

*In de komende nummers van het Vakblad schenken we speciale aandacht aan de bosbodem. Hoe zit het met de ecologie van bosbodems? We zien dat goed functionerende bosbodems onafhankelijk van ondergrond een zeer rijk en vitaal bosecosysteem in stand kunnen houden. Het is bekend dat de biodiversiteit in de bosbodems hierbij cruciaal is, het is niet goed bekend hoe deze biodiversiteit bij exploitatie kan worden behouden of hersteld. Het is een feit dat we de laatste jaren meer (tak- en tophout) oogsten en dat het met de vitaliteit van belangrijke bosbomen als iep en ook eik en es al langere tijd niet goed gaat. Niet alleen productiebos, maar ook natuurbos kent problemen, waarbij verzuring, verdroging en vermessing een rol spelen. Onderzoek gaat zich de komende jaren hierop richten. Daarom besteden we in de komende nummers aandacht aan praktische kanten van het complexe onderwerp bosbodemecologie.*



Liacarus sp.

# De rol van de bodemfauna in oude bosbodems

— Prof. Dr. Henk Siepel (Hoogleraar toegepaste Dierecologie aan de Radbouduniversiteit Nijmegen)

Met de toenemende vraag naar energie, neemt ook de vraag toe naar groene energie uit biomassa. Voor de bos- en natuurbeheersector zou dat een welkome ontwikkeling kunnen zijn, omdat de vergoedingen uit subsidies al een aantal jaren onder druk staan. De vraag die dan opdoemt is: hoeveel biomassa kunnen we uit het Nederlandse bos halen, zonder dat dit de kwaliteit van het bos schade toebrengt?

> De vraag is op vele manieren te interpreteren en eventueel te beantwoorden. Ten eerste vanuit de productiedoelstellingen gezien: blijft de productie aan hout gelijk, of moeten we vrezen voor een terugloop, wanneer er naast het stamhout ook takken en mogelijk zelfs wortelstobben mee worden geoogst? Ten tweede: blijft het bos nog wel aantrekkelijk voor recreanten, wanneer daar grote stukken geheel worden gerooid? Ten derde: wat zijn de effecten van complete oogst op de biodiversiteit en hoe verhoudt deze vorm van exploitatie zich met de doelstellingen van Natura 2000-gebieden, waar toch een groot deel van de Nederlandse bossen zijn gelegen? Beide laatste interpretaties gaan uit van het multifunctionele karakter van het Nederlandse bos. Anders dan bij landbouwgronden, waar inmiddels de invoer van nutriënten en de grootte van het oogstvolume een veelvoud is geworden van de

natuurlijke stoffenkringloop, is dat in het gemiddelde bos niet het geval. De groei van bomen wordt grotendeels bepaald door het beschikbaar komen van nutriënten uit afbraak van organische stof en langzame vertering van moedermateriaal. Bij deze afbraak van organische stof in de bodem zijn zeer veel organismen betrokken. De primaire afbraak wordt in licht zure bodems vooral gedaan door schimmels, welke begrast worden door mijten en springstaarten. Als de groei van de bomen en daarmee de productie van het bos in belangrijke mate afhangt van de afbraak van organische stof in de bodem, wat gebeurt er dan wanneer een groter deel van deze organische stof wordt afgevoerd als biomassa? Anders gesteld: is het mogelijk heel veel materiaal af te voeren uit het bos, zonder dat de balans tussen opbouw en afbraak van de organische stof in de bodem belangrijk wordt verstoord?

## Begrazing van schimmels

Om deze vragen te beantwoorden is het goed eens nader de processen in de bosbodem te bekijken. De grotere bossen in Nederland (Drenthe, de Veluwe, Noord-Brabant) liggen vooral op de armere zandgronden. Het overheersende bodemtype is een podzolbodem, een bodem die ontstaat door langzame uitloging van de bovenlaag (door een neerslagoverschot en zuurresten van planten), hetgeen leidt tot de karakteristieke grijze uitspoelingshorizont waar de bodem zijn naam aan ontleent (podzol is Russisch voor 'onder as'), met vervolgens een inspoeling van organische stof, ijzer en aluminium in diepere lagen (de inspoelingshorizonten) (zie figuur 1). De organische stof in deze bodems zit vooral in de bovenste lagen, de strooisellaag en de AE, en de moeilijker afbreekbare componenten zijn ingespoeld in de Bh. Afbraak van de organische stof wordt onder de licht zure omstandigheden vooral gedaan door schimmels, daarbij geholpen door mijten

