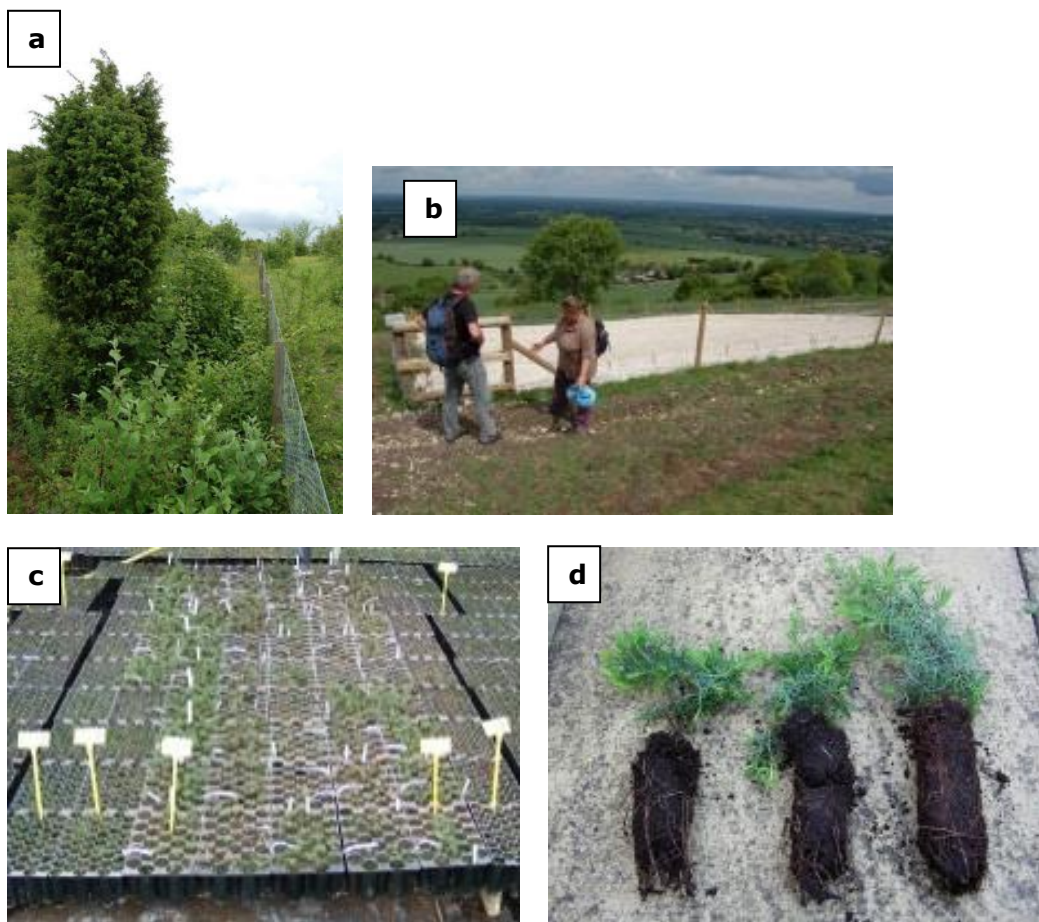


Foto 16: Herstel van jeneverbesstruweel op kalkhellingen in de Chilterns (Buckinghamshire, Zuidoost-Engeland): a) enclosure om zaailingen te beschermen tegen vraat door konijnen, b) uitgerasterde plag- en zaaiproef, c) zaailingen op de kwekerij, d) stekken klaar om te worden uitgeplant.

Photo 16: Recovery of Juniper stand on limestone slopes in the Chilterns (Buckinghamshire, South East-England): a) enclosure to protect seedlings from rabbits, b) grid with sod and seed trial, c) seedlings at the nursery, d) cuttings ready to be planted out.



Foto 17: Op de Lüneburgerheide worden "Heidschnucken" ingezet om de jeneverbesstruwelen open te houden.

Photo 17: "Heidschnucken" are deployed on the Lüneburgerheide to keep the Juniper stands to open.

Literatuur

Adriaenssens, S., 2006. Vergelijkend onderzoek naar de productie en kiemkracht van jeneverbeszaden in Vlaanderen en omliggende regio's. Scriptie Faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent. 130 pp.

