

## Paddestoelen en natuurbeheer, ervaringen en perspectieven

Peter-Jan Keizer

Er is sinds de jaren zeventig een opvallende achteruitgang waargenomen van veel paddestoelen. Dit heeft geleid tot onderzoek naar de huidige en vroegere verspreiding van de paddestoelen en naar de mogelijke oorzaken van deze achteruitgang. Het onderzoek naar maatregelen om de mycoflora te bevorderen of te herstellen is pas later op gang gekomen. In dit artikel komen deze laatste aspecten aan de orde en worden voor diverse biotopen beheersmaatregelen voorgesteld die voor de paddestoelen optimaal zijn.

Het onderzoek naar de veranderingen in de mycoflora (Arnolds, 1985, 1988, 1989a; Natuurbeschermingsraad, 1986) heeft aangetoond dat veel soorten in ons land een achteruitgang vertonen. In de door Arnolds (1989a) gepubliceerde 'rode lijst' van bedreigde macrofungi\* (\*: zie verklarende woordenlijst) worden 944 (= 28%) van de 3391 inheemse soorten op enigerlei wijze als bedreigd beschouwd. Het blijkt dat het aandeel van de bedreigde soorten niet gelijkelijk

verdeeld is over verschillende oecologische groepen van de fungi\*. Van de houtbewonende soorten is slechts 12% bedreigd en de meeste behoren tot de categorieën die een lichtere bedreiging aanduiden ('bedreigd' of 'potentieel bedreigd'). Een aantal houtbewoners gaat zelfs vooruit. Daarentegen is bijna de helft (47%) van alle ectomycorrhiza\* vormende soorten (hierna kortweg mycorrhiza genoemd) bedreigd. In tabel 1 is dit weergegeven, uitgesplitst naar enkele biotopen.

In het natuurbeheer wordt steeds meer geprobeerd om zoveel mogelijk rekening te houden met verschillende groepen van organismen (Natuurbeschermingsraad, 1991). De verontrustende gegevens over de mycoflora\* roepen bij natuurbeheerders dan ook de vraag op of door middel van bepaalde beheersmaatregelen de mycoflora kan worden bevorderd.

Het ligt voor de hand om deze

maatregelen in de eerste plaats te richten op de meest bedreigde groepen paddestoelen. Uit tabel 1 blijkt dat in bossen en lanen de mycorrhizafungi en in schrale graslanden de terrestrische\* saprophyten\* het sterkst bedreigd worden.

De verschillende biotopen vragen wat betreft het beheer verschillende benaderingen. De effecten van diverse beheersvormen op de mycoflora zijn daarom gesplitst naar biotoop. Het feit dat sommige terreintypen niet besproken worden betekent niet dat daar geen paddestoelen te vinden zouden zijn. Van sommige biotopen is in dit verband weinig bekend (bv. graslanden en broekbossen van het laagveen gebied) en/of het optimale beheer van de terreinen voor de mycoflora valt grotendeels samen met dat voor (veel) andere organismen (bv. veen, open stuifzanden).

Tenslotte volgt een bespreking van eigen onderzoek naar effecten van diverse beheersmaatregelen in een met bomen beplante wegberm. De resultaten hiervan zijn illustratief voor wat met het beheer bereikt kan worden.

### Bossen

De bossen op de hoge zandgronden waren vanouds de plaatsen waar veel paddestoelen gevonden werden. Hier is een enorme achteruitgang gesignaleerd (Arnolds, 1988). Het beeld van de vroegere verspreiding en de opgetreden achteruitgang (sinds de jaren zestig) is goed gedocumenteerd voor de opvallende en eetbare Cantharel (*Cantharellus cibarius*; Jansen & Van Dobben, 1987; foto 1) en deze soort kan daarom model staan voor een groot aantal mycorrhizavormende fungi. Uit nadere analyse van de groeiplaatsen van veel soorten blijkt dat deze vooral voorkomen op plaatsen met zeer

#### Verklarende woordenlijst:

Ectomycorrhiza: de associatie van veel soorten bomen met schimmels waarbij de boomwortels omgroeid zijn door schimmelweefsel. De schimmel neemt fotosyntheseprodukten (suikers) uit de wortels op en transporteert water met daarin opgeloste nutriënten van de bodem naar de wortel, waar het door de plant wordt opgenomen. Veel ectomycorrhiza vormende schimmels vormen paddestoelen als vruchtlichaam.

Eutraphent: karakteristiek voor eutroof (voedselrijk) milieu

Fructificatie: het vormen van vruchtlichamen (i.c. paddestoelen)

Fungi: paddestoelen, schimmels

Macrofungi: met het blote oog zichtbare paddestoelen (groter dan 1 mm)

Mineraliseren: het door afbraak van organische resten in oplossing gaan van eenvoudige anorganische verbindingen (mineralen), die dan weer beschikbaar zijn voor de groene planten

Mycoflora: paddestoelenflora

Mycorrhiza: zie ectomycorrhiza

Pleurocarp: bij mossen: kruipende groeiwijze met zijstandig sporenkapsel

Saprophyt: van dood organisch materiaal (bv. hout, humus) levend

Terrestrisch: op de grond groeiend

Biotoop	N-sp	%D	MR	SA	HO
Droge graslanden	365	44	-	100	-
Grasland bemest	84	15	-	100	-
Grasland onbemest	158	78	-	100	-
Heide	32	59	-	100	-
Loofbossen	1565	33	54	30	16
Naaldbossen	439	30	80	9	11
Lanen/parken	126	78	91	6	3

Tabel 1. Overzicht van het aantal soorten fungi en het percentage bedreigde soorten in een aantal biotopen. N-sp = aantal soorten, %D = percentage bedreigd. MR, SA en HO geven (in procenten) de oecologische groepen weer waarover de bedreigde soorten verdeeld zijn. MR = mycorrhizafungi, SA = terrestrische saprophyten, HO = houtbewonende soorten. Bron: Arnolds (1989a).