en springstaarten die deze schimmels begrazen en daarbij vooral weer nutriënten beschikbaar maken voor hergroei van schimmels door de vertering van het oude hyphenmateriaal. Hyphen zijn schimmeldraden die fijn vertakt tussen de af te breken organische stof zitten. Soms lijkt de afbraak van de meer resistente organische verbindingen zoveel energie te kosten dat dit meer kost voor de schimmel dan dat het oplevert. In dergelijke gevallen kan er sprake zijn van een symbiotische relatie van de schimmel met een groene plant, een mycorrhiza. Boomsoorten hebben meestal ectomycorrhiza's, zoals de bekende vliegenzwam, het eekhoorntjesbrood of de gewone hanenkam, terwijl soorten uit de heidefamilie, waaronder ook de blauwe bosbes, een speciale variant hebben de ericoïde mycorrhiza, vernoemd naar de familie waar deze op voorkomt, de Ericaceae. Deze mycorrhizaschimmels krijgen de extra benodigde energie voor de afbraak van de meer resistente organische stof van de plant in de vorm van eenvoudige suikers, in ruil voor nutriënten die aan de plant worden geleverd. Zoals al gemeld is de begrazing van al deze schimmels van belang voor hun activiteit en daarmee dus voor de snelheid van de afbraak van organische stof. Het is te verwachten dat een grotere biodiversiteit en/of dichtheid aan schimmelgrazers, daarmee ook een positief effect kan hebben op de beschikbaarheid van nutriënten voor de bomen. Bij de schimmeleters maken we een onderscheid tussen de browsers en grazers: browsers kunnen in grotere dichtheden een negatief effect hebben op de schimmelgroei, maar grazers hebben altijd een positief effect doordat ze onder andere chitine uit de schimmelcelwand verteren en de stikstof daaruit weer beschikbaar maken in de kringloop.

## Op zoek naar de schimmeleters

Om te onderzoeken welke rol bodemfauna speelt

**Figuur 1.** Typische podzolbodem



in bosbodems zijn mijten en springstaarten bemonsterd van een aantal oude bosstandplaatsen (bij Ugchelen, Loenen en Hoenderloo) en vergeleken met die van oude houtwallen uit het kampenlandschap en met de bodemfauna van jongere bossen, aangelegd vanaf het einde van de 19de eeuw, tot ongeveer de jaren dertig van de vorige eeuw. De oude houtwallen uit het kampenlandschap zouden ook een oud bosbodemprofiel moeten hebben met een volledig ontwikkelde bodemfauna. Deze houtwallen zijn namelijk overgebleven randen tussen de ontginningen in het oude bos. Natuurlijk zal de opstand regelmatig zijn verwijderd, maar de verwachting is dat de bodem onberoerd is gebleven. Gezien de ligging nabij ontginningen is hier meer biomassa geogost in de loop der eeuwen dan in de oude bosstandplaatsen.

Als we een verschil vinden tussen de oude bosstandplaatsen en de oude houtwallen, zou dit mogelijk toe te schrijven zijn aan het verschil in oogstvolume. Als er een verschil is tussen de oude bosstandplaatsen en de oude houtwallen enerzijds en de jongere bossen anderzijds, zou dat kunnen liggen aan verschillen in substraat (de kwaliteit van de bosbodem), of aan verschillen in kolonisatiesnelheid van de bodemfaunasoorten. Hier zou de overlevingsstrategie van de mijten en springstaarten wellicht uitsluitsel kunnen geven. Er zijn drie oude bosstandplaatsen, tien oude houtwallen en veertien jongere bossen bemonsterd. Alle mijten en springstaarten van de vier monsters per locatie zijn tot op de soort gedetermineerd en konden met de database een voedselgilde (groep van soorten die dezelfde voedsel-

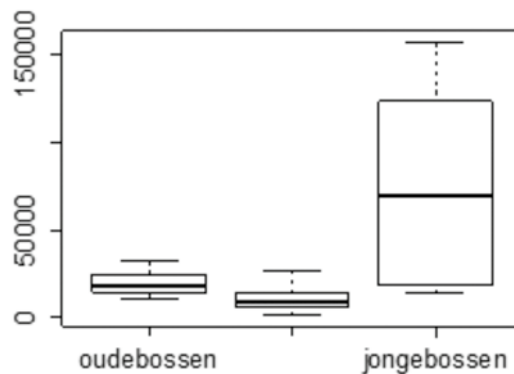
componenten gebruiken) en overlevingsstrategie worden toegekend.

