



Appelrussula
(*Russula paludosa*) is
een bedreigde soort
(foto: D.B. Terwisscha).

Mycorrhizapaddestoelen als leidraad voor beheeradviezen voor bossen op voedselarme zandgrond

Wim Ozinga &
Eef Arnolds

Goed ontwikkelde bosgemeenschappen van voedselarme zandgronden zijn in Nederland sterk bedreigd. De betekenis van deze bosgemeenschappen komt vooral tot uiting in het voorkomen van een groot aantal soorten mycorrhizapaddestoelen. Doordat de ondergroei van deze bossen arm is aan hogere planten hebben terreinbeheerders vaak weinig houvast bij de planning en evaluatie van beleid en beheer. Mycorrhizapaddestoelen geven door hun hoge soortenaantal en hun hoge indicatieve waard meer informatie. In dit artikel wordt ingegaan op de mogelijkheden en beperkingen van het gebruik van mycorrhizapaddestoelen bij vegetatiekarteringen ten behoeve van natuurbeheer, met een kartering van het Dwingelderveld als voorbeeld.

Bosgemeenschappen op voedselarme zandgrond bedreigd

Op droge, stikstofarme zandgronden met weinig strooiselophoping komen enkele kenmerkende bostypen voor (tabel 1). Mede door de hoge stikstofdepositie zijn goed ontwikkelde vormen van deze bostypen in Nederland zeldzaam geworden. De open kruidlaag met een hoge bedekking van mossen en korstmossen is op veel plaatsen vervangen door een monotone grasmat met Bochtige smele. Met name het Rendiermos-Dennenbos en het Gaffeltandmos-Berkeneikenbos zijn in goed ontwikkelde vorm vrijwel uit Nederland verdwenen. Hiermee zijn ook diverse kenmerkende mycorrhizapaddestoelen sterk achteruitgegaan, zoals diverse soorten stekelzwammen, ridderzwammen en gordijnzwammen (Arnolds, 1991). Het Gaffeltandmos-Berkeneikenbos is zelfs in Europees opzicht bedreigd en opgenomen in de Habitatrictlijn.

Bosgemeenschappen van voedselarme zandgronden zijn over het algemeen arm aan hogere planten. De genoemde bosgemeenschappen zijn daarentegen rijk aan kenmerkende mycorrhizapaddestoelen en behoren tot de paddestoelenrijkste vegetaties van Nederland. Een kartering van indica-

tieve mycorrhizapaddestoelen kan daardoor nuttige informatie opleveren over locaties met goede mogelijkheden voor behoud of herstel van deze bostypen. De resultaten zijn bovendien goed bruikbaar voor de beoordeling van het effect van beheermaatregelen.

Mycorrhizapaddestoelen als indicatoren

MOGELIJKHEDEN ...

Mycorrhizapaddestoelen spelen een sleutelrol in bosesystemen (kader 1) en hebben een hoge indicatieve waarde voor abiotische omstandigheden zoals voedselrijkdom, zuurgraad en de opbouw van het humusprofiel. Mycorrhizapaddestoelen zijn vooral gevoelig voor de beschikbaarheid van stikstof in de bodem (Kuyper, 1994). Daarmee zijn mycorrhizapaddestoelen goed bruikbaar voor de herkenning van bosgemeenschappen op stikstofarme zandgrond met weinig strooiselophoping (tabel 1). Door het hoge aantal soorten paddestoelen in vergelijking met hogere planten is deze informatie relatief nauwkeurig. Op het gebied van de ecologie van paddestoelen is in Nederland vooral veel bekend geworden dankzij onderzoek aan het voormalig Biologisch Station Wijster.

Een tweede aantrekkelijk aspect van mycorrhizapaddestoelen is dat ze vaak sneller reageren op milieuveranderingen dan hogere planten, zodat de verspreidingspatronen van paddestoelen een actueler beeld geven van het bodemmilieu. Veel bosplanten verspreiden zich slecht over langere afstanden (>100m), zodat het lang kan duren voordat deze planten zich vestigen. Hierdoor zijn hogere planten slechts beperkt bruikbaar bij de planning en evaluatie van beleid en beheer in bossen. Doordat de sporen van paddestoelen zeer klein zijn en in zeer grote hoeveelheden geproduceerd worden, kunnen ze nieuwe geschikte gebieden veel sneller bereiken. Daarnaast kunnen diverse soorten jaren ondergronds overleven zonder vruchtlichamen te vormen, zodat ze weer snel vruchtlichamen kunnen produceren als de omstandigheden gunstiger worden.

