De Levende Natuur 86 (2):42-45 (1985)

Aantastingen door schimmels, bastkevers en andere insecten bleken van ondergeschikt belang te zijn als oorzaak van het merendeel van de vitaliteitsverminderingen.

Wat de bodem betreft zijn er zeer interessante dingen gevonden. Twee soorten bodems blijken niet voor verzuring gevoelig te zijn. De eerste soort is zeer mineralenrijk en verandert dientengevolge door toevoer van mineralen via de lucht slechts langzaam. De tweede soort is zeer arm aan aluminium waardoor de boomwortels niet zo snel door het in zuur oplosbare aluminium aangetast worden.

Gebleken is dat op de voor verzuring minder gevoelige bodemtypen de vitaliteit van het bos opvallend beter is dan op bodemtypen die wel gevoelig zijn voor verzuring. Dat betekent dat de vitaliteitsvermindering in belangrijke mate via beïnvloeding van de processen in de bodem tot stand komt. Tussen luchtverontreinigingsniveau's en de vitaliteit bestaan ook verbanden. Naarmate de concentraties zwaveldioxyde en ammoniak in de lucht hoger worden, wordt de vitaliteit van bomen minder. Daar komt nog bij dat in bosstructuren die de filtering van luchtverontreiniging vergroten, de bomen minder vitaal zijn dan in bosstructuren waar dit in mindere mate optreedt.

Summary

The healthconditions of Dutch forests cause grave concern. This is the conclusion from a nationwide inventory in 1984. The state of 70.000 trees at 2.800 spots was described together with their site and stand characteristics. It came out that 50,5% of the trees wereof normal health. However 40% of these is not vital any more, but may recover. The trees in 8% of the plots were in such a bad condition that the major part of these stands will have to be replaced within 10 years, which is much faster than the normal replacement. 1,5% of the forest has no future and has to be felled soon. Insect damage, pests, drought and some other causes are only on a limited scale responsible for the bad shape of the forests. The influence of air pollution is considered to be the major factor. Especially forests on soils that are susceptible to the input of acids are damaged. 75% of the Dutch forests is located on such soils. Stand characteristics that are considered to increase the deposition of airpollution are linked with significant higher damage rates.

Ir. W. M. J. den Boer
Rijnstraat 57
3911 KR Rhenen

De achteruitgang in groei van Grove Den, die is geconstateerd in de nabijheid van intensieve veehouderij, kan veroorzaakt worden door verandering in bodemschimmels en mycorrhiza. Een nieuwe techniek om dit te onderzoeken wordt gepresenteerd.

A. L. Bosch

Luchtverontreiniging door ammoniak en de rol van mycorrhiza in een grovedennenbos

Ammoniak (NH_3) is één van de vele componenten die een rol spelen bij de huidige luchtverontreinigingsproblematiek. Ammoniak is een gas dat in Nederland in vrij grote hoeveelheden in de atmosfeer wordt gebracht. Buisman et.al. (1984) geven aan dat Nederland met 145.000 ton NH_3 per jaar de hoogste ammoniakuitworp binnen geheel Europa heeft. Hiervan is 89% afkomstig uit dierlijke mest. Intensieve veehouderij kan lokaal een zeer hoge ammoniakuitworp veroorzaken. De ammoniakuitworp kan rechtstreeks uit de stallen komen, maar heeft vooral plaats bij het veelal overvloedig uitrijden van drijfmest over de akkers. Uit een door het IMOU (Instituut voor Meteorologie en Oceanografie van de Rijks Universiteit Utrecht) vervaardigde ammoniakemissiekaart (fig. 1) blijkt dat binnen Nederland een grote variatie in ammoniakemissie bestaat. Doordat de ammoniak op grondniveau in de atmosfeer wordt gebracht (niet via schoorstenen) vertoont de concentratie een grilliger verdeling