

ste invloed op kruidlaag en verjonging. In het kielzog van beuk zal ook hulst zich uitbreiden. Vervolgens zal de struik- en tweede boomlaag van beuk doorgroeien, waarbij kruid- en struiklaag vrijwel verdwijnen. Wintereik en den zullen versneld verdwijnen uit de eerste boomlaag. Adelaarsvaren en oud-bosbramen zullen zich in de buitenranden van het bos handhaven. Gelijktijdig zal de graasdruk door reeën relatief toenemen. Hierdoor, en door het afnemen van bronbomen van pioniersoorten zoals berk en lijsterbes, zal zich een beuken-hulstbos ontwikkelen waarin stormgaten langdurig open blijven. In de randen van deze gaten kan zich hulst vestigen en uitbreiden. In deze hulstmantels kunnen zich vervolgens weer vraatgevoelige soorten als bosbraam (zowel de oud-bosbramen uit de zaadbank als mantelsoorten komend van buiten het bos) en kamperfoelie vestigen en, buiten het bereik van reeën, tot bloei en vruchtzetting komen. Deze fase is plaatselijk aanwezig in het ook in het Woold gelegen Meerdink (Bijlsma 2000).

Hoe het Rot zich, zeg na 2050, als beuken-hulstbos zal gaan ontwikkelen is lastig in te schatten. Naarmate het gelijkjarige bos ouder wordt, zal de kans op het ontstaan van grote stormgaten toenemen. Verder zouden zowel zwaar dood hout als wortelkluiten en -kuilen wel eens een onverwacht belangrijke rol kunnen gaan spelen als vestigingsmilieu voor bossoorten, zowel houtige soorten als kruiden. De waterhuishouding in het beukenbos op keileem blijft een constant risico: nu eens extreme uitdroging, dan weer vernatting door stagnerend regenwater. Het beuken-hulstbos in het cultuurlandschap op keileem zal zich naar verwachting ecologisch gevarieerder en rijker ontwikkelen dan dat op de lemige zandgronden op de stuwwallen, doordat de sterftekans van beuk op keileem groter is en er meer langdurig-open plekken zullen ontstaan.

Hoe dan ook zal zich in het Rot een bos ontwikkelen waarin de lange historie als bosgroeiplaats zichtbaar blijft door de aanwezigheid van adelaarsvaren, oud-

bosbramen en andere oud-bossoorten die bovengronds op de wallen en langs paden of ondergronds in de zaadbank geduldig hebben gewacht op betere tijden.

Literatuur

- Bijlsma, R.J. (2000) Het Woold. In: P.W.F.M. Hommel, M.A.P. Horsthuis en V. Westhoff (red.), Plantensociologische Kring Nederland. Excursieverslagen 1997; 43-46. Wageningen.
- Clerkx, A.P.P.M., M.E. Sanders, W.W.P. Jans & R.J. Bijlsma (2001) Bosreservaat het Rot. Bosstructuur en vegetatie bij aanwijzing tot bosreservaat. Alterra-rapport 192, Wageningen.
- Koomen, F. (1989) Historisch onderzoek naar het beheer van bossen en natuurterreinen. Het Norgerholt. Scriptie Vakgroep Boshuishoudkunde, Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- Mekkink, P. (1999) De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland. 34. Bosreservaat het Rot. Staring Centrum-rapport 98.34, Wageningen.
- Pott, R. (1990) Die nacheiszeitliche Ausbreitung und heutige pflanzensoziologische Stellung von *Ilex aquifolium* L. *Tuexenia* 10, 497-512.

R.J. Bijlsma, M.T. Veerkamp en A.P.P.M. Clerkx, Alterra, Wageningen

2: De diversiteit van vaatplanten, mossen en paddestoelen

Bosontwikkeling en soorten diversiteit in bosreservaat het Rot

Spontane bosontwikkeling wordt in Nederland in toenemende mate gezien als ecologisch gewenst of bedrijfseconomisch onontkoombaar. Deel 1 beschreef de de historische en verwachte bosontwikke-

ling van het Rot, een bosreservaat dat kan dienen als typisch voorbeeld voor zelfregulerend bos op keileem. In deel 2 wordt het optreden van vaatplanten, mossen en paddestoelen geplaatst

in de ontwikkelingsreeks van dit bos.