... EN BEPERKINGEN

Tegenover deze voordelen staan enkele specifieke beperkingen bij paddestoelenonderzoek. De belangrijkste is wel dat de eigenlijke schimmel (mycelium) onder de grond zit en bij veel soorten niet elk jaar vruchtlichamen vormt. Om deze reden is het aan te raden om een kartering over meerdere jaren te verdelen. Bij inventarisaties van kortere duur zal een deel van de soorten gemist worden. Dit is vooral bij onderzoek naar paddestoelengemeenschappen een bezwaar. Indien de paddestoelen echter gebruikt worden als indica-

tor voor bepaalde milieumomstandigheden (zoals hier het geval is), dan is dit bezwaar minder groot. De soorten die wel aanwezig zijn geven dan vaak al een duidelijke indicatie.

Dit artikel richt zich op bostypen op voedselarme zandgrond. Voor diverse andere bostypen is aanvullend onderzoek gewenst om een goed beeld te krijgen van de relatie tussen bostypen en het voorkomen van mycorrhizapaddestoelen. Van belang in dit verband is de opbouw van een database met paddestoelenopnamen, waaraan momenteel al een begin is gemaakt. Net als voor de Landelijke Vegetatie Databank worden de opnamen ingevoerd in het computerprogramma TURBOVEG (Hennekens, 1995). Een volgende stap is het opnemen van de informatie in het kennissysteem SynBioSys (Hennekens et al., 2001).

Praktijkvoorbeeld: kartering Dwingelderveld

Hier willen we het gebruik van mycorrhizapaddestoelen als bodemindicator demonstreren aan de hand van een lokaal voorbeeld. Voor het Nationaal Park Dwingelderveld is een methode ontwikkeld om met behulp van een selectie van indicatieve mycorrhizapaddestoelen de locaties in kaart te brengen met goede mogelijkheden voor behoud of herstel van enkele zeldzame bostypen. In opdracht van de provincie Drenthe is door Buro Bakker ruim 860 ha bos gedurende twee jaar (1999-2000) gekarteerd, met twee ronden per jaar. Er is een lijst opgesteld met paddestoelensoorten waarvan het voorkomen informatie geeft over de bodem en daarmee over de mate van ontwikkeling van bostypen van voedselarme zandgrond (tabel 2, p. 180).

De paddestoelenkartering is gebaseerd op een recente vegetatiekaart (schaal 1:10.000; Buro Bakker, 1998). De mate van voorkomen werd weergegeven volgens een logaritmische schaal, waarbij per

Tabel 1. Overzicht van de besproken bosgemeenschappen van droge voedselarme zandgronden met verwijzing naar de code en de naamgeving volgens 'De Vegetatie van Nederland' (Stortelder et al., 1999).

Nederlandse naam	code	wetenschappelijke naam
Dennenbos		
Rendiermos-Dennenbos	41Aa2a	Cladonio-Pinetum sylvestris subass. cladinetosum
Gaffeltandmos-Dennenbos	41Aa2b	Cladonio-Pinetum sylvestris s.a. dicranetosum polyseti
Kraaihei-Dennenbos	41Aa3e	Leucobryo-Pinetum subass. empetretosum
Berken-Eikenbos		
Gaffeltandmos-Berkeneikenbos	42Aa1a	Betulo-Quercetum roboris subass. cladonietosum
Beuken-Eikenbos		
Gaffeltandmos-Beukeneikenbos	42Aa2a	Fago-Quercetum subass. vacciniotosum
Beukenbos		
Kussentjesmos-Beukenbos	42Aa3a	Deschampsio-Fagetum subass. leucobryetosum