Foto 1. De Cantharel (*Cantharellus cibarius*) is in Nederland sterk achteruitgegaan.

voedselarme bodem, een dunne strooisel- en humuslaag en een lage bedekking van hogere planten. Buitengewoon rijk aan mycorrhizafungi zijn (nog slechts ten dele) eikenbosjes op voormalig stuifzand, het Dicrano-Quercetum (Jansen, 1984) en het korstmossenrijk dennenbos Cladonio- Pinetum (De Vries et al., 1985). Beide bosgemeenschappen herbergen vele karakteristieke paddestoelsoorten. Om deze soorten te stimuleren zouden in het beheer deze omstandigheden dus nagestreefd moeten worden.



Het 1. gangbare gebruik van bos bestaat uit het vlaksgewijs kappen van volwassen bomen, gevolgd door herplant van jonge boompjes. Op kleine schaal wordt een hakhoutcultuur of een extensieve houtexploitatie toegepast. De meeste oude gegevens van de mycoflora in bossen zullen dan ook betrekking hebben op gangbaar beheerde bossen. De laatste jaren zien we nieuwe beheersvormen in bossen, bv. 2. begrazing om de ongewenste ontwikkeling van bodembedekkende grassen als Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) of Pijpestrootje (*Molinia caerulea*) tegen te gaan en op langere duur een opener en meer gestructureerd bostype te laten ontstaan; 3. (correctieve) bemesting of bekalking als compensatie voor effecten van luchtverontreiniging; 4. afplaggen, waarbij de vegetatie en de (vervuilde) organische bovenste bodemlaag worden verwijderd; 5. geen enkele ingreep.

#### ad 1. Gangbaar bosgebruik

Kaalkap van bospercelen heeft tot gevolg dat alle mycorrhizafungi ter plekke verdwijnen. Bovendien vindt een versnelde mineralisatie\* plaats in de bovenste bodemlaag. Jonge opstanden, waar het minerale deel van de bodem met de humus vermengd is, kunnen echter rijk zijn aan speciale aan jonge bomen gebonden mycorrhizafungi. In jonge naaldbosaanplantingen vinden we vaak een aantal kenmerkende mycorrhizapaddestoelen, bv. Koeienboleet (*Suillus bovinus*), Zandpadvezelkop (*Inocybe lacera*), *I. brevispora*, *Cortinarius fusisporus*, *Dermocybe croceoconia* en Pagemantel (*D. semisanguinea*; Termors-

huizen, 1990). Later in de successie verdwijnen deze weer.

#### ad 2. Begrazing

Het enige begrazingsexperiment waarbij de mycoflora werd bestudeerd, vond plaats in de Imbosch (Mw. L. Laarman-Hageraats, pers. meded). Hier werd een deel van het gebied begraasd door Schotse Hooglanders, een ander deel bleef in de oorspronkelijke, niet begraasde, toestand. In het begraasde deel was de dikke mat van Bochtige smele op vele plaatsen afgegeten of kapotgetrapt; in de onbegraasde situatie was deze nog intact. Begrazing veroorzaakte een duidelijke toename van paddestoelen, zowel in aantal soorten alsook in aantal vruchtlichamen. Het meest in het oog springend was het verschijnen van diverse mycorrhizafungi, onder andere Narcisamaniet (*Amanita gemmata*), Gele knolvezelkop (*Inocybe mixtilis*), Koeienboleet (komt ook in jonge bossen voor), Okerkleurige vezeltruffel (*Rhizopogon luteolus*), en de hogere aantallen van de Levermelkzwam (*Lactarius hepaticus*), Geelwitte russula (*Russula ochroleuca*) en Geschubde fopzwam (*Laccaria proxima*). Daarnaast verschenen er in het begraasde deel terrestrische saprophyten en mestbewoners als Bruine satijnzwam (*Entoloma sericeum*), Paarse schijnrider (*Lepista nuda*), een soort Breeksteeltje (*Conocybe rickeniana*) en Kleefsteelstropharia (*Stropharia semiglobata*). Opvallend was ook dat veel paddestoelen juist verschenen op opengetrapte plekjes.

#### ad 3. Bemesting

Het effect van bemesting van bossen op de mycoflora is in binnen- en buitenland meermalen onderzocht (Kuyper, 1989). In experimenten werd stikstof (N-)bemesting in de vorm van organische mest of kunstmest toegepast om de groei van de bomen te bevorderen of om te compenseren voor invloeden van luchtverontreiniging. Stikstofbemesting blijkt zowel in laboratorium- als veldproeven de mycorrhizapaddestoelenflora sterk negatief te beïnvloeden. Slechts enkele soorten reageren met een toename, bv. de Krulzoom (*Paxillus involutus*) en de Tweekleurige fopzwam (*Laccaria bicolor*) of zijn indifferent, bv. de Rossige melkzwam (*Lactarius rufus*). Vele soorten gaan achteruit of verdwijnen geheel, bv. Gordijnzwammen (*Cortinarius spp.*) en Boleten (o.a. *Suillus spp.*). Dat ook het mycelium op de gemycorrhizeerde boomworteltopjes door stikstofbemesting afneemt, is nog niet afdoende bewezen. Ook bemesting met NPK-kunstmest heeft in het algemeen een zeer sterk negatief effect op de meerderheid der mycorrhizapaddestoelen en is vergelijkbaar met de effecten van alleen N-bemesting.

Gezien het opvallende, sterk negatieve verband tussen stikstofbemesting en mycorrhizafungi in deze proeven neemt men aan dat de afname van deze groep paddestoelen in de Nederlandse bossen veroorzaakt wordt door atmosferische stikstofdepositie (Arnolds, 1988; Termotshuizen, 1990).

Bij de saprophyten valt bij bemesting enige achteruitgang en een verschuiving te zien in de richting van de eutruffente\* soorten. Soorten als de Kleine bloedsteelmycena (*Mycena sanguinolenta*), Gestreepte trechterzwam (*Clitocybe vibecina*) en Dennesatijnzwam (*Entoloma cetratum*) gingen achteruit, terwijl de Melksteelmycena (*Mycena galopoda*), Kleinsporige en Tweekleurige trechterzwam (*Clitocybe ditopa* en *C. metachroa*) toenamen bij een bemestingsproef in een dennenbos bij Harderwijk (Kuyper, 1989).