Adriaenssens, S., L. Baeten, S. Crabbe & K. Verheyen, 2006. Toekomst en evolutie (1985-2006) van de jeneverbes (*Juniperus communis*) in de provincie Limburg. Universiteit Gent / Limburgse Koepel voor Natuurstudie (LIKONA), Genk. 82 pp.

Barkman, J.J., 1965. Die Kryptogamenflora einiger Vegetationstypen in Drente und ihr zusammenhang mit Boden und Mikroklima. Biosoziologie. Bericht über das internationale Symposium in Stolzenau/Weser 1960 der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. W. Junk, Den Haag, p. 157.

Barkman, J.J., 1968a. Botanisch onderzoek op het biologisch station, Wijster, 1957-1967. Miscellaneous Papers 2: 141-160.

Barkman, J.J., 1968b. Das synsystematische Problem der Mikrogesellschaften innerhalb der Biozönosen. Pflanzensoziologische Systematik. Bericht über das internationale Symposium in Stolzenau/Weser 1964. Verlag Dr. W. Junk, Den Haag, p. 21.

Barkman, J.J., 1970. Enige nieuwe aspecten inzake het probleem van synislae en microgezelschappen. In: Vegetatiekunde als synthetische wetenschap. H. Veenman & Zonen, Wageningen, p. 85.

Barkman, J.J., 1973. Synusial approaches to classification. In: Whittaker, R.H. (Ed.), Ordination and classification of communities. Dr. W. Junk b.v., The Hague, p. 435-491.

Barkman, J.J., 1985. Geographical variation in associations of juniper scrub in the central European plain. *Vegetatio* 59: 67-71.

Barkman, J.J., 1990. Jeneverbesstruwelen in Nederland. Manuscript. 3 pp. (archief Alterra).

Barkman, J.J., Doing, H., Segal, S., 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.* 13: 394.

Barkman, J.J., Masselink, A.K., De Vries, B.W.L., 1977. Über das Mikroklima in Wacholderfluren. In: Dierschke, H. (Ed.), *Vegetation und Klima. Berichte der Internationalen Symposium der internationalen Vereinigung für Vegetationskunde*, 1975. Cramer, Vaduz, p. 35-81.

Barkman, J.J., Stoutjesdijk, P., 1987. Microklimaat, vegetatie en fauna. Pudoc, Wageningen.

- Bijlsma, R.J., Aptroot, A., Van Dort, K.W., Haveman, R., Van Herk, C.M., Kooijman, A.M., Sparrius, L.B., Weeda, E.J., 2009. Preadvies Mossen & Korstmossen. Alterra, Wageningen, 255 pp.
- Braak, C.J.F. ter & P. Smilauer, 2002. Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Biometris, Wageningen / Cesek Budejovice; 500 pp.
- Broome, A., 2003. Growing Juniper: propagation and establishment practices. Information note. Forestry Commission, Edinburgh. 10 pp.
- Bruehlheide, H., Chytrý, M., 2000. Towards unification of national vegetation classifications: A comparison of two methods for analysis of large data sets. *Journal of Vegetation Science* 11: 295.
- Bruehlheide, H., Jandt, U., 1994. Survey of limestone grassland by statistically formed groups of differential species. *Colloques phytosociologiques XXIII*: 319.
- Haveman, R., 2005. Verjonging van *Juniperus communis* L. (Cupressaceae, Pinopsida): wat is mythe, wat is waar? *Stratiotes* 31: 20-24.
- Hommel, P.W.F.M., van Dort, K.W., Schaminée, J.H.J., 1999. Vaccinio-Piceetea. In: Stortelder, A.H.F., Schaminée, J.H.J., Hommel, P.W.F.M. (Eds.), *De vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen*. Opulus Press, Uppsala/Leiden, p. 229-254.
- Hommel, P.W.F.M., Griek, M., Haveman, R., De Waal, R.W., 2007. Verjonging van Jeneverbes (*Juniperus communis* L.) in het Nederlandse heide- en stuifzandlandschap. Rapport DK nr. 2007/dk072-O. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede, 44 pp.
- Hommel, P.W.F.M., M. Griek, R. Haveman, J. den Ouden & R.W. de Waal, 2009. Herstel van jeneverbesstruwelen. *DLN 110 (3)*: 135-137.
- Lepš, J., Šmilauer, P., 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.
- McBride, A., 2005. Managing uplands for Juniper. *Plantlife Scotland*, Stirling. 14 pp.
- Oussoren, R., 2006. Mogelijke invloed van bodemfactoren op de verjonging van Jeneverbes (*Juniperus communis* L.). Scriptie Bosecologie en Bosbeheer, LU Wageningen. 17 pp.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & V. Westhoff, 1995. *De vegetatie van Nederland. Deel 1: grondslagen, methoden en toepassingen*. Opulus Press, Uppsala / Leiden. 296 pp.
- Stoutjesdijk, P., 1974. The open shade, an interesting microclimate. *Acta Bot.Neerl.* 23 (2), 125.
- Teti, P.A., Pike, R.G., 2005. Selecting and testing an instrument for surveying stream shade. *BC Journal of Ecosystems and Management* 6: 1-16.