De ontwikkeling van de biodiversiteit van vaatplanten en mossen hangt samen met de beschikbaarheid van habitat voor (her-)vestiging en reproductie. Van het

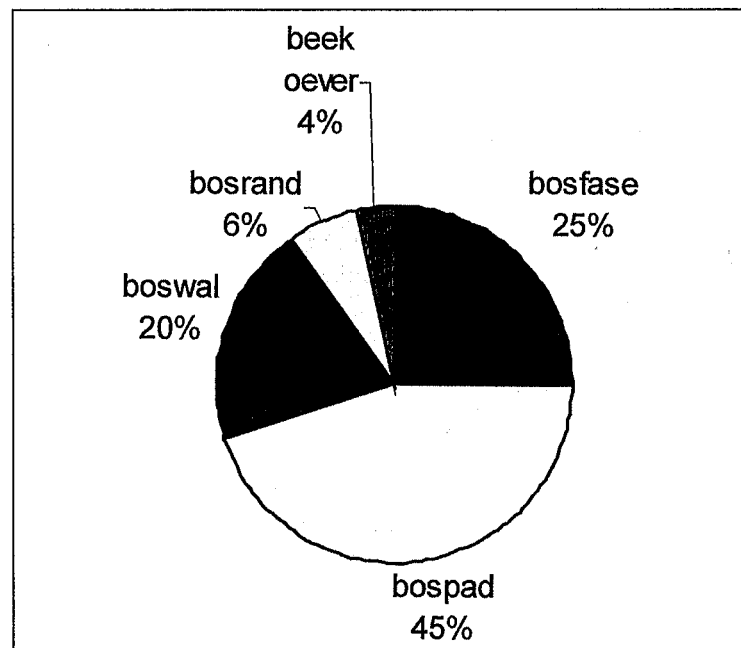
Figuur 1. Verdeling van de 80 soorten vaatplanten in het Rot over de reeks standplaatsen bosfase, bospad, boswal, bosrand en beekoever. Soorten die op meer dan één standplaats voorkomen zijn toegekend aan de eerst voorkomende standplaats in deze reeks

Rot zijn voor deze groepen complete soortenlijsten gemaakt. Elke soort is toegekend aan een standplaats (habitat). Op grond van de boshistorie en de verwachte bosontwikkeling zal worden nagegaan wat de toekomst zal zijn van de karakteristieke soorten per standplaats en dus van de soortsdiversiteit van het bosreservaat.

In het wintereiken-beukenbos van het Rot zijn de paddestoelen in drie opeenvolgende jaren geïnventariseerd in twee transecten. De diversiteit aan paddestoelen in het Rot zal worden vergeleken met die in het Speulderbos, op een lemige stuwwalbodembodem, en het Norgerholt, evenals het Rot gelegen op keileem.

Vaatplanten

Voor vaatplanten zijn in het Rot vijf standplaatsen onderscheiden in de reeks: bosfase, bospad, boswal, bosrand en beekoever. De bosfase betreft het bos met uitzondering van de overige standplaatsen dus inclusief stormgaten. Elk van de 80 aangetroffen vaatplanten is toegekend aan een standplaats. Soorten die voorkomen op meer dan één standplaats krijgen de eerst voorkomende standplaats in bovengenoemde reeks. Zo is dalkruid, dat voorkomt in 'bospad' en 'boswal', toegekend aan de standplaats bospad. Soorten zonder uitgesproken standplaats zullen dus tot de bosfase worden gerekend. Figuur 1 geeft een beeld van het aandeel soorten per standplaats. De belangrijkste



standplaatsen worden hieronder kort besproken.