Bekalking van de bosbodem wordt wel toegepast om de bodemverzuring en afgenomen boomvitaliteit als gevolg van luchtverontreiniging op te heffen. Bekalking heeft echter een plotselinge toename van de mineralisatie van de humus- en strooisellaag tot gevolg. De hierin aanwezige stikstof komt versneld in de bodem beschikbaar en we zien hier dus ook teruglopende soorten- en vruchtlichaamaantallen van vooral mycorrhizafungi.

#### ad 4. Afplaggen

Het verwijderen van de geheel vergraste (veelal uit Bochtige smele bestaande) bosondergroei en de strooisellaag is in enkele experimenten uitgevoerd. Voorlopige resultaten in Drentse dennenbos-



Foto 2. Wegberm langs het Oranjekanaal te Odoornerveen (Dr.): brembosjes hebben zich ontwikkeld in een proefvlak waar het maai-beheer achterwege bleef.

sen wijzen op een duidelijk groter aantal mycorrhizapaddestoelen vergeleken met niet geplagde percelen (Baar, ongepubl.). Voor een deel zijn dit echter storingsindicatoren, zoals soorten van de geslachten Fopzwam (*Laccaria*) en Vezelkop (*Inocybe*). De saprophyten, die leven op het organisch materiaal, worden bij deze proeven gedecimeerd.

Het verzamelen van bosstrooisel zoals dit vroeger wel gebeurde ten behoeve van de sierplantenteelt is in zijn uitwerking op de fungi waarschijnlijk gedeeltelijk vergelijkbaar met afplaggen. In een aantal gebieden, waar geen andere natuurwaarden in het gedrang komen, zou het toegestaan kunnen worden het strooisel weg te harken voor gebruik. Te denken valt aan sommige eiken-, beuken- en dennenbossen.

#### ad 5. Geen ingrepen

Zogenaamde 'bosreservaten' zijn in 1978 door de minister ingesteld (Meerjarenplan Bosbouw, 1986) en ook de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten heeft een aantal van dergelijke bosreservaten in bezit. Hier wordt elke vorm van beheer achterwege gelaten om de spontane bosontwikkeling te bestuderen. Het is te verwachten dat verschillen met bossen waar de gangbare exploitatie doorgaat pas na lange tijd zichtbaar zullen worden. In een aantal van deze reservaten is de uitgangssituatie van de mycoflora nauwkeurig vastgelegd. Natuurlijke bossen vormen geschikte groeiplaatsen voor saprophyten en parasieten die kenmerkend zijn voor oude, dikke bomen, een groep van fungi die nu sterk bedreigd is. Waarschijnlijk zullen op de meeste plaatsen de mycorrhizapaddestoelen niet toenemen, terwijl op plaatsen waar geplant naaldbos overgaat in natuurlijk loofbos de fungi die afhankelijk zijn van coniferen zullen verdwijnen. Het is evenwel mogelijk dat op zeer lange termijn het aandeel mycorrhizapaddestoelen toch weer gaat stijgen. In sommige (buitenlandse) natuurlijke bossen komen namelijk wel veel mycorrhizasymbionten voor.

Resumerend zien we dat elke vorm van bosbemesting zeer af te raden is. Gunstig voor de mycoflora is begrazen. Afplaggen en eventueel strooiselexploitatie zijn vooral gunstig voor de mycorrhizasymbionten. Dit is van belang gezien de bedreigde status van vele soorten uit die groep. Gezien de kosten kan de eerstge-

noemde maatregel waarschijnlijk alleen op experimentele schaal toegepast worden, terwijl de laatstgenoemde maatregel zich leent voor een wat uitgebreidere toepassing.

#### Graslanden

Graslanden bevatten een eigen karakteristieke mycoflora die, evenals de vegetatie van de groene planten, varieert met de oecologische omstandigheden en die bovendien afhankelijk is van die vegetatie. Deze afhankelijkheid is anders dan bij de mycorrhizafungi, in het algemeen indirect en bovendien weinig soortspecifiek. De meeste bedreigde graslandfungi zijn niet gebonden aan een bepaalde plantesoort maar aan combinaties van abiotische milieuomstandigheden, die een lage beschikbaarheid van stikstof en fosfor gemeenschappelijk hebben. In vele graslandtypen is het aantal soorten fungi groter dan het aantal soorten planten. De mycologisch meest waardevolle graslanden zijn de niet of zwak bemeste, gemaaide (met afvoet van het hooi) of extensief beweidde terreinen. Veelal is er een open kortgrazige vegetatiestructuur en een goed ontwikkelde moslaag. Karakteristiek voor zulke gebieden zijn vele soorten Wasplaten (*Hygrocybe spp.*), Satijnzwammen (*Entoloma spp.*), Knotszwammen (*Clavulinopsis spp.*) en Aardtongen (*Geoglossum spp.*) (Arnolds, 1981). Dergelijke halfnatuurlijke graslanden bevinden zich nu nog vrijwel uitsluitend in natuurreservaten.

Gezien de huidige gangbare landbouwpraktijk is het geen wonder dat van de paddestoelen die karakteristiek zijn voor droge voedselarme graslandtypen (158 soorten) 78% bedreigd is, terwijl dit slechts 15% is in bemeste weilanden (Arnolds, 1989a). Overigens komen in zwaar bemeste geregeld gescheurde en opnieuw ingezaaide extreem intensief gebruikte graslanden (*Poo-Lolietum*) zeer weinig soorten paddestoelen (en planten) voor.

Het blijkt dat in mycologisch rijke graslanden zonder uitzondering gedurende lange tijd, minstens enige tientallen jaren, hetzelfde extensieve gebruik is voortgezet (Neuhoff, 1949; Arnolds, 1980; Winterhoff, 1987). Hieruit volgt dat de 'maakbaarheid' van zulke schrale graslanden zeer moeilijk is, en het verplicht ons de nog bestaande terreinen zuinig te bewaren.