Tichý, L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13: 451-453.

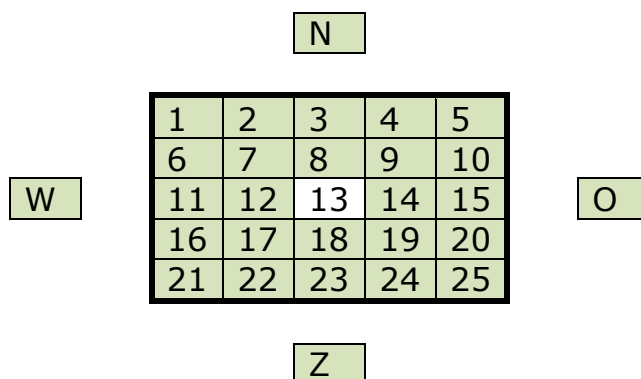
Tonné, F., 1954. *Besser bauen met Besonnungs- und Tageslicht-Planung*. Karl Hoffmann Verlag, Stuttgart.

Tooren, B.F. van, Sparrius, L.B. (Eds.), 2007. *Voorlopige Verspreidingsatlas van de Nederlandse mossen*. Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV, Utrecht.

Verheyen, K., K. Schreurs, B. Vanholen & M. Hermy, 2005. Intensive management fails to promote recruitment in the last large population of *Juniperus communis* (L.) in Flanders (Belgium). *Biological Conservation* 124: 113-121.

Vries, B.W.L. de & E. Arnolds, 1994. Veranderingen in de mycoflora van drie Jeneverbesstruwelen. *Coolia* 37: 51-71.

Bijlage 1 Inrichting van zaaiproeven



De proefopstellingen liggen noord-zuid georiënteerd (N = noord). De proefvakken 1 t/m 25 zijn uitgerasterd tegen konijnen. Elk proefvlak heeft een oppervlakte van 1.5 bij 1.5 meter. Proefvlak 13 werd niet gebruikt.

Verdeling behandelingen over de proefvlakken:

Ingreep *)	Ligging t.o.v. raster	Mantinge	Markelo
Geen	Binnen	6, 9, 17, 21	5, 7, 9, 16
Ondiep geplagd	Binnen	1, 7, 10, 22	2, 20, 22, 24
Diep geplagd	Binnen	8, 12, 15, 19	4, 10, 11, 14
Bekalkt	Binnen	2, 5, 16, 20	8, 17, 19, 21
Gespit	Binnen	3, 14, 23, 25	3, 6, 18, 25
Strooisel opgebracht	Binnen	4, 11, 18, 24	1, 12, 15, 23
Bekalkt	Buiten	N, O, Z, W	N, O, Z, W

*) voor een nadere omschrijving, zie Tabel 2a.