Bosfase

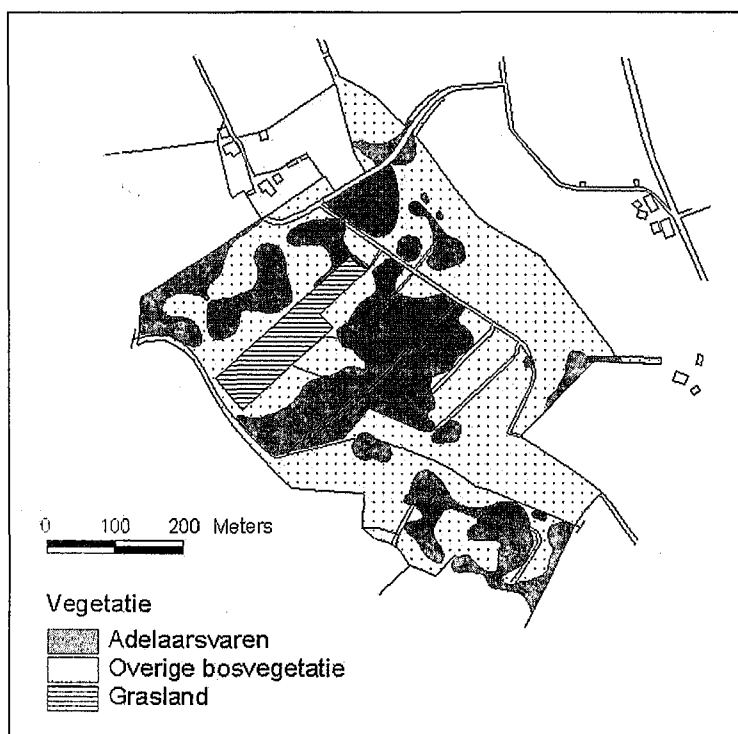
Slechts 25% van de vaatplanten komt voor in de bosfase. Hiervan komen pijpestrootje, bochtige smele en blauwe bosbes nog voor in lichtrijke plekken zonder adelaarsvaren. Dit zijn relictten uit een meer open stadium in de bosontwikkeling, mogelijk uit de periode na de velling rond 1840. In de bosfase is adelaarsvaren een opvallende verschijning. Het is een oud-bossoort die op de wallen in de rand van het bos waarschijnlijk al eeuwen voorkomt en zich daar terugtrekt of zich vandaar uit vegetatief uitbreidt al naar gelang de condities in het bos veranderen. Dominantie treedt op in de (nog) lichtrijke percelen met wintereik of grove den. In de met wintereik en beuk geplante delen (de Hesselink-percelen: zie deel 1) is adelaarsvaren inmiddels vrijwel verdwenen (figuur 2).

Zeer bijzonder in het Rot is het voorkomen van vijf oud-bosbra-

men. In feite komen in de bosfase (vrijwel) geen jong-bos- en bosrandbramen voor, wat uniek is voor Nederland. De in het Rot meest algemene en tevens fraaiste oud-bosbraam is *Rubus pedemontanus*, een kruipende, schaduwtolerante soort met drietallige bladen (figuur 3). De rijkdom aan oud-bosbramen is waarschijnlijk het gevolg van de groeiplaats (lemige bodem) en de beheerhistorie (opgaand bos). Stekelvarens komen algemeen voor en zijn karakteristiek voor de meer beschutte bosfase waar door zelfdunning dood hout beschikbaar komt voor (massale) vestiging (De Waal et al. 2001). Wortelkluiten vormen een aparte deelgroeiplaats binnen de bosfase. Vooralsnog zijn pilzegge en struikheide, soorten met een persistente zaadbank, karakteristiek voor dit milieu dat naar verwachting zal toenemen en belangrijk kan worden voor bijvoorbeeld ruigeveldbies en diverse mossen.

Bospad

Maar liefst 45% van de bosplan-



Figuur 2. Kaart van voorkomen van adelaarsvaren in het Rot

gel. De op het zuiden gerichte wallen herbergen een aantal karakteristieke zoomplanten van het oud-boslandschap zoals dicht en stijf havikskruid, hengel en de rode-lijstsoort echte guldenroede. De wal is een aparte standplaats door zijn expositie en het beschikbaar blijven van minerale bodem door het verwaaien van strooisel, erosie en graafactiviteit van muizen. Opslag van beuk en hultst zal uiteindelijk het einde betekenen van de boswal als refugium voor zoomplanten.

Bosrand

In de op het zuidoosten gerichte rand van het wintereikenbos en het grasland ontwikkelt zich een mantelvegetatie met sporkehout, gewone vlier, wilde kamperfoelie en enkele bosrandbramen. Vijf soorten (4%) zijn typisch voor deze rand met kantic hertshooi als noemenswaardige soort. Meidoornsoorten, sleedoorn en rozen ontbreken in het het Rot maar zouden zich op termijn kunnen vestigen in deze betrekkelijk jonge bosrand (van na 1930).

Mossen

Voor mossen zijn in het Rot eveneens vijf standplaatsen onderscheiden: bosbodem, boswal, beekoever, levende stammen en dood hout. Ontwortelingskluiten en bospaden zijn door het (nog) ontbreken van karakteristieke mossen buiten beschouwing gelaten. Elk van de 44 aangetroffen mossen is toegekend aan een standplaats. Soorten die voorkomen op meer standplaatsen krijgen de eerste standplaats in bovengenoemde reeks. Figuur 4 geeft een beeld van het aandeel soorten per standplaats. De belangrijkste standplaatsen worden hieronder kort besproken.