### Jonge bodems armer

De dichtheden van mijten en springstaarten kunnen in bosbodems hoog oplopen, tot wel bijna 400.000 individuen per vierkante meter. Er blijkt geen significant verschil te zijn in dichtheden van mijten en springstaarten tussen oude bossen, oude houtwallen en jonge bossen. De aantallen in de jonge bossen lijken iets groter te zijn, maar vanwege de grote variatie is dit verschil niet significant. Dat wordt anders wanneer we naar het aantal soorten gaan kijken (figuur 2). Er is geen significant verschil tussen oude bossen en houtwallen, maar wel heel duidelijk ( $p < 0.0003$ ) tussen oude bossen en jonge bossen. Hier staat de letter p voor de overschrijdingskans in een statistische verdeling. P geeft de kans aan dat de bewering toch niet waar blijkt te zijn, in dit geval dus kleiner dan driehonderdste procent. Wanneer we oude bossen en houtwallen samen toetsen tegenover jonge bossen wordt de significantie nog duidelijker ( $p < 0.000003$ ). Het verschil in soorten aantal wordt vooral verklaard door de diverse groepen van schimmelgrazers. Het minimum aantal soorten voor een jong bos is 22 en het maximum hier 38, hetgeen ook meteen het minimum is voor de oude bossen en houtwallen, waar het totaal aantal schimmelende soorten oploopt tot 53. Een flink aantal soorten in de oude bossen en houtwallen komt alleen hier voor, dit blijken soorten te zijn zoals *Nothrus anauniensis*, *Liacarus coracinus* en *L. subterraneus*, soorten die zich allemaal moeilijk verspreiden en mogelijk



**Figuur 2.** Boxplot van resp. de soortenrijkdom van oude bossen, oude houtwallen en jonge bossen.



**Figuur 3.** Boxplot van resp. de dichtheid van herbivore mijten en springstaarten van oude bossen, oude houtwallen en jonge bossen.

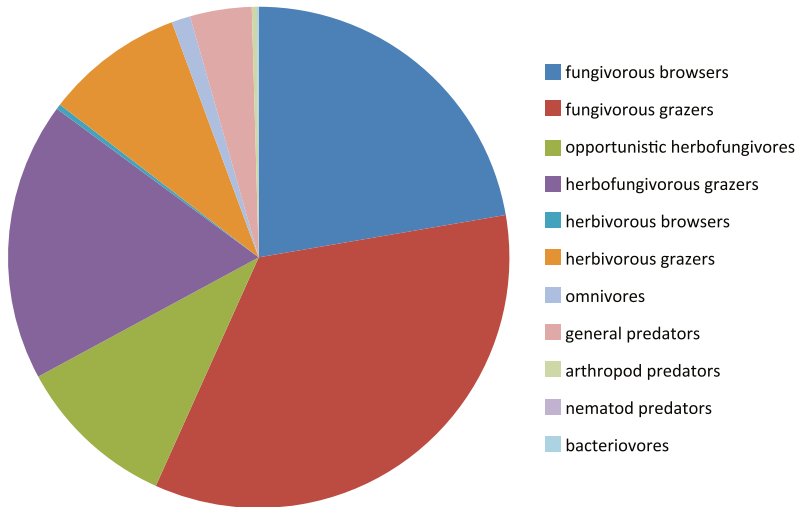
ren. In aantallen individuen vinden we weer geen significant verschil voor de schimmeleeters tussen de verschillende bostypen. De grotere aantallen mijten en springstaarten in jonge bossen worden grotendeels verklaard door het grote aantal herbivoren (eters van dood blad en ook algen) (zie figuur 3). Er zijn in jonge bossen significant meer herbivoren ( $p < 0.037$ ).

In figuur 4 staat als voorbeeld de verdeling van de verschillende voedselgildes van een typische oude bosbodem weergegeven, in dit geval in een oude houtwal bij Elspeek. Opvallend is het relatief grote aandeel van schimmeleeters (85%) in de totale bodemfauna. Als we dit vergelijken met een typische jonge bosbodem van een bos bij Gasselte (figuur 5) dan zien we een veel bescheidener aandeel van schimmeleeters (<50%) en een veel groter aandeel herbivoren. Vermoedelijk is het grootste deel van de organische stof nog relatief gemakkelijk verteerbaar.

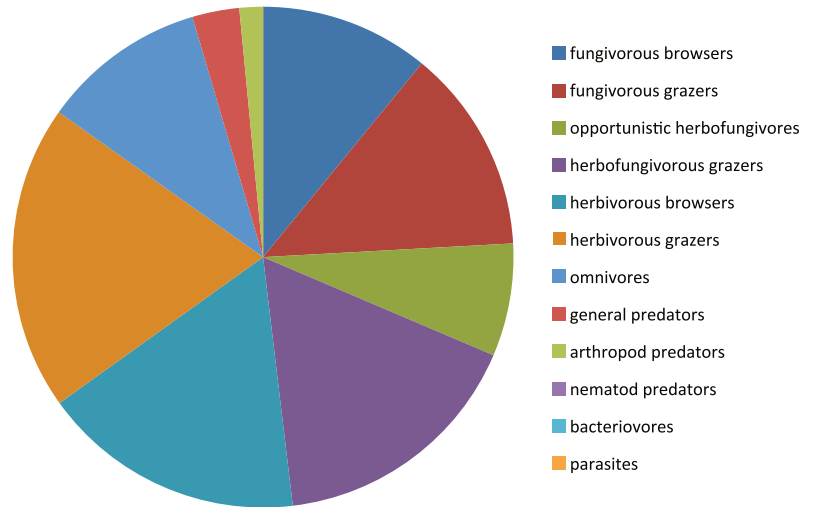
### Mogen we nu wel of niet oogsten?