In de westelijke helft van elk proefvlak werden in februari en maart 2008 circa 1000 bessen uitgezaaid. Alleen in vak 24 in Markelo werd per abuis de oostelijke helft gebruikt. Het zaaigoed was verzameld in drie gebieden: Mantingerzand, Dwingeloo en Junner Koeland. De tweede zaaironde vond plaats in maart 2009. Hierbij werd de oostelijke helft van de proefvlakken gebruikt (vak 24 in Markelo: west). Per proefvak werden nu circa 800 bessen gebruikt afkomstig uit het jeneverbesstruweel bij Buinen (zie verder § 2.1).

Bijlage 2 proefvlak

Aantal kiemplanten per

Gebied	Proef- vlak	2009				2010				2011				totaal		
		nieuw	verdwenen	levend	dood	nieuw	verdwenen	levend	dood	nieuw	verdwenen	levend	dood	gekiemd	verdwenen	over
		t.o.v. 2008	vóór okt.	in oktober '09		t.o.v. 2009	na okt. '09	in oktober '10		t.o.v. 2010	na okt. '10	in oktober '11		2008 t/m 2011		okt.'11
Mantinge	5	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	14	1	0	1	0	1	0	2	0	1	1	2	0	3	1	2
	22	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	som	2	0	2	0	2	0	4	0	1	1	4	0	5	1	4
Markelo	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	3	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	6	1	7	0	7
	4	2	0	2	0	3	0	5	0	1	0	6	0	6	0	6
	6	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2
	8	5	0	5	0	8	6	5	2	2	0	7	2	15	6	9
	10	1	0	1	0	2	0	3	0	0	0	3	0	3	0	3
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
	14	5	0	5	0	0	0	4	1	0	0	4	1	5	0	5
	17	1	0	1	0	1	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2
	18	6	0	6	0	4	0	8	2	1	0	8	3	11	0	11
	19	3	0	3	0	4	1	5	1	1	1	5	1	8	2	6
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
	21	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2
	22	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	23	2	0	2	0	5	0	5	2	0	1	5	1	7	1	6
	25	4	0	4	0	1	0	2	3	0	0	2	3	5	0	5
	N	3	2	1	0	3	0	4	0	0	2	2	0	6	4	2
	W	0	0	0	0	3	1	2	0	0	1	1	0	3	2	1
	O	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
	Z	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2
	som	34	2	32	0	48	8	61	11	8	5	63	12	90	15	75
Beide gebieden																
	som	36	2	34	0	50	8	65	11	9	6	67	12	95	16	79

Bijlage 3 Synoptische tabel van de mosgemeenschappen in jeneverbesstruwelen in het Mantingerveld en de Borkeld

Synusia	1	2	3	4	5
Aantal opnamen	85	13	3	17	11
Bladmossen					
<i>Atrichum undulatum</i>	4 (2)	.	.	.	.
Groot rimpelmos					
<i>Aulacomnium androgynum</i>	2(+)	.	.	.	.
Gewoon knopjesmos					
<i>Brachythecium oedipodium</i>	5 (2)	.	.	.	.
IJl dikkopmos					
<i>Brachythecium rutabulum</i>	9 (2)	15(+)	.	6(+)	55 (2)
Gewoon dikkopmos					
<i>Bryum argenteum</i>	.	8(+)	.	.	.
Zilvermos					
<i>Campylopus flexuosus</i>	12 (1)	.	.	29 (4)	.
Boskronkelsteeltje					
<i>Campylopus introflexus</i>	11(+)	69 (4)	100 (1)	6(+)	.
Grijs kronkelsteeltje					
<i>Campylopus pyriformis</i>	6 (2)	.	.	.	.
Breekblaadje					
<i>Ceratodon purpureus</i>	5 (2)	31 (3)	.	.	9 (2)
Purpersteeltje					
<i>Dicranella heteromalla</i>	14 (1)	.	.	.	.
Gewoon plujsjesmos					
<i>Dicranum scoparium</i>	84 (2)	15(+)	100 (2)	71 (1)	27 (2)
Gewoon gaffeltandmos					
<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	8 (1)	.	.	.
Fijn laddermos					
<i>Funaria hygrometrica</i>	.	8 (2)	.	.	.
Gewoon krulmos					
<i>Hylocomium splendens</i>	2 (2)	.	.	.	.
Glanzend etagemos					
<i>Hypnum jutlandicum</i>	86 (3)	15(+)	.	65(+)	64 (2)
Heideklauwtjesmos					
<i>Plagiothecium laetum</i>	.	.	.	.	9(+)
Krom platmos					
<i>Pleurozium schreberi</i>	60 (2)	15(+)	.	71 (1)	73 (2)
Bronsmos					
<i>Pohlia nutans</i>	7 (2)	23 (3)	33(+)	6 (2)	9 (1)
Gewoon peermos					
<i>Polytrichum commune</i>	1 (3)	8 (r)	.	.	.
Gewoon haarmos					
<i>Polytrichum formosum</i>	15(+)	8 (1)	.	18 (2)	64 (4)
Fraai haarmos					
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1 (5)	.	.	.	.
Zandhaarmos					
<i>Polytrichum piliferum</i>	8 (1)	31(+)	.	6 (1)	9 (r)
Ruig haarmos					
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	2(+)	8 (r)	.	29 (3)	.
Groot laddermos					
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	1 (2)	.	.	6 (r)	.
Gewoon haakmos					