ten komt niet voor in de bosfase, maar langs de schaars aanwezige bospaden. Het gaat hierbij naast enkele ruigtesoorten vooral om karakteristieke bossoorten van rijke bodem zoals gewoon nagelkruid en dagkoekoeksbloem en oud-bossoorten zoals bosanemoon, gele dovenetel, bosgierstgras en witte klaverzuring. De meeste van de genoemde soorten behoeven minerale (basenrijke) bodem voor kieming en dus een verstoringsregime waardoor dit milieu regelmatig beschikbaar komt. Hakhoutbeheer leverde dit regime en het pad, nabij boerderij Koningshuizen, waar de meeste 'bospadsoorten' zijn aangetroffen ligt dan ook in het hakhoutperceel zoals in 1832 aanwezig (zie deel 1). Langs dit extensief gebruikte bospad blijft voldoende minerale bodem, vocht en licht beschikbaar. Dit in tegenstelling tot het opgaand bos met geringe beheerintensiteit waarin zich mede

door verdroging en verzuring een aanzienlijk ectorganisch humusprofiel heeft gevormd (Mekkink 1999). Het belang van bospaden als refugium voor karakteristieke bossoorten geldt voor alle lemige zandgronden en leemgronden (Bijlsma et al. 2001). Het ligt in de verwachting dat het aantal wortelkluiten in het bos aanzienlijk zal toenemen en daardoor ook het vestigingsmilieu voor de soorten die het nu moeten hebben van bospaden.

Boswal

Twintig procent van de vaatplanten komt uitsluitend voor op de boswallen. De interessante wallen liggen aan de noord- en de zuidzijde van het reservaat wat direct een scheiding te zien geeft in soortengroepen. Op de wallen aan de noordzijde en de steile taluds van het beekje in het bos zijn de varens dubbelloof en brede en gewone eikvaren typisch en verder o.m. gewone salomonsze-

Figuur 3. De oud-bosbraam Rubus pedemontanus tussen adelaarsvaren in het wintereikenbos van het Rot

Bosbodem

De moslaag in het bos van het Rot is weinig ontwikkeld. Hier is 26% van de mossen in het Rot aan te treffen, gewone soorten die ook op de boswallen voorkomen zoals gewoon haarmos en gewoon gaffeltandmos. Als er meer grote, langdurig-open plekken ontstaan in de beukenfase, zal het aantal bosbodemsoorten naar verwachting toenemen.

Een excursie in 1983 trof nog twee veenmossesoorten aan in het Rot (Bos & During 1986). Ook de in het oostdeel voorkomende doorgesloten elzenhakhoutstoven wijzen op een eertijds veel natter bos.

Boswal

Maar liefst 35% van de mossen komt voor op de boswallen en in de steile taluds van het beekje. In het vlakke Nederland zijn bos- en houtwallen een waardevol milieu voor mossen en varens (Siebel et al. 2000). Vijf soorten bebladerde levermossen komen uitsluitend voor op de boswallen in de noordrand en in het bos zelf, waaronder gewoon maanmos en nerflevermos. Dit geldt ook voor pronkmos, een bladmos van het oude boslandschap op leem en lemige zandgronden. Het verspreidt zich vooral over korte afstanden door middel van zgn. broedtakjes.

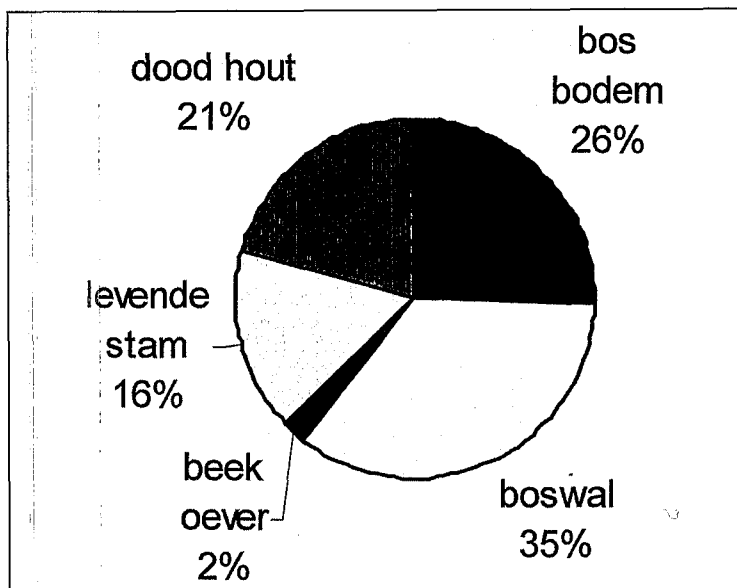
Zolang de wallen niet dichtgroeien met beuk en vooral hulst, die als struikvorm veel strooisel invangt, zullen de walmossen zich goed kunnen handhaven. Hopelijk kunnen deze populaties gaan functioneren als bron voor (meta)populaties op wortelkluiten, een 'natuurlijke' standplaats die naar verwachting zal toenemen.