vlak is uitgegaan van het maximum op één dag aangetroffen vruchtlichamen. Dit wordt beschouwd als een goede afspiegeling van de vruchtlichamenproductie van een soort (Arnolds, 1992). Er is onderscheid gemaakt tussen de aanwezigheid van een soort in het vlak en het voorkomen uitsluitend langs de rand van het vlak. In het laatste geval is vaak sprake van een laatste uitwijkplaats van soorten en worden soms potenties voor het aangrenzende vlak aangegeven. De resultaten zijn met gegevens over vegetatie, bodem en beheer geïntegreerd in één GIS-bestand. Hier wordt kort ingegaan op enkele algemene aspecten die ook voor andere gebieden interessant kunnen zijn.

Bodemfactoren

STIKSTOF EN STROOISEL

Hoge stikstofconcentraties in de bodem hebben een negatief effect op de groei van de meeste mycorrhizapaddestoelen. Veel stikstof komt via blad- en naaldstrooisel in de bodem terecht, zodat de beschikbaarheid van stikstof met name hoog is op plekken met veel strooiselophoping. De groei van veel mycorrhizapaddestoelen wordt geremd door stikstofhoudende verbindingen (voornamelijk polyfenolen) die vrijkomen uit vers strooisel (Ozinga, 1993). Onder invloed van de hoge stikstofdepositie is het gehalte aan stikstof van blad- en naaldstrooisel in Nederland vele malen hoger dan in schonere gebieden. Bij de verklaring van de verspreidingspatronen kunnen we ons dus concentreren op factoren die invloed hebben op de accumulatie van stikstofrijke strooisel.

Sleutelrol mycorrhizaschimmels in bosesysteem

Mycorrhiza's zijn een 'samenwerkingsverband' tussen planten en schimmels, waarbij de schimmels nutriënten leveren aan de plant in ruil voor suikers. Er komen diverse mycorrhizatypen voor die verschillen in de manier waarop ze nutriënten aan de plant doorgeven en de efficiëntie hiervan. In dit artikel gaat het uitsluitend om ectomycorrhizaschimmels. Dit mycorrhizatype komt voor bij veel (maar niet alle) boomsoorten en produceert als enige type opvallende vruchtlichamen (paddestoelen). Dankzij hun mycorrhizapartners kunnen bomen op droge, voedselarme bodems toch overleven. Een groot deel van de opname van voedingsstoffen verloopt via deze schimmels. Daarnaast geven sommige schimmelsoorten een verhoogde bescherming van de boom tegen bodempathogenen en zware metalen. Verder kunnen mycorrhizaschimmels een rol spelen bij verschuivingen in de soortensamenstelling van plantengemeenschappen (Ozinga et al., 1997).



Fig. 1. Mate van reliëf in het Dwingelderveld.

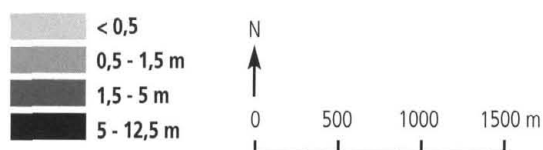
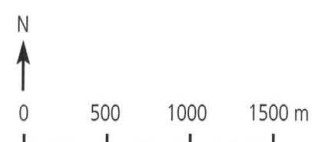


Fig. 2. Verspreiding en kwaliteit van het Gaffeltandmos-Berkeneikenbos in het Dwingelderveld aan de hand van indicatieve paddestoelen.



Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Rode Lijst	Naaldbos	Loofbos	Aantal vlakken	% Rand
N-Tolerante soorten						
<i>Amanita rubescens</i>	Parelamaniet		X	X	463	2
<i>Boletus badius</i>	Kastanjeboleet		X	X	405	1
<i>Boletus chrysenteron</i>	Roodsteelfluweelboleet			X	14	50
<i>Lactarius hepaticus</i>	Levermelkzwam		X		165	1
<i>Lactarius rufus</i>	Rossige melkzwam		X	Be	97	0
<i>Paxillus involutus</i>	Gewone krulzoom		X	X	428	0
<i>Russula emetica</i>	Braakrussula		X	X	376	1
<i>Russula ochroleuca</i>	Geelwitte russula		X	X	394	0
<i>Russula parazurea</i>	Berijpte russula		X	X	127	68
Voedselarme bodem ('Indicatieve soorten')						
<i>Boletus edulis</i>	Gewoon eekhoortjesbrood		X	X	123	67
<i>Boletus erythropus</i>	Gewone heksenboleet			E,B	101	63
<i>Boletus subtomentosus</i>	Fluweelboleet			E,B	27	74
<i>Chalciporus piperatus</i>	Peperboleet		S	X	20	75
<i>Cortinarius anomalus</i>	Vaaggegordelde gordijnzwam			X	50	28
<i>Cortinarius erythrinus</i>	Lilastelige gordijnzwam			E,B	8	75
<i>Cortinarius paleaceus</i>	Gewone pelargoniumgordijn		D	X	66	50
<i>Russula fellea</i>	Beukerussula			B	16	25
<i>Russula fragilis</i>	Broze russula			X	133	70
<i>Russula mairei</i>	Stevige braakrussula			B	33	33
<i>Russula nigricans</i>	Grofplaatrussula			X	19	84
<i>Russula velenovskyi</i>	Schotelrussula			X	3	
<i>Suillus bovinus</i>	Koeieboleet		D		113	58
Voedselarme bodem & Rode Lijst ('Doelsoorten')						
<i>Amanita gemmata</i>	Narcisamaniet	KW	D	X	8	63
<i>Boletinus cavipes</i>	Holsteelboleet	BE	L		11	64
<i>Cantharellus cibarius</i>	Hanekam	KW	X	X	153	70
<i>Coltricia perennis</i>	Echte tolzwam	BE	X	X	14	71
<i>Cortinarius bolaris</i>	Roodschubbige gordijnzwam	BE		B, (E)	32	44
<i>Cortinarius croceus</i>	Geelplaatgordijnzwam	?	X	X	3	
<i>Cortinarius fusisporus</i>	Zandpadgordijnzwam	GE	X	X	33	58
<i>Cortinarius orellanoides</i>	Fraaie gifgordijnzwam	GE	X	X	3	
<i>Cortinarius purpurascens</i>	Purperen gordijnzwam	GE		B, (E)	3	
<i>Cortinarius scaurus</i>	Olijfplaatgordijnzwam	GE	X		5	40
<i>Elaphomyces granulatus / muricatus</i>	Stekelige hertetruffel	BE	X	X	36	61
<i>Lactarius camphoratus</i>	Kruidige melkzwam	KW		X	3	
<i>Lactarius deliciosus</i>	Smakelijke melkzwam	KW	D		4	
<i>Lactarius helvus</i>	Viltige maggizwam	KW	X	X	72	43
<i>Lactarius torminosus</i>	Baardige melkzwam	KW		Be	5	
<i>Rhizopogon luteolus</i>	Okergele vezeltruffel	BE	D		106	68
<i>Russula adusta</i>	Rookrussula	BE	D	(E, B)	12	83
<i>Russula drimeia</i>	Duivelsbroodrussula	KW	D		13	54
<i>Russula paludosa</i>	Appelrussula	BE	X		50	2
<i>Suillus grevillei</i>	Gele ringboleet	KW	L		49	71
<i>Suillus luteus</i>	Bruine ringboleet	KW	D		24	67
<i>Suillus variegatus</i>	Fijnschubbige boleet	BE	D		6	0
<i>Tricholoma fulvum</i>	Berkeridderzwam	KW		Be	3	
<i>Tricholoma portentosum</i>	Glanzende ridderzwam	BE	D	(E,B)	4	
<i>Tylopilus felleus</i>	Bittere boleet	KW	X	X	4	

Tabel 2. Een selectie van de gekarteerde soorten met het voorkomen in naald- en loofbos (X = bij meerdere boomsoorten; D = den, S = spar, E = eik, B = beuk, Be = berk) en het percentage van de vegetatievlakken waarin de soort alleen langs de rand voorkwam (Ntotaal = 571).

Soorten die in minder dan 3 vlakken gevonden werden, zijn weggelaten.