**Soorten beïnvloed door afplaggen:**

toename:	afname:
Paashaver ( <i>Aira praecox</i> )	Reukgras ( <i>Anthoxanthum odoratum</i> )
Gestreepte witbol ( <i>Holcus lanatus</i> )	Smalle weegbree ( <i>Plantago lanceolata</i> )
Purpersteeltje ( <i>Ceratodon purpureus</i> )	Herfstleeuwetand ( <i>Leontodon autumnalis</i> )
	Gewone hoornbloem ( <i>Cerastium fontanum</i> )

**Soorten beïnvloed door N-bemesting:**

toename:	afname:
Gewoon struisgras ( <i>Agrostis capillaris</i> )	Rood zwenkgras ( <i>Festuca rubra</i> )
Engels raai gras ( <i>Lolium perenne</i> )	Schapegras ( <i>Festuca ovina</i> )
Zachte witbol ( <i>Holcus mollis</i> )	Muizenoor ( <i>Hieracium pilosella</i> )
Kropaar ( <i>Dactylis glomerata</i> )	Biggekruid ( <i>Hypochaeris radicata</i> )

**Soorten beïnvloed door 'niets doen':**

toename:	afname:
Brem ( <i>Cytisus scoparius</i> )	Struikheide ( <i>Calluna vulgaris</i> )
Riet ( <i>Phragmites australis</i> )	

Concluderend kan worden gesteld dat het beheer van graslanden ten behoeve van een soortenrijke en diverse vegetatie in het algemeen eveneens gunstig voor een rijke mycoflora is. Invloeden van (ongewenste) bemesting moeten zoveel mogelijk uitgesloten worden en/of er moet getracht worden hiervoor te compenseren door maaien met afvoer van het maaisel. Sommige mycologisch rijke terreinen vallen in botanisch opzicht niet speciaal op. Vaak hebben ze een kortgrazige, mosrijke vegetatie, maar ze zijn het best in de herfst aan de paddestoelen te herkennen. Deze terreinen verdienen aparte aandacht van de terreinbeheerder en bescherming.

**Heide**

In de heide komen betrekkelijk weinig paddestoelesoorten voor, nl. 22 (Arnolds, 1989a), maar die zijn wel zeer karakteristiek voor dit biotoop, bv. Heideknotszwam (*Clavaria argillacea*), Heidesatijnzwam (*Entoloma fernandae*), Grijs vorkplaat (*Cantharellula umbonata*), Veenmycena (*Mycena uracea*). Wanneer de heide vergrast, verdwijnen deze soorten.

De twee meest toegepaste beheersmaatregelen zijn afplaggen en begrazing. Afplaggen schept open plekken en naast tal van groene planten profiteren daar ook enige soorten paddestoelen van, bv. Heideknotszwam en Veenvlam-



Foto 3. Maai-beheer in de wegberm langs het Oranjekanaal te Odoornerveen (Dr.).

Tabel 2. Toe- of afname van enige soorten groene planten in een met eiken beplante berm langs het Oranjekanaal te Odoornerveen in de periode 1987-1989, gebaseerd op frequentie en gemiddelde bedekking in proefvlakken bij verschillende behandelingen (elke behandeling in zesvoud). Bij maaien met en zonder afvoer van het maaisel werden geen verschillen gevonden. Bron: Keizer, (in prep).

Over het beheer van graslanden ten aanzien van de vaatplanten is veel bekend (bv. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979). In schrale droge graslanden is extensieve beweiding een geschikte methode die veel toegepast wordt. Maaien met afvoer van het maaisel, eventueel met nabeweiding, zonder - of soms met een geringe - bemesting wordt eveneens toegepast om deze gebieden in stand te houden. Daarmee wordt in het algemeen ook de bijbehorende paddestoelenflora behouden. Of deze methode ook nog voldoende compenseert voor de atmosferische depositie van stikstofhoudende stoffen is nog onzeker en zal de toekomst moeten uitwijzen. Bij maaien is het tijdstip waarop gemaaid wordt van groot belang. Laat in de zomer of in het begin van de herfst maaien verdient de voorkeur, omdat een korte open vegetatie gunstig voor de mycoflora is.

Vochtige onbemeste graslanden (dotterbloemverbond en blauwgrasland, resp. *Calthion palustris* en *Cirsio-Molinietum*) zijn minder rijk aan paddestoelesoorten en vruchtlichamen dan de droge graslanden. De soorten die er voorkomen zijn echter zeldzaam, strikt aan dit milieu gebonden en kwetsbaar. Ook hier geldt dat maaien met afvoer van het hooi laat in de zomer (september) de voorkeur verdient.

Hoewel mycologisch waardevolle graslanden veelal ook botanisch waardevol zijn, bv. alle kalkgraslanden en duingraslanden, is dit niet altijd het geval. Op sommige terreinen, vaak dijktaaluds,

brede wegbermen e.d., kan in een kortgrazige, mostrijke, min of meer schrale vegetatie een rijke mycoflora aanwezig zijn, terwijl bijzonderheden onder de vaatplanten ontbreken. Dit soort terreinen heeft een eigen specifieke mycologische waarde, die allerlei oecologische informatie verschaft en die speciale aandacht voor bescherming zeker rechtvaardigt.