Levende stam

Het Rot is niet rijk aan epifyten: 7 soorten (16%). Op eik komt knikkend palmpjesmos voor dat op de hogere zandgronden geldt als oud-bossoort. Enkele zware 'Hesselink-eiken' (zie deel 1) staan schijnbaar op sokkels van palmpjesmos. Het talrijk voorkomen van deze soort wijst op langdurige continuïteit van het bosklimaat: beschermt en luchtvochtig. Boom-snavelmos en trompet-

croesmos zijn alleen op beuk gevonden. Naar verwachting zal in het Rot het belang van beuk voor epifyten flink toenemen. De slechte groeivorm met uitbrekende takken en bastwonden, staat hiervoor garant. Belangrijker nog lijkt de ruwheid van de schors: beuken met een gladde, asgrijze stam dragen geen epifyten. Een door lage lengterichels ruwe beukenschors is ideaal als vestigingsmilieu voor epifyten. Deze



Figuur 4. Verdeling van de 44 soorten mossen in het Rot over de reeks standplaatsen bosbodem, boswal, beekoever, levende stam en dood hout. Soorten die op meer dan één standplaats voorkomen zijn toegekend aan de eerst voorkomende standplaats in deze reeks

typen hebben mogelijk een genetische basis en komen beide in het Rot voor.

Dood hout

Liggend dood hout geeft 21% van de mossen een specifiek substraat. Het gaat hierbij om algemene soorten die zich makkelijk vestigen met uitzondering van viertandmos. Deze soort komt haardgewijs voor en heeft ondanks het frequent voorkomen van kapsels toch moeite zich over grote afstanden te verspreiden. Hoewel het aandeel dood hout nog zal toenemen betreft dit vooralsnog relatief dunne wintereiken die sterven op stam. Het aantal dode beuken is nog gering. Het is, gezien de grote sterftekans van beuk (zie deel 1), zeer de vraag of het aandeel liggend, zwaar dood hout sterk zal toenemen. Het aantal dood-houtmossen zal naar verwachting dus slechts licht stijgen.

Paddestoelen

Onderzoek

Voor de methodiek van inventariseren wordt verwezen naar

Veerkamp (1999). De onderzochte transecten liggen in de zgn. Hesselink-percelen (zie deel 1). In transect I komen zowel beuken als wintereiken voor, aangeplant in de periode 1880-1890. De enkele berken in het transect zijn opgeslagen in een stormgat van 1972/1973. In transect II bestaat de eerste boomlaag uit wintereik; de tweede boomlaag is gevormd door spontane verjonging van de beuk.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 1. Hierin zijn o.m. de aantallen soorten per functionele groep weergegeven (zie Veer-

kamp (1999) voor toelichting). Ter vergelijking zijn ook de aantallen van twee andere wintereiken-beukenbossen op oude bosbodem, het Norgerholt in Drenthe met zomereik in de boomlaag en het Pijpebrandje (Speulderbos, Gelderland) met beuk en wintereik in de tabel opgenomen.

In de transecten I en II zijn respectievelijk 128 en 108 soorten waargenomen. Deze aantallen zijn vergelijkbaar met die gevonden in het Norgerholt (98) en het Pijpebrandje (114). De soorten-aantallen in naaldbos op een wintereiken-beukenbosgroeiplaats zoals 'Tussen de Goren' (grovedennenbos), 'Schoonloërveld' (lariksbos) en 'Het Leesten' (douglasbos) liggen een stuk lager (57-85 soorten) (Veerkamp 1992). Het aantal soorten per functionele groep verschilt niet veel, alleen het aantal mycorrhizasoorten in het Rot ligt beduidend hoger.

Mycorrhizasoorten

Om welke mycorrhizasoorten

Tabel 1. Aantal soorten paddestoelen per functionele groep voor de twee transecten in het Rot afzonderlijk en voor het Pijpebrandje en de Norgerholt als geheel. Een transect is 100x10 m groot.

Er is onderscheid gemaakt in mycorrhizasoorten (m), saprotrofe soorten op strooisel en humus, soorten waarvan het mycelium in de fermentatielaag van het ectorganisch profiel aanwezig is (st), saprotrofe soorten op kruiden, vruchten en relatief verse bladen (litter-laag) (sk), soorten geassocieerd met mos (am), biotrofe parasieten (pb), saprotrofe soorten op hout (sh) en necrotrofe parasieten op hout (pn).