N-tolerante soorten = stikstoftolerante soorten;

Indicatieve soorten = paddestoelen met een voorkeur voor voedselarme bodems;

Doelsoorten = soorten met een voorkeur voor voedselarme bodems die tevens opgenomen zijn op de Rode Lijst (Arnolds & van Ommering, 1996) vanwege hun zeldzaamheid en/of achteruitgang.

Bij de Doelsoorten wordt de Rode-Lijst-categorie gegeven:

BE = Bedreigd; KW = Kwetsbaar;

GE = Gevoelig.

Langs bosranden, lanen en paden is over het algemeen de strooisellaag dunner dan in het bos zelf (Keizer, 1993), onder meer als het gevolg van wegwaaien van bladeren. In het Dwingelderveld komen veel paddestoelensorten vooral voor in deze strooiselarme randen. Veel soorten die in Nederland tegenwoordig aan bosranden en paden gebonden zijn werden vóór 1960 ook in bospercelen aangetroffen. In schonere gebieden, zoals in Noord-Scandinavië, worden ze nog steeds in het bos zelf gevonden. Onder de huidige omstandigheden vormen de bosranden, lanen en paden voor veel soorten een laatste toevluchtsoord (Keizer, 1993). Toch komen de meeste doelsoorten in het Dwingelderveld plaatselijk ook nog in het bos zelf voor (tabel 2), wat een indicatie is voor een relatief stikstofarme bodem.

RELIEF EN KEILEEM

Binnen het Dwingelderveld is er een opvallend verschil in verspreidingspatronen van mycorrhizapaddestoelen tussen voormalige stuifzandgebieden en heidebebossingen. De soortenrijkste gebieden zijn gelegen in het stuifzandlandschap en ook het gemiddelde aantal doelsoorten in het bos (exclusief paden) is in het stuifzandgebied duidelijk hoger. De bodem in het stuifzandgebied bestaat vooral uit duin- en vlakvaaggronden met een dunne strooisel- en humuslaag die niet vermengd is met de minerale ondergrond en die in vergelijking met heidebebossingen een lagere beschikbaarheid heeft aan stik-



De Grootsporige truffelknotszwam
(*Cordyceps longisegmentis*) parasiteert op ondergronds groeiende Hertentruffels (*Elaphomyces spec*)
(foto: D.B. Terwisscha).

stof. De laatste liggen vooral op podzobodems met een goed ontwikkelde humuslaag, die bij het aanplanten van bos vermengd is met de minerale ondergrond en gedeeltelijk is gemineraliseerd.

Binnen het stuifzandgebied is er een duidelijke relatie tussen de mate van reliëf (fig. 1) en het aantal doelsoorten per vlak. Vooral op de hoge stuifzandruggen waait het strooisel weg, zodat de strooisel- en humuslaag hier zeer dun is. Dergelijke ruggen zijn bij uitstek de locaties waar relict van het Gaffeltandmos-Dennenbos en Gaffeltandmos-Berkeneikenbos nog op kleine schaal voorkomen met diverse karakteristieke paddestoelen (fig. 2). Het behoud van het reliëf is daarom van groot belang.

In de vlaktes tussen stuifzandruggen werd een duidelijke relatie gevonden tussen de diepte van de keileemlaag en het aantal doelsoorten per vlak. Op plaatsen waar keileem dicht onder het maaiveld zit, is de pH en de mineralenrijkdom iets hoger dan in de omgeving. Enkele soorten in het stuifzandgebied zijn vooral aangetroffen op locaties met keileem vlak onder het maaiveld, zoals Duivelsbrood-russula, Smakelijke melkzwam, Roodbruine melkzwam, Olijfplaatgordijnzwam, Purperen gordijnzwam, Purpersteelgordijnzwam en Gele stekelzwam. Mogelijk speelt hier een verbeterde buffering tegen verzuring en een constanter vochtgehalte door de ondiep gelegen keileemlaag een rol.