<i>Thuidium tamariscinum</i> Gewoon thujamos	.	.	.	.	9 (5)
Levermossen					
<i>Barbilophozia kunzeana</i> Kaal tandmos	.	.	.	3 (2)	.
<i>Cephaloziella species</i> Draadmos	1 (2)	.	.	.	9 (2)
<i>Lophocolea bidentata</i> Gewoon kantmos	20 (1)	15 (1)	.	18 (2)	45 (3)
<i>Lophocolea heterophylla</i> Gedrongen kantmos	1 (1)	.	.	.	.
<i>Lophozia ventricosa</i> Gewoon trapmos	6 (2)	.	.	65 (3)	.
<i>Marchantia polymorpha</i> Paraplutjesmos	.	8 (2)	.	.	.
<i>Ptilidium ciliare</i> Heidefranjemos	7 (1)	.	.	6 (1)	27 (1)
<i>Scapania nemorea</i> Bosschoffemos	.	.	.	41 (2)	.
Korstmossen					
<i>Cetraria aculeata</i> Gewoon kraakloof	2(+)	.	33 (1)	6(+)	.
<i>Cetraria islandica</i> IJslandsmos	.	.	67(+)	.	.
<i>Cladina ciliata</i> Sierlijk rendiermos	.	.	33 (2)	.	.
<i>Cladina portentosa</i> Open rendiermos	6 (1)	.	100 (3)	18(+)	.
<i>Cladonia coccifera</i> Rood bekermos	5 (r)	15 (r)	67(+)	.	.
<i>Cladonia floerkeana</i> Rode heidelucifer	.	.	33(+)	.	.
<i>Cladonia furcata</i> Gevorkt heidestaartje	8 (1)	.	33(+)	6(+)	.
<i>Cladonia gracilis</i> Girafje	.	.	67 (2)	.	.
<i>Cladonia grayi</i> Bruin bekermos	4(+)	15(+)	33 (1)	.	.
<i>Cladonia macilenta</i> Dove heidelucifer	.	15 (r)	33 (1)	.	.
<i>Cladonia ramulosa</i> Rafelig bekermos	4(+)	8 (1)	33 (4)	.	.
<i>Cladonia scabriuscula</i> Ruw heidestaartje	2(+)	.	.	.	.
<i>Cladonia uncialis</i> Varkenspootje	.	.	33 (1)	.	.
<i>Lepraria incana</i> Gewone poederkorst	1(+)	.	.	.	.
<i>Placynthiella icmalea</i> Bruine veenkorst	.	8(+)	.	.	.
Grassen en cypergrassen					
<i>Agrostis capillaris</i> Gewoon struisgras	1 (r)	.	.	.	.
<i>Agrostis vinealis</i> Zandstruisgras	8 (1)	8(+)	67 (2)	.	9(+)
<i>Carex pilulifera</i> Pilzegge	1(+)	.	.	.	.
<i>Danthonia decumbens</i> Tandjesgras	1(+)	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i> Bochtige smelee	67 (1)	31(+)	67(+)	88 (1)	64 (1)
<i>Festuca filiformis</i> Fijn schapengras	7 (1)	.	.	.	9(+)
<i>Molinia caerulea</i> Pijpenstrootje	2(+)	.	.	6(+)	.
<i>Poa annua</i> Straatgras	.	8(+)	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	1(+)	.	.	.	.