Dat bemesting van een schraal grasland leidt tot een verandering in de mycoflora blijkt uit het onderzoek van Arnolds (1989b) en het hierna te bespreken onderzoek in een Drentse kanaalberm. Arnolds (l.c.) vond in een schraal, zwak bemest grasland in Drente vóór bemesting (met NPK-kunstmest en gier) 55 soorten grondbewonende fungi, etna nog 41. Kenmerkende soorten voor schrale vegetatie, bv. Elfenwasplaat (*Hygrocybe ceracea*), Steispoorsatijnzwam (*Entoloma conferendum*), Gele knotszwam (*Clavulinopsis helveola*) en de Aardtong (*Geoglossum glutinosum*) verdwenen; een aantal ruderales, eutrafente soorten nam sterk toe of verscheen, bv. Weidekringzwam (*Marasmius oreades*), Gazonvlekplaat (*Panaeolina foenisecii*), Spitse vlekplaat (*Panaeolus acuminatus*). Het aantal mestpaddestoelen was sterk toegenomen na bemesting. De totale produktie aan vruchtlichamen nam niet af. Tegelijkertijd was de vegetatie veranderd: de moslaag verdween vrijwel geheel, Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) ging sterk achteruit, terwijl Engels raai gras (*Lolium perenne*) en Kropaar (*Dactylis glomerata*) sterk toenamen.



Foto 4. Optimaal wegbermbeheer: afvoeren van het maaisel.

hoed (*Gymnopilus fulgens*) (De Mars, 1987). Bij begrazing neemt het aantal soorten paddestoelen sterk toe door de mestbewonende soorten. Het is opvallend dat een aantal mestpaddestoelen alleen voorkomt in heide of heischrale graslanden en niet in voedselrijke graslanden. Een voorbeeld is de Geringde vlekplaat (*Anellaria semiovata*) die al kort na inscharing van het vee massaal kan optreden. Onderzoek naar het effect van begrazing op de terrestrische saprophyten in de (vergraste) heide is nog niet uitgevoerd. Het is te verwachten dat die ook zullen toenemen na begrazing.

Concluderend kunnen we stellen dat het gangbare heidebeheer ook voor de paddestoelen verre te verkiezen is boven niets doen.

### Lanen en parken

Omdat met bomen beplante wegbermen en kanaaloevers een speciale mycologische betekenis kunnen hebben, en hier relatief veel onderzoek is verricht, worden deze hier extra onder de aandacht gebracht (Keizer & Sullock Enzlin, 1988). De resultaten van het uitgevoerde onderzoek zijn bovendien toepasbaar op bossen en graslanden op schrale bodems. Parkgebieden met oude boompartijen, vaak met gemaaide gazonachtige ondergroei, vertonen wat betreft de paddestoelenbegroeiing veel overeenkomst met het bermmilieu.

Wegbermvegetaties kunnen redelijk soortenrijk zijn, maar het aandeel van zeldzame en bedreigde planten blijft gewoonlijk gering (Sykora et al., 1988). De grote versturende invloed van het verkeer en de omliggende landerijen op deze smalle linten zal hier debet aan zijn.

Sommige met bomen beplante wegbermen blijken echter een zeer rijke mycoflora te herbergen. Beuken, Eiken,

Foto 5. De wegberm langs het Oranjekanaal te Odoornerveen (Dr.) wordt gemaaid en het maaisel wordt afgevoerd.



Behandeling	1987	1988	1989	1990	1991
<b>Mycorrhizafungi</b>					
e. Maaien zonder afvoer	100 (42)	100 (36)	100 (43)	100 (30)	100 (23)
b. Maaien met afvoer	79	81	93	83	104
c. Niets doen	98	83	91	83	87
d. N-bemesting	76	36	56	43	65
a. Afplaggen	81	94	114	93	78
Totaal	(68)	(55)	(66)	(49)	(39)
<b>Saprotrophe fungi</b>					
e. Maaien zonder afvoer	100 (43)	100 (22)	100 (48)	100 (20)	100 (20)
b. Maaien met afvoer	128	91	85	140	120
c. Niets doen	74	82	75	70	100
d. N-bemesting	70	77	65	50	135
a. Afplaggen	21	36	48	50	75
Totaal	(58)	(42)	(73)	(36)	(41)

Tabel 3. Percentages van de soortenaantallen van macrofungi gevonden in proefvlakken in een met eiken beplante berm langs het Oranjekanaal te Odoornerveen met verschillende behandelingen (elke behandeling in zesvoud). De behandelingen werden vergeleken met 'Maaien zonder afvoer' (= 100%). Tussen haakjes staan absolute aantallen soorten (Bron: Keizer, in prep.).



Berken en in mindere mate Populieren en Lindes vormen ectomycorrhizasymbiose met schimmels en langs wegen met deze bomen vinden we dus de mycorrhizafungi. Paardekastanje, Es, Esdoorn en Iep vormen geen ectomycorrhizasymbiose.

De mycoflora van eiken- en beukenlanen lijkt enerzijds op die welke in bossen met dezelfde boomsoort gevonden wordt (werd), anderzijds zijn er tal van karakteristieke wegbermsoorten aanwezig. Daarnaast komen er soorten voor van schrale graslanden en strooiselsaprophyten van bosvegetaties.

#### Experiment

Onderzocht is hoe diverse beheersvormen de mycoflora en de vegetatie beïnvloeden in een met eiken beplante wegberm langs het Oranjekanaal te Odoornerveen, Drente. De Eiken zijn ruim 100 jaar oud. De volgende vijf behandelingen werden in zesvoud toegepast, in plots van 50 x 4,5 m<sup>2</sup>, in random volgorde: a. afplaggen in het voorjaar van 1987 gevolgd door behandeling maaien zon-

der afvoer; b. maaien in de nazomer met afvoer van het maaisel; c. niets doen; d. stikstofbemesting met kalkkammonsalpe-ter: 1987 150 kg N.ha<sup>-1</sup>, 1988 en 1989 300 kg N.ha<sup>-1</sup>, 1990 en 1991 geen bemesting, steeds in combinatie met behandeling maaien zonder afvoer; e. maaien zonder afvoer. De behandelingen a, b en e werden uitgevoerd door de Provinciale Waterstaat. De schrale, grazige begroeiing op lemig zand (te karakteriseren als *Lolium-Cynosuretum* (subass. *luzuletosum*) met elementen van het *Vilolion caninae* en *Thero-Airion*) werd voor de aanvang van de proef jaarlijks gemaaid zonder afvoer; daarom is deze behandeling als blanco gekozen. Een strook van 0,75-1 m breedte langs de weg werd ca 3x per jaar gemaaid i.v.m. de verkeersveiligheid. Per proefvlak werd de vegetatie opgenomen in 1987 en 1989. Gedurende de herfst van 1987-1991 werden om de 3-4 weken alle paddestoelen geteld, gedetermineerd en verwijderd om dubbel tellen te vermijden. Ook is de productie van vruchtlichamen bepaald. Houtbewonende soorten en parasieten van insecten en fungi werden niet meegerekend.