BODEMBEWERKING EN BEMESTING

In de periode 1900 tot 1930 is een groot deel van het onderzoeksgebied aangeplant met bos. Wegens de voedselarmoede van de bodem zijn veel percelen vóór de aanplant omgeploegd en bemest. De bemesting gebeurde vooral met compost,

fosfaat, kalk en dierlijke mest, maar ook door groenbemesting met lupinen. In andere percelen werd volstaan met het afdekken van stuifzand met heideplaggen. Voor ruim 450 (van de 571) vegetatievlakken kon de beplantingsgeschiedenis achterhaald worden.

Hoewel de verschillen tussen de voorbewerkingen vertroebeld worden door andere factoren, zijn er na meer dan een halve eeuw nog wel verschillen waar te nemen. De onbemeste of met heideplaggen afgedekte percelen zijn gemiddeld anderhalf keer zo rijk aan doelsoorten als de percelen die compost of dierlijke mest hebben ontvangen. In de percelen met voortelt van lupinen zijn geen doelsoorten aangetroffen. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat door lupinen veel anorganische stikstof in de bodem gefixeerd wordt, terwijl via compost en vezelrijke dierlijke mest de beschikbaarheid van anorganische stikstof minder verhoogd wordt. Blijkbaar zijn de verschillen in bemesting bij aanplant ook nu nog merkbaar in de paddestoelenflora. Voor een deel is dit mogelijk een indirect effect via de vegetatie. Door bemesting wordt de successie versneld en komt Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en/of Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) eerder en in sterkere mate tot dominantie. Bladafval van deze grassen heeft een sterk remmende werking op de groei van mycorrhizaschimmels (Ozinga, 1993).

Beheermaatregelen

Uit het project in het Dwingelderveld blijkt dat paddestoelen in voedselarme bossen goed bruikbaar zijn als doelsoorten bij de planning en evaluatie van natuurbeheer. De spaarzame groeiplaatsen van zeldzame bosplanten als Stekende wolfsklauw en Dennenorchis zijn in het Dwin-

gelderveld vrijwel beperkt tot locaties met een rijke paddestoelenflora.

Een gezamenlijk kenmerk van bosgemeenschappen van voedselarme zandgrond is de lage beschikbaarheid van stikstof en de geringe ophoping van (stikstofrijk) strooisel, zodat het beheer zich op deze factoren dient te richten. De beste potenties voor behoud en herstel van de paddestoelenflora liggen dan ook in gebieden waar van nature de strooisel-ophoping beperkt is.

PLAGGEN EN STROOISELVERWIJDERING

Uit experimenten in vergaste dennenbossen (o.a. in het Dwingelderveld) blijkt dat door middel van plaggen een deel van de paddestoelenrijkdom gedeeltelijk hersteld kan worden (Baar, 1995). De effecten van strooiselverwijdering zijn vergelijkbaar met die van plaggen, maar zijn minder uitgesproken. Al snel na het uitvoeren van de maatregelen kunnen zich diverse op de Rode Lijst opgenomen mycorrhizapaddestoelen vestigen (Baar, 1995). Dit zijn soorten die verder vooral voorkomen in Grove-dennenbossen in stuifzandgebieden en duinen met een dunne strooisel- en humuslaag en een goed ontwikkelde moslaag (Ozinga & Baar, 1997). Plaggen is het meest kansrijk in bossen met een relatief open boomlaag op bodems met een laag gehalte aan organische stof, zoals vaaggronden.

Niet voor alle bostypen van voedselarme bodem is plaggen gunstig. Soorten die gebonden zijn aan iets oudere humusprofielen met een lage beschikbaarheid van anorganische stikstof hebben geen baat bij plaggen. Het gaat hierbij in het Dwingelderveld onder andere om zeldzame soorten met een optimum in het Kraaihei-Dennenbos zoals: Appellussula, Roodvoetrussula, Roodbruine melkzwam en Olijfplaatgordijnzwam.