	M	st	sk	am	pb	sh	pn	totaal
ROT I	31	19	—	2	—	69	7	128
ROT II	24	18	2	2	—	60	1	108
Pijpebrandje	11	18	—	2	2	76	5	114
Norgerholt	16	15	4	1	1	56	5	98

Figuur 5. De gele stekelzwam, een sinds de jaren vijftig sterk afgenomen mycorrhizasoot (gefotografeerd in Zweden)

gaat het nu in het Rot? Soorten als kaneelkleurige melkzwam, geelwitte russula en gele aardappelbovist zijn zowel in het Rot als in het Norgerholt en het Pijpebrandje algemeen. Twee soorten zijn in de twee andere bossen gevonden die niet in het Rot zijn waargenomen. Onder de 20 soorten die alleen in het Rot voorkomen zijn vier berkenbegeleiders. In het Rot komen verder opvallend veel soorten voor die elders door ophoping van stikstofrijk strooisel uit de bossen verdwenen zijn en nu vooral nog in wegbermen gevonden worden. Voorbeelden van deze soorten zijn beukerussula en smakelijke russula, beide strikte beukenbegeleiders. Het voorkomen van de grauwe amaniet en de gele stekelzwam (figuur 5) wijst bovendien op een voedselrijkere bodem. Bijzonder is de vondst van de bloedrode gordijnzwam (figuur 6), een soort die van nog geen tien plaatsen uit Nederland bekend is (NMV 2000).

Het grotere aantal mycorrhizasoorten in het Rot is moeilijk te verklaren. Ondanks de mineraal(basen)rijkere bodem vindt ook hier strooisel- en humusop-hoping plaats (Mekkink 1999). De pH van de minerale bodem is laag (3,0) en ook de stikstofgehalten in het ectorganisch profiel wijken niet af van die van de andere bossen. Een deel van de soorten fructificeert weliswaar op of in de buurt van de walletjes, maar dat geldt lang niet voor alle soorten. Het grotere bufferend vermogen van de tertiaire klei/keileem is kennelijk groot genoeg om lokaal gunstige voorwaarden te scheppen voor een rijkere mycorrhizafloor. Mogelijk is de strooisel/humuslaag vroeger ook



dunner geweest hetzij door een meer open bosstructuur en/of betere strooiselvertering doordat het vocht langer werd vastgehouden.

Tijdens een excursie van de Nederlandse Mycologische Vereniging in oktober 2000 naar het Rot zijn enkele bijzondere waarnemingen gedaan. Op een wal werd de trechtercantharel waargenomen. Deze vroeger algemeen voorkomende soort is sinds de zestiger jaren zeer sterk achteruitgegaan. Ook werd op diverse plaatsen de gele stekelzwam gezien, een sinds de jaren vijftig sterk afgenomen soort. Het neerslagrijke jaar 2000 staat bekend als een zeer goed paddestoelenjaar waarin vooral in bermen en in mindere mate in bossen veel bedreigde mycorrhizasoorten een spectaculaire opleving vertoonden (Arnolds 2001, Chrispijn 2001). De inventarisatieronde in het Norgerholt leverde in 2000 geen extra soorten op en ook in het Pijpebrandje zijn in oktober geen bedreigde mycorrhizasoorten waargenomen.

Terrestrische saprotrofe soorten

De terrestrische saprotrofe mycoflora in het Rot lijkt sterk op die van de beide andere bossen. Het

voorkomen van roodbruine schijnridderzwam en witte paardehaartaailing alleen in het Rot wijzen op iets rijkere bodem aldaar.

Houtbewonende soorten

In het Rot, evenals in de andere twee bossen, zijn grote aantallen houtbewonende saprotrofe soorten en parasieten aangetroffen. Een aantal van 60-70 houtbewonende soorten is ten opzichte van een gemiddeld Nederlands bos hoog. Het aantal houtbewonende soorten is gerelateerd met de aanwezige hoeveelheid dood hout (Veerkamp 1999), aanwezigheid van groot dood hout, de herkomst van het hout en continuïteit in de aanwezigheid van dood hout, hoe langer er dood hout in allerlei verteringsstadia aanwezig is hoe beter. In het Norgerholt (56 soorten) ligt minder hout en bovendien alleen eikenhout. De aftakelende beuken in het Pijpebrandje (76 soorten) gecombineerd met het achterwege blijven van beheer hebben hier voor een grotere continuïteit gezorgd.