In tabel 2 is te zien hoe enkele plantesoorten reageerden op de behandelingen. In geplagde proefvlakken was in 1989 de totale bedekking van vaatplanten nog steeds lager dan in de overige plots en de moslaag van *pleurocarpe\** soorten was nog niet geregeneerd. In bemeste plots was de totale bedekking van vaatplanten flink toegenomen, maar de moslaag was praktisch verdwenen.

In de onbehandelde plots ontstonden plaatselijk brembosjes waaronder plantengroei grotendeels ontbrak (foto 2).

De verschillen tussen proefvlakken, waarin het maaisel wel en niet afgevoerd werd, bleven klein (foto 3, 4 en 5). Dit is verklaarbaar gezien de schrale (laag produktieve) uitgangssituatie. De betrekkelijk kleine hoeveelheid maaisel kon de vegetatie tot op heden niet zo sterk beïnvloeden.

De effecten van de verschillende behandelingen op het aantal soorten fungi zijn te zien in tabel 3. De grote verschillen in totaal aantal soorten en in behandelingen in de periode 1987-1991 weerspiegelen klimatologisch gunstige

Foto 6. Proefvlak waar de vegetatie is afgeplagd.





Behandeling	Mycorrhizafungi		Saprotrophe fungi	
	Nsp	productie	Nsp	productie
b. Maaien met afvoer	0	0	0	(+)
c. Niets doen	0	(-)	0	0
d. N-bemesting	-	-	-	0
a. Afplaggen	0	0	-	-

Tabel 4. Effect van verschillende behandelingen op de mycoflora, vergeleken met behandeling 'maaien zonder afvoer'. Nsp = aantal soorten; 0 = geen duidelijk effect aangegevoerd; - = significant negatief effect, d.w.z. afname van soortenaantal of productie; (+) = positief effect, niet significant; (-) = negatief effect, niet significant (Bron: Keizer in prep.).

(1987 en 1989) en ongunstige jaren (1990 en 1991) voor de fructificatie\* van paddestoelen.

Afplaggen heeft op het aantal mycorrhizafungi aanvankelijk een negatief effect (foto 6); dit effect is in het derde jaar al niet meer duidelijk. De soortensamenstelling is echter nog afwijkend. Enkele soorten zijn achteruit gegaan, bv. Zwavelmelkzwam (*Lactarius chrysorrheus*), Broze russula (*Russula fragilis*) en enkele pioniers wijzen nog op de ingreep, bv. Vezelkoppen (*Inocybe spp.*), Lichte watermelkzwam (*Lactarius serifulus*). Ook enkele niet als pioniers bekend staande soorten nemen toe: Moleenaar (*Clitopilus prunulus*), Lilastelige gordijnzwam (*Cortinarius erythrinus*) en Bleke geelvezelgordijnzwam (*C. saniosus*). Afplaggen heeft een desastreus effect op de saprophyten. Dit is geen wonder als we bedenken dat met de zode het grootste deel van de organische stof wordt verwijderd. Herstel treedt langzaam op en is in 1991 nog niet voltooid.

N-bemesting, bedoeld om het effect van atmosferische N-depositie of bemesting uit naburig cultuurland versneld te simuleren, werkt sterk negatief uit op de mycorrhizafungi. Slechts één soort lijkt begunstigd te worden, de Roodstelige fluweelboleet (*Xerocomus chrysenteron*). Vele gaan achteruit of zijn afwezig, bv. Schotelrussula (*Russula velenovskyi*), Grofplaatrussula (*R. nigricans*), Regenboogrussula (*R. cyanoxantha*) en Cantharel. Na beëindiging van de bemesting lijken de mycorrhizafungi zich enigszins te herstellen.

Bij de saprophyten is naast een verlaging van het soortenaantal een dui-

delijke verschuiving in de soortensamenstelling te zien. Met mossen geassocieerde en voedselarme omstandigheden prefererende soorten verdwijnen of verminderen, bv. Zwartwordende wasplaat (*Hygrocybe conica*), Sneeuwzwammetje (*H. nivea*), Gele knotszwam (*Clavulinopsis helveola*) en *Mycena vitrea*. Daarentegen verschijnen enige eutrafente tot ruderaal soorten, bv. Tweekleurige trechterzwam, Roze pronkridder (*Calocybe carnea*) en Paarse schijnridder.

Het nalaten van enige beheersmaatregel lijkt te leiden tot lagere soortenaantallen en productie bij mycorrhizafungi.

za en saprotrophe fungi alhoewel de gevonden verschillen niet significant zijn. Bij de saprophyten is dit opmerkelijk gezien de toegenomen hoeveelheid dood organisch materiaal van dood gras en ingevangen dode bladeren. Blijkbaar vormt dit voor veel soorten een ongeschikt substraat. De verwachting is dat op langere termijn bij 'niets doen' de vegetatie verder verrijkt en vervilt, waarbij meer met mos geassocieerde soorten en soorten van open kortgrazige vegetatiestructuur zullen verdwijnen.

De verschillen in aantal soorten fungi bij maaien met en zonder afvoer van het maaisel zijn vrij gering en niet significant. Evenals bij de vaatplanten is de schrale uitgangssituatie hier de verklaring. In voedselrijkere omstandigheden zouden deze behandelingen waarschijnlijk wel verschillen, zowel voor planten als voor fungi.

Wat kan uit deze proef geconcludeerd worden?