DUNNEN

Dunnen met een kroonsluiting variërend van 30 tot 70 procent leidt door een lager aantal bomen per oppervlak tot een verminderde strooiselproductie, hetgeen gunstig is voor de paddestoelenflora. Dunnen heeft in het Dwingelderveld een



Fig. 3. Voorkomen van Hanekam (*Cantharellus cibarius*). De soort komt voor bij Eik, Beuk en Grove den in de mosrijke subassociaties.

voorkomen beperkt tot de randen
komt in kleine aantallen in het vlak voor
komt in grote aantallen in het vlak voor

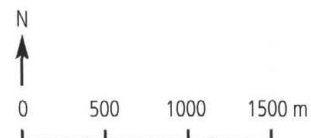
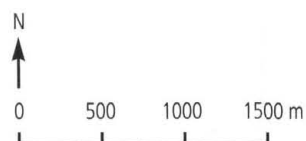


Fig. 4. Verspreiding van Appellrussula (*Russula paludosa*). De soort komt vooral voor in Kraaihei-Dennenbos.

voorkomen beperkt tot de randen
komt in kleine aantallen in het vlak voor
komt in grote aantallen in het vlak voor



gunstig effect op enkele karakteristieke soorten van Grove-dennenbossen, zoals Appellrussula, Koeieboleet en Fijnschubbig-boleet. Sterke dunning kan echter tot een verhoogde mineralisatie leiden, wat voor mycorrhizapaddestoelen ongunstig is. Wanneer een sterke dunning wenselijk is, dan is het aan te bevelen om dit te combineren met het verwijderen van de strooisel- en humuslaag. Bij dunnen is het ongewenst als hout en snoeiafval op mosrijke ruggen opgeslagen wordt, omdat hierdoor extra strooisel ingevangen wordt.

EXTENSIEVE BEGRAZING

In vergelijking met plaggen kan begrazing een meer natuurlijke mogelijkheid zijn om de hoeveelheid strooisel en Bochtige smeile te reduceren. In het Dwingelderveld is het gemiddelde aantal doelsoorten per vlak in de begraasde delen iets hoger dan in de onbegraasde delen. Vooral de Okergele vezeltruffel wordt sterk positief beïnvloed door begrazing en is in de begraasde delen regelmatig te vinden langs veepadjes en in omgewroete terreindelen. Doordat de begraasde en onbegraasde gebieden verschilden in hun uitgangssituatie, moet dit verschil echter met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Net als voor hogere planten is het effect waarschijnlijk afhankelijk van de uitgangssituatie en de graasdruk. Voor een betere beoordeling van het effect van begrazing op de paddestoelenflora is het wenselijk om de ontwikkeling in de tijd te volgen via monitoring.

EXOTEN

Bij de omvorming van productiebos naar natuurlijk bos worden met name Douglasspar en Amerikaanse eik actief verwijderd, omdat ze zich anders blijven verjongen. Kaalkap heeft echter vaak een ongunstig effect op de paddestoelenflora, vooral door de plotseling versnelde mineralisatie van de organische laag. In percelen in het Dwindelderveld waar op grote schaal exoten gekapt zijn, is de paddestoelenflora soortenarm. Slechts enkele stikstoftolerante mycorrhizapaddestoelen, zoals Kastanjeboleet en Gewone krulzoom, worden hier nog aangetroffen. Bij opstanden waar kaalkap nodig is en waar de potenties voor de ontwikkeling van de mycologische waarde gunstig zijn, is het wenselijk om opslag van inheemse bomen te sparen (of aan te planten) en om na de kaalkap zo veel mogelijk organisch materiaal te verwijderen.

Ondanks het feit dat de Lariks uiteindelijk is, blijkt de mycologische waarde in open Lariks-opstanden in het Dwingelderveld soms aanzienlijk te zijn en vergelijkbaar met de betekenis van Gaffeltandmos-Dennenbos. Bij kaalkap in dergelijke percelen is het middel vaak erger dan de kwaal.