Oude bosbodems blijken een zeer diverse en uitgebreide soortensamenstelling te hebben, waarbij vooral de diversiteit van schimmeleeters veel groter is dan in jonge bossen. Wat ook opvalt en wellicht verrassend is, is de vrijwel even grote diversiteit van mijten en springstaarten in bodems van oude houtwallen, terwijl die bodems toch midden in het agrarisch gebied liggen en zeker veel meer zijn geëxploiteerd dan de oude bossen. Het lijkt erop dat misschien niet de mate van houtoogst bepalend is voor de diversiteit van de bodemfauna (en daarmee voor het nutriënten leverend vermogen van de bodem), maar

**Figuur 4.** Verdeling van voedselgildes van mijten en springstaarten in een bodem van een oude houtwal bij Elspeet, als voorbeeld voor de categorie oude bosbodems en houtwallen. De schimmelers samen vormen 84% van de bodemfauna. De browsers (incl. opportunistische herbofungivores vormen hier 32% van de bodemfauna, de grazers (incl. de herbofungivorous grazers) vormen 52%. Het is belangrijk dat het aandeel grazers het grootste is.



**Figuur 5.** Verdeling van voedselgildes van mijten en springstaarten in een bodem van een jong bos bij Gasselte, als voorbeeld voor de categorie jonge bosbodems. De schimmelers samen vormen minder dan 50% van de bodemfauna en de herbivoren ca. 37%. De browsers (incl. opportunistische herbofungivores vormen hier in totaal 18% van de bodemfauna, de grazers (incl. de herbofungivorous grazers) vormen 30%.



vooral het onverstoord blijven van de bodem zelf. Onder de oude houtwallen zijn er die tussen twee maisakkers liggen en waarvan de vegetatie inmiddels sterk wordt bepaald door bramen en brandnetels. Floristisch niet meer ideaal, maar de diversiteit van de bodemfauna blijkt daar nog volledig intact. Belangrijke verstoringen voor de bodemfauna zijn bodembewerkingen zelf, maar ook het weghalen van de vegetatie in het voorjaar of zomer, waardoor de bodem uitdroogt. Dit is eerder onderzocht in eigen monsters, maar ook in een dataset van Moritz van verschillende kap-

vormen van bossen. Veel soorten blijken slecht tegen droogte te kunnen, zeker onder de in oude bosbodems talrijke schimmelende soorten. Als we het relatief intensieve oogsten van hout op houtwallen als maat nemen, dan hoeft deze mate van intensiteit dus niet te leiden tot een vermindering van de biodiversiteit van de bodem, en daarmee een vermindering van het nutriënten leverend vermogen van die bodem. Wel van belang is de manier van oogsten. De bodem zal zo goed mogelijk gespaard moeten blijven. Zwaar materieel dat diepe sporen trekt is dan ook

ongewenst. Volledige eindkap op grotere oppervlakten en/of oogst in voorjaar of zomer leidt tot uitdroging van de bodem en daarmee tot een lagere diversiteit aan bodemorganismen. Willen we de diversiteit van de bodem in stand houden en ook grote oogst volumes tegelijk uit het bos halen, dan is grootschalige oogst in het groeiseizoen dus uit den boze en wanneer de oogst dan wel wordt uitgevoerd mag de bodem niet ingrijpend worden beroerd met zware belasting door materieel.<

*henk.siepel@wur.nl*

ADVERTENTIE

Onderzoekcentrum B-WARE, een spin-off bedrijf van de Radboud Universiteit Nijmegen, combineert toegepast en wetenschappelijk onderzoek naar de biogeochemische en ecologische processen die bepalend zijn voor het functioneren van (natte) ecosystemen.

## Cursussen natuur- en herstelbeheer 2015

Om kennisuitwisseling tussen onderzoek en beheer of beleid te stimuleren organiseert B-WARE cursussen op het gebied van natuur- en herstelbeheer. Voor 2015 staan de volgende cursussen op het programma:

- **Vernieuwd!** Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond 17, 18, 24 en 25 juni 2015
- Stikstofdepositie en herstelbeheer in Natura 2000-gebieden 7, 8, 13, 14 en 15 oktober 2015
- Biogeochemie en natuurkwaliteit 1, 2 en 3 december 2015

Onderzoekcentrum B-WARE | Radboud Universiteit Nijmegen | Postbus 6558 | 6503 GB Nijmegen | T 024-3652813 | E info@b-ware.eu | W www.b-ware.eu