Veldbeemdgras					
Dwergstruiken					
<i>Calluna vulgaris</i>	19(+)	.	.	47(+)	27(+)
Struikhei					
<i>Empetrum nigrum</i>	5(+)	.	.	6 (2)	.
Kraaihei					
<i>Erica tetralix</i>	6 (2)	.	.	6(+)	.
Gewone dophei					
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2(+)	.	.	.	.
Blauwe bosbes					
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1 (1)	.	.	.	9 (2)
Rode bosbes					
Overige soorten					
<i>Betula species</i>	4 (r)	15 (r)	.	6 (r)	.
Berk					
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	1(+)	.	.	.	.
Rankende helmbloem					
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	33 (r)	.	.
Canadese fijnstraal					
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	6 (3)	9 (2)
Smalle stekelvaren					
<i>Dryopteris dilatata</i>	1 (2)	.	.	.	.
Brede stekelvaren					
<i>Epilobium species</i>	1 (r)	.	.	.	.
Basterdwederik					
<i>Galium saxatile</i>	12 (2)	.	.	12 (r)	9 (r)
Liggend walstro					
<i>Moehringia trinervia</i>	1 (r)	.	.	.	.
Drienerfmuur					
<i>Polypodium vulgare</i>	7 (2)	.	.	6 (5)	.
Gewone eikvaren					
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	6 (r)	.
Sporkehout					
<i>Rumex acetosella</i>	19 (1)	15(+)	67(+)	12(+)	9(+)
Schapenzuring					
<i>Senecio sylvaticus</i>	.	8 (r)	.	.	.
Boskruiskruid					
<i>Solanum nigrum s. nigrum</i>	.	8 (2)	.	.	.
Zwarte nachtschade					
<i>Sonchus asper</i>	1(+)	.	.	.	.
Gekroesde melkdistel					
<i>Sorbus aucuparia</i>	1 (r)	.	.	.	.
Wilde lijsterbes					
<i>Spergula morisonii</i>	.	.	33 (r)	.	.
Heidespurrie					
<i>Stellaria media</i>	.	8 (2)	.	.	.
Vogelmuur					
<i>Taraxacum species</i>	1 (r)	.	.	.	.
Paardenbloem					
<i>Veronica officinalis</i>	1 (3)	.	.	.	.
Mannetjesereprijs					

Synusiae

- 1 Synusia van Heideklauwtjesmos en Gewoon gaffeltandmos
- 2 Synusia van Purpersteeltje en Ruig haarmos
- 3 Synusia van Gevorkt heidestaartje en Rafelig bekermos
- 4 Synusia van Boskronkelsteeltje en Gewoon trapmos
- 5 Synusia van Gewoon dikkopmos en Fraai haarmos

Per synusia wordt aangegeven

- Presentiewaarde in %.
- Karakteristieke bedekking, d.w.z. gemiddelde bedekking in opnamen waarin de soort aanwezig is, in klassen (Braun-Blanquet; tussen haakjes).