Beperkingen en mogelijkheden

Het beheer betreft vaak maatwerk, zodat het wenselijk is het effect van de maatregelen te volgen via monitoring. Een belangrijk knelpunt bij iedere vorm van bosbeheer vormt de onnatuurlijk hoge stikstofdepositie. De hierdoor veroorzaakte verhoogde stikstofbeschikbaarheid in de bodem is waarschijnlijk één van de belangrijkste oorzaken voor het verdwijnen van diverse kritische soorten (Arnolds, 1991). Zo kwamen tot omstreeks 1960 enkele aan dennen gebonden stekelzwammen voor, onder meer de Blauwgezonde-, Blozende-, Geschubde- en Dennenstekelzwam. Geen van deze soorten is gedurende het recente onderzoek teruggevonden. Ook bij een gunstig beheer is een volledig herstel van de paddestoelenflora bij de huidige hoge stikstofdepositie waarschijnlijk niet mogelijk, zodat een verdere reductie van de stikstofdepositie een belangrijke randvoorwaarde blijft. Aan de andere kant laten de resultaten van dit onderzoek zien dat gericht beheer wel degelijk een positief effect kan hebben op de paddestoelenflora van de bedreigde bosgemeenschappen van voedselarme zandgronden.

Literatuur

- Arnolds, E., 1991.** Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 35: 209-244.
- Arnolds, E., 1992.** The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. In: W. Winterhoff (ed.): *Fungi in vegetation science*: 7 - 47. Kluwer Academic Publishers.
- Arnolds, E.J.M. & G. van Ommering, 1996.** Bedreigde en kwetsbare paddestoelen in Nederland. Toelichting op de Rode Lijst. Rapport IKC Natuurbeheer 24, Wageningen. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Baar, J., 1995.** Ectomycorrhizal fungi of Scots pine as affected by litter and humus. Proefschrift LUW.
- Buro Bakker, 1998.** Vegetatiekartering Dwingelderveld; Ontwikkelingen tussen 1983 en 1997. Buro Bakker adviesbureau voor ecologie te Assen, in opdracht van de provincie Drenthe.
- Hennekens, S.M., 1995.** TURBO(VEG). Programmatuur voor invoer, verwerking en presentatie van vegetatie-

kundige gegevens. Gebruikershandleiding. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Hennekens, S.M., J.H.J. Schaminée & A.H.F. Stortelder, 2001. SynBioSys. Een biologisch kennissysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Versie 1.11. Alterra, cd-rom, Wageningen.

Keizer, P.J., 1993. The ecology of macromycetes in roadside verges planted with trees. Proefschrift LUW.

Kuyper, Th.W., 1994. Paddestoelen en natuurbeheer. W.M. KNNV 212. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.

Ozinga, W.A., 1993. Invloed van strooisel van *Deschampsia flexuosa* op de groei van ectomycorrhizaschimmels. Rapport Biologisch Station Wijster.

Ozinga, W.A. & J. Baar, 1997. Primaire Grove-dennenbossen in stuifzandgebieden als refugium voor zeldzame mycorrhizapaddestoelen. *De Levende Natuur* 98 (4): 129-133.

Ozinga, W.A., J. van Andel & M.P. McD-Alexander, 1997. Nutritional soil heterogeneity and mycorrhiza as determinants of plant species diversity. *Acta Botanica Neerlandica* 46: 237-254.

Stortelder, A.F.H., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel, 1999. De vegetatie van Nederland, deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Uppsala, Leiden.

Summary

Ectomycorrhizal fungi as soil-indicator in forest communities on nutrient poor soils

Forest communities on nutrient poor soils are poor in higher plants, but in certain conditions they can harbour very high species numbers for ectomycorrhizal fungi. Combined with the high sensitivity for nitrogen availability ectomycorrhizal fungi are suitable for the use as soil indicators. A method is presented for the use of indicative mycorrhizal fungi in the mapping of forest communities with a high actual or potential nature value. The species richness of ectomycorrhizal fungi was mainly restricted to foreststands with no, or very limited, accumulation of nitrogen rich litter. The effects of some management tools on ectomycorrhizal fungi are evaluated.

Dankwoord

We bedanken Diana Terwisscha voor de hulp tijdens het veldwerk, Joop Schaminée en Piet Schipper voor het kritisch doorlezen van het manuscript en de begeleidingscommissie onder voorzitterschap van Hans Dekker voor de prettige samenwerking.

Drs W.A. Ozinga
Alterra /KUN
Postbus 47
6700 AA Wageningen
email: Wim.Ozinga@wur.nl

Dr. E.J.M. Arnolds
Holthe 21
9411 TN Beilen