1. Het betrokken gebied is een goed voorbeeld van een mycologisch zeer waardevolle wegberm. Dit blijkt uit het voorkomen van een groot aantal soorten



Foto 7. Wollige stekelzwam (*Phellodon confluens*) is in Nederland sterk achteruitgegaan; komt nu voornamelijk nog voor in enkele wegbermen met oude bomen op voedselarme bodem.



Foto 8. *Russula odorata* is kenmerkend voor wegbermen op voedselarme bodem.

fungi, in totaal meer dan 200, waarvan er 31 als bedreigd beschouwd worden, bv. Gezooncerde stekelzwam (*Hydnelum conrescens*), Wollige stekelzwam (*Phellodon confluens*; foto 7), Zwartwitte russula (*Russula albonigra*), *Russula odorata* (foto 8), *Otidea alutacea* (foto 9) en Cantharel. Voor een aantal mycorrhizasoorten vormen met bomen beplante lanen de laatste groeiplaatsen in Nederland.

2. Een aantal van de hier gevonden saprophytische paddestoelen behoort tot de karakteristieke graslandpaddestoelen en veel mycorrhizasymbionten zijn bospaddestoelen. Dit gebied verenigt dus kenmerken van beide biotopen.

3. Het effect van de onderzochte beheersmaatregelen op de mycoflora is samengevat in tabel 4.

De negatieve invloed van N-bemesting en dus ook van inwaaiende meststoffen en atmosferische N-depositie op de mycoflora in met bomen beplante wegbermen is duidelijk. Afplaggen, een maatregel die in de praktijk op veel plaatsen elke 5-10 jaar wordt toegepast, beïnvloedt het aantal soorten mycorrhizasymbionten zwak negatief; de soortensamenstelling is enigszins gewijzigd. Deze maatregel is voor de saprophyten na 5 jaar nog duidelijk negatief en dit strookt met de waarneming dat volwaardige saprophyten- (grasland-) paddestoelgezelschappen zich slechts op oude voedselarme graslanden kunnen ontwikkelen. Afplaggen als beheersmaatregel moet in schrale wegbermen dan ook sterk ontraden worden. In ver-

rijkte wegbermen (op oorspronkelijk schrale bodem) kan deze maatregel wel zinvol zijn. De verrijkte bovenlaag van de bodem wordt verwijderd en bij geschikt beheer is herstel van de mycorrhizafungi en op langere termijn van de saprophyten te verwachten.

Niets doen en maaien met afvoer van het maaisel verschilt in deze proef niet significant van maaien zonder afvoer, zij het dat het eerste leidt tot verrijking en opslag van struiken. De schrale uitgangssituatie, met een lage grasproductie, veroorzaakte een niet zo groot verschil tussen gemaaide proefvlakken met en zonder afvoer van het maaisel. Deze schrale situatie blijft ten dele in stand door het zeer open karakter van het berm-oecosysteem: voedingsstoffen die door de bomen aan de berm-bodem zijn onttrokken, worden niet weer in de bodem opgenomen doordat in de herfst het grootste deel der bladeren wegwaait. Hieruit kan opgemaakt worden dat in minder schrale omstandigheden maaien, eventueel 2x per jaar, met afvoeren van het maaisel (in een kort afgemaaid berm blijven weinig bladeren achter) de snelst verschralende beheersmaatregel is. Hiervan kunnen vele soorten planten profiteren en daarmee ook de fungi.

4. Het aanplanten van bomen (bij voorkeur eiken of beuken) langs wegen en kanalen is zeer aanbevelenswaardig. Het landschap wordt mooier en er worden tegelijkertijd groeimogelijkheden geschaapen voor paddestoelen.

## Natuurontwikkeling

Op verschillende plaatsen zullen in de naaste toekomst naar het zich laat aanzien grote arealen voormalige landbouwgrond beschikbaar komen voor 'natuurontwikkeling'. Wil men bij de inrichting van deze gebieden een rijke mycoflora (proberen te) verkrijgen, dan kan worden geput uit de nu beschikbare kennis. Het kansrijkst zijn terreindelen op schrale (d.w.z. stikstofarme, niet noodzakelijk arm aan andere mineralen) bodem. Daarom zal de met mest en pesticiden vervuilde bovenlaag van de bodem op verschillende plaatsen verwijderd moeten worden. Aanplant van mycorrhiza dragende bomen (Eik, Beuk, Berk, Den) schept mogelijkheden voor de bijbehorende fungi. Het aanplanten van boomrijen van deze boomsoorten op taluds e.d. of in kleine open groepjes geeft grote mogelijkheden voor de typische laansoorten, mits de ondergroei gemaaid (plus afvoer van het maaisel) of extensief beweid wordt. Hier kan men dan ook diverse schraalland fungi verwachten. Aangezien er slechts weinig soorten fungi pioniers zijn, zullen de resultaten voor de mycoflora pas op langere termijn te verwachten zijn.

## Tot slot

1. Waar de achteruitgang van paddestoelen een gevolg is van grootschalig milieubedrijf (vermesting, verdroging, verzuring), kan van duurzaam herstel pas sprake zijn als deze problemen eerst serieus worden aangepakt. Voorlopig blijven de voorgestelde natuurbeheersmaatregelen vormen van symptoombestrijding die in het gunstigste geval een verdere achteruitgang van natuurwaarden kunnen vertragen.

2. Onder de mogelijke beheersmaatregelen bevindt zich geen tovermiddel dat de paddestoelen zal bevorderen. Elk biotoop, elk terrein verdient zijn eigen benadering.

3. Wil men bij het beheer van natuurterreinen tekening houden met de mycologische waarden, dan komen de sterkst bedreigde soorten het eerst in aanmerking. Dit zijn vooral saprophyten van schrale graslanden en de meeste mycorrhizasymbionten.

4. Het effect van natuurbeheersmaatregelen



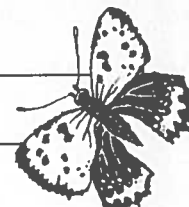


Foto 9. *Otidea alutacea* is een zeldzaam bekerzwammetje dat in wegbermen voorkomt.

gelen op de mycoflora in natuurgebieden is in vele biotopen nog nauwelijks onderzocht. Om beheer zinvol te kunnen uitvoeren is meer kennis dringende noodzaak.

5. Met bomen beplante bermen en kanaaloevers op voedselarme bodem vormen een uiterst waardevol biotoop voor mycorrhizapaddenstoelen, ook internationaal gezien. Een zorgvuldig beheer bestaande uit 1-2 keer per jaar maaien met afvoer van het maaisel is urgent. Het in kaart brengen waar deze gebieden (nog) voorkomen is van groot belang. Aanplant van bomen in wegbermen in combinatie met het juiste beheer is zeer wenselijk.

6. De ten gunste van de mycoflora voorgestelde beheersmaatregelen zijn meestal ook voordelig voor andere groepen van organismen en in het geval van wegbermen niet strijdig met de maatschappelijke functie.

### Literatuur

- Arnolds, E., 1980. De oecologie en sociologie van Wasplaten. *Natura* 77/1 (873): 17-44.
- Arnolds, E., 1981. Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, The Netherlands, Vol. 1. In: *Bibliotheca mycologica* 83. Vaduz.
- Arnolds, E., 1985. Veranderingen in de paddestoelenflora (mycoflora). *Wetensch. Meded. KNNV* 167. Hoogwoud.
- Arnolds, E., 1988. The changing macromycete flora in the Netherlands. In: *Transactions of the British mycological society* 90:391-406.

Arnolds, E., 1989a. A Preliminary Red Data List of Macrofungi in the Netherlands. *Persoonia* 14(1):77-125.

Arnolds, E., 1989b. The influence of increased fertilisation on the macrofungi of a sheep meadow in Drenthe, The Netherlands. *Opera bot.* 100:1-21. Copenhagen.

Jansen, A.E., 1984. Vegetation and macrofungi of acid oakwoods in the north-east of the Netherlands. *Agricultural Research Reports* 923. Wageningen.

Jansen, E.J. & H.F. van Dobben, 1987. Is decline of *Cantbarellus cibarius* in the Netherlands due to air pollution? *Ambio* 16:211-213.

Keizer, P.J. (in prep.). The effect of various management treatments in a roadside planted with Oaks (*Quercus robur* L.).

Keizer, P.J. & R.A.F. Sullock Enzlin, 1988. Het landgoed Vennebroek - een mycologisch juweel. *Coolia* 31(4):101-109.

Kuyper, T.W., 1989. Auswirkungen der Walddüngung auf die Mykoflora. *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* V:5-20.

Mars, H. de, 1987. De mycosociologie van de geplagde heide waaronder het *Lycopodium-Rhynchosporium*. *Resultaten 1985-86*. Intern rapport Biologisch station Wijster.

Meerjarenplan Bosbouw, 1986. Regeringsbeslissing. Tweede kamer, vergaderjaar 1985-1986, 18-630, nrs. 5-6. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Natuurbeschermingsraad, 1986. Pre-advies: Aanwijzing van lagere planten als beschermde plantensoort. Rapport Natuurbeschermingsraad, Utrecht.

Natuurbeschermingsraad, 1991. Wie het kleine niet eert... Ongewervelde dieren en het terreinbeheer. Rapport Natuurbeschermingsraad, Utrecht.

Neuhoff, W., 1949. Die Pilzflora holsteinscher Vieuwiden in den Jahren 1946-1948. *Zeitschrift für Pilzkunde* 1949(4):1-6.

Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979. Natuurbeheer in Nederland. *Levensgemeenschappen*. Wageningen.

Sykora, K.V., L. de Nijs, & T. Pelsma, 1988. Plantengemeenschappen in de Nederlandse wegbermen en de zeldzaamheidswaarde van de bermflora. *De Levende Natuur* 89(1):14-20.

Termorshuizen, A.J., 1990. Decline of carpophores of mycorrhizal fungi in stands of *Pinus silvestris*. Thesis. Wageningen.

Vries, B.W.L. de, A.E. Jansen & J.J. Barkman, 1985. Verschuivingen in het soortenbestand van fungi in naaldbossen in Drenthe, 1958-1983. In: E. Arnolds (ed.), *Veranderingen in de paddestoelenflora (mycoflora)*. *Wetensch. Meded. KNNV* 167:74-83. Hoogwoud.

Winterhoff, W., 1987. Die Grosspilzflora der Schafweiden im Eselsburger Tal bei Herbrechtingen (Schwäbische Alb). *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* III:343-354.

### Summary

#### Macromycetes and nature management

The experience in The Netherlands with nature management measures related to the enhancement of (threatened) Macromycetes is reviewed. In forests with an impoverished mycoflora (due to air pollution) a partial recovery may be achieved by grazing or cutting sods. In grasslands mowing with subsequent removal of the hay and/or extensive grazing may lead to enrichment of the macromycete flora. Generally, measures which lower the nutrient and organic matter content in the soil will lead to enrichment of the mycoflora. This is illustrated by a field experiment in a roadside planted with trees where five treatments were carried out: mowing with removal of the hay (control), mowing without removal of the hay, no treatment, adding artificial N-fertilizer and cutting sods. N-fertilization was detrimental to most fungi; cutting sods reduced the saprotrophic fungi strongly. The other treatments did not yield significant results, possibly due to the extremely poor soil. The site proved to be rich in endangered species. Therefore, such habitats deserve careful maintenance and protection.

### Dankwoord

Dank aan Eef Arnolds voor kritische opmerkingen op een eerdere versie van dit artikel. Mijn dank gaat ook uit naar het personeel van de Provinciale Waterstaat Drenthe voor het uitvoeren van diverse behandelingen van de berm van het Oranjekanaal in Odoornerveen.

Dit artikel is tevens Mededeling nr. 457 van het Biologisch Station, Wijster.

Drs. P.J. Keizer  
Biologisch Station Wijster  
Kampsweg 27  
9418 PD Wijster