Bijlage 4 Vegetatietabel van de proefvlakken in de transecten

Behandeling / jaar opname	Onbehandeld (referentie; 2009)		Strooisel en veg. verwijderd (2010)		Geplagd (2010)		Geplagd en bekalkt (2010)	
Gebied	Mantinge	Markelo	Mantinge	Markelo	Mantinge	Markelo	Mantinge	Markelo
<i>Algemene soorten:</i>								
Hypnum jutlandicum	232+3	25424	41211	32222	11232	21122	.1122	12232
Dicranum scoparium	42+.2	.22+2	1.2.1	+1+++	2++12	.+..+	.+212	++1..
Pleurozium schreberi	2..+3	...5.	..1++	21.+.	21+1.	2...+	..1+2	++..+
Deschampsia flexuosa	1.2.2	+....	1+.r1	r....	++.rr	....	..r+1	....
Lophocolea bidentata	1.42.	....	+..+	....	.+.+	....	....	....
Galium saxatile	+..+	....	...r	....	....	....	...+	....
Polytrichum formosum	..22.	2..13	1..1.	12+1+	1....	2+.11	....	+...2
Campylopus flexuosus	...2.	...2	....	...1	.1...	...+	....	....
Pseudosclerop. purum	....	4....	4+...	+....	+....	....	...+	....
Betula pendula	....	+....	..++.	....	.+r..	+....	....	..r..
Calluna vulgaris	....	..++.	.r+.1	+rr.r	11+.r	+.+2.	..r+r	...r+
<i>Soorten met voorkeur voor behandelde proefvlakken (pioniersoorten):</i>								
Campylopus pyriformis	1....	....	+22+3	122+2	33222	23433	+.1..	1+221
Dicranella heteromalla	....	..2..	+..+	.1211	....	11+12	....	..++2.
Agrostis capillaris	....	....	rr..+	....	1....	....	..+..	...+
Rumex acetosella	1....	....	.r+.+	....	2r++.	....	r22.2	r....
Brachythec. rutabulum	....	....	..1..	....	..1++	....	....	...+
Carex pilulifera	....	....	..+.1	+r...	..++r	1+...	..+r+	1.r1r
Polytrichum piliferum	....	....	...1	....	....	....	...+	....
Cladonia grayi	....	....	...+	..r..	....	..++.	....	....
<i>Soorten met voorkeur voor bekalkte plagplekken:</i>								
Ceratodon purpureus	....	....	....	....	....	....	..232	..123
Pohlia nutans	....	....	+....	...+	.+...	....	..+..+	++++.
Funaria hygrometrica	....	....	....	....	....	....	...2.	..1+2
Bryum argenteum	....	....	....	....	....	....	...1.	...21
Atrichum undulatum	....	....	....	....	+....	....	...r.	.r...
Stellaria media	....	....	....	....	....	....	...r.	....
Bryum species	....	....	....	....	....	....	....	+..12
Senecio vulgaris	....	....	....	....	.r...	....	....	+..+.
Taraxac. Ruderalia	....	....	....	....	....	....	....	r.r..
Bryum gemmiferum	....	....	....	....	....	....	....	...+
Eurhynch. praelongum	....	....	....	....	....	....	....	...+
Solanum nigrum	....	....	....	....	....	....	....	...r.
Holcus lanatus	....	....	....	....	....	....	....	...r.
Ornithopus perpusillus	....	....	....	....	....	....	....	...r.
<i>Overige soorten:</i>								
Campylop. introflexus	....	....	....	....	....	..1..	....	....
Ceratoc. claviculata	....	....	r....	....	....	....	....	....
Cladina portentosa	....	..+...	....	....	....	....	....	....
Cladonia chlorophaea	....	....	....	....	....	..+...	....	....
Cladonia coccifera	....	..1..	....	....	....	....	....	....
Cladonia fimbriata	....	....	....	....	....	..+..	....	....
Digitalis purpurea	....	....	....	....	.r...	....	....	....
Dryopteris dilatata	..r...	....	....	....	....	r....	....	....
Erica tetralix	....	....	....	..r..	....	+....	....	....
Geranium molle	....	....	....	....	....	...r	....	....
Pinus sylvestris	....	....	....	....	....	..r..	....	....

Poa annua		.....	.....	....r	.....	.....	.....	.....	.....
Polytrichum juniperinum		.....	.....	....1	.....	.....	.....	.....	.....
Polytrichum longisetum		.....	.....	.....	+....	.....	.....	.....	.....
Rubus fruticosus ag.		.....	.....	r....	.....	r....	.....	.....	.....
Tetraphis pellucida		.....	.....	.....	.....	...r.	.....	.+...	.....

Kenmerkende soorten synusiae: donkergroen: Synusia van Hypnum jutlandicum en Dicranum scoparium, rood: Synusia van Ceratodon purpureum en Polytrichum piliferum, blauw: Synusia van Cladonia furcata en C. ramulosa, oranje: Synusia van Campylopus flexuosus en Lophozia ventricosa, lichtgroen: Synusia van Brachythecium rutabulum en Polytrichum formosum.