Bosontwikkeling en paddestoelenflora

Bij spontane ontwikkeling van het bos zullen de soorten die gekop-



Figuur 6. De bloedrode gordijnzwam, een zeer zeldzame mycorrhizasoot (gefotografeerd in de Jura)

peld zijn aan berk en den verdwijnen. Wat de invloed zal zijn van de bosontwikkeling op de mycorrhizasooten van eik en beuk hangt sterk af van de ontwikkeling van het humusprofiel, wordt deze dikker dan zal de mycorrhizaflora sterk verarmen. Als er door storm flinke gaten in het bos vallen zoals verwacht wordt (zie deel 1) en er een open bosstructuur ontstaat met veel humusarme plekken in de stormgaten hebben de mycorrhizasooten een kans. Voorlopig zullen deze soorten het vooral van de boswallen moeten hebben. Door afsterven en omwaaien van bomen zal de diversiteit aan houtpaddenstoelen nog verder toenemen.

Algemene conclusie

Langdurig beheer als opgaand (productie)bos van eik en tenminste vanaf 1880 ook beuk heeft in het Rot de karakteristieke vaatplanten van het rijkere bos, waaronder diverse oud-bossoorten, verdreven naar de bospaden en boswallen, dus naar standplaatsen waar de vorming van een persistent ectorganisch humusprofiel achterwege blijft en voldoende (basenrijke) minerale bodem voor (her)vestiging be-

schikbaar is. Alleen adelaarsvaren en enkele zeldzame oud-bosbramen hebben geprofiteerd van het extensieve beheer als opgaand wintereikenbos.

Zelfregulatie in het Rot resulteert uiteindelijk (zeg na 2050) in dominantie van beuk in de eerste boomlaag en van hulst in de struiklaag. Door de slechte groei en grote sterftekans van beuk op keileembodems zullen naar verwachting grote, langdurig-open plekken ontstaan waarlangs zich hulstmantels ontwikkelen waarin zich (vooral besdragende) soorten (bramen, kamperfoelie e.d.) kunnen (her)vestigen en adelaarsvaren zich kan handhaven. De vaatplanten die voor (her)vestiging afhankelijk zijn van minerale bodem kunnen in dit stadium wortelkluiten van omgewaaide beuken koloniseren vanuit de refugia langs de paden en op de wallen, mits voldoende dispersiecapaciteit (vruchtzetting, dispersievectoren) aanwezig blijft of beschikbaar komt.

Ook het merendeel van de mossoorten dat nu uitsluitend voorkomt op de boswallen zal zich kunnen vestigen op (voormalige) wortelkluiten in de beschutte bosfase van het beuken-hulstbos. Het belang van beuk voor

epifytische mossen zal nog aanzienlijk toenemen.

Het Rot herbergt momenteel een waardevolle paddestoelenflora. De aanwezigheid van veel zwaar dood hout dat er soms al 20 jaar ligt, zorgt voor een rijke houtmycoflora. Door de mineraalrijkere ondergrond en de aanwezigheid van walletjes in het bos komen er in het Rot plaatselijk mycorrhizasooten voor die elders in opgaande wintereiken-beukenbossen op oude bosgroeiplaatsen niet (meer) voorkomen.

Voortschrijdende verdroging en daardoor versnelde strooiselaccumulatie en verzuring zal zowel voor vaatplanten, mossen als paddestoelen in het Rot desastreus uitwerken. Als de schaarse refugia van karakteristieke bossoorten hierdoor verdwijnen is het in feite gedaan met de soorten-diversiteit van deze groepen in het Rot.

Literatuur

- Arnolds, E. (2001) Hoop voor de Hanekam. *Coolia* 44: 48-56.
- Bos, F. & H.J. During (1986) De naajaarsexcursie naar Winterswijk. *Buxbaumia* 19, 7-20
- Bijlsma, R.J., H. van Blitterswijk, A.P.P.M. Clerkx, J.J. de Jong, M.N. van Wijk & L.J. van Os (2001) Bospaden voor bosplanten. Bospaden en -wegen als transportroute, vestigingsmilieu, refugium en uitvalsbasis voor bosplanten. *Alterra-rapport 193*, Wageningen.
- Chrispijn, R. (2001) Het Bolarisjaar. *Coolia* 44: 38-47.
- Mekkink, P. (1999) De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland. 34. Bosreservaat het Rot. *Staring Centrum-rapport 98*. 34, Wageningen.
- Nederlandse Mycologische Vereniging. (2000) *Verspreidingsatlas. Kaartenbijlage Overzicht van de Paddenstoelen in Nederland I.* Nederlandse Mycologische Vereniging, Baarn.

Siebel, H.N., B.F. van Tooren, H.M.H. van Melick, A.C. Bouman, H.J. During & K.W. van Dort (2000) Bedreigde en kwetsbare mossen in Nederland. Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. Buxbaumiella 54.

Veerkamp, M.T. (1992) Paddestoelen in bosreservaten. Hinkeloord reports 4. Agricultural University Wageningen.

Veerkamp, M.T. (1999) De paddestoelenflora van het Berken-Zomereiken- en Wintereiken-Beukenbos. De Levende Natuur 100: 173-178.

Waal, R. de, R.J. Bijlsma, E. Dijkman & M. van der Werff. (2001) Stekelvarendominantie in bossen op arme bodems. De Levende Natuur 102, 118-122.

Woord van dank

Het paddestoelenonderzoek is uitgevoerd vanuit het voormalige Biologisch Station in Wijster (Wageningen Universiteit) en mede gefinancierd door het Beyerink-Poppingfonds.

Rolf Kemmers en Peter Mekking, Alterra, Wageningen

Humus een bron van rijkdom

Het humusprofiel bevat een grote hoeveelheid nutriënten die middels afbraakprocessen weer voor de bosgroei beschikbaar (kunnen) komen. Het humusprofiel is daarmee een bron van rijkdom voor het bos. Sinds 1997 wordt in een aantal bosreservaten het humusprofiel bestudeerd. Dit onderzoek laat zien met welke snelheid de voorraad organische stof en nutriënten in de bodem wordt opgebouwd.

Hierbij zijn vooral verschillen in bodem, ouderdom van het bos en de vegetatie van belang. De hier gepresenteerde resultaten van het onderzoek hebben betrekking op de bosreservaten van de pleistocene zandgronden.

Bodem en humusprofiel

Het bodemkundig onderzoek is opgezet om kennis te vergroten van de voedingsstoffen- en zuurhuishouding in relatie tot de spontane ontwikkeling van bosesystemen. De aandacht richt zich daarbij op het humusprofiel, waarin zich de belangrijkste voorraden van voedingsstoffen bevinden. Het humusprofiel geeft de

balans weer tussen strooiselaanvoer en -afbraak. De opbouw en de aard van het humusprofiel is vrij eenvoudig aan veldkenmerken af te lezen. Naast strooisellaag, die óp de minerale ondergrond zijn gelegen kan ook in de minerale ondergrond humus voorkomen. Deze humus is door biologische activiteit vermengd tot een humeuze bovengrond. Zowel de strooisellaag als de humeuze bovengrond maken deel uit van het humusprofiel. Foto 1 laat een voorbeeld zien van een typisch humusprofiel voor een arme en een rijkere zandgrond. De in dit artikel gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op bodemkundig onderzoek in de bosreservaten Norgerholt, Tongerense hei, Lheebroek, Mattemburgh en Galgenberg (zie o.a. Kemmers et al., 1998; Mekking, 1998).

Ontwikkelingsreeksen

De ontwikkeling van de humusprofielen is op arme en rijkere groeiplaatsen bestudeerd. Op deze groeiplaatsen zijn bossen van verschillende ouderdom onderzocht, welke verschillende fasen in de bosontwikkeling representeren. Twee ontwikkelingsreeksen zijn onderscheiden: 1) op de armere groeiplaatsen van stuifzand naar oud grove

dennenbos (pnv berken-zomereikenbos) en

2) op de rijkere groeiplaatsen (dekzand en gestuwd pre-glaciaal) van heide naar oud eikenbos (pnv wintereiken-beukenbos).

Aanvullend zijn voor de armere groeiplaatsen gegevens gebruikt van het Hulshorsterzand (Sevink et al, 1993) en Kootwijk (Kemmers et al, 1996) en voor de rijkere groeiplaatsen van Balloërveld en Noordsche veld (toelichting bodemkaart 12W). In deze ontwikkelingsreeksen ligt het zwaartepunt op de gemeten voorraden Koolstof (C), Stikstof (N) en Fosfor (P) in het humusprofiel (tabel 1).

Koolstofaccumulatie

In de arme bossen bereikt na 200 jaar de totale C-voorraad in de bodem een evenwicht van ongeveer 9 kg C per m² (figuur 1). Tweederde hiervan zit in de strooisellaag (circa 6 kg C per m² = 60 ton per ha) en eenderde in de humeuze bovengrond (circa 3 kg C per m² = 30 ton per ha). In de loop van de bosontwikkeling is jaarlijks de C-voorraad in de strooisellaag netto met 30 gram per m² en in de humeuze bovengrond netto met 15 gram per m² toegenomen. In deze reeks van arme bossen vormt de 'Tongerense hei' een uitzondering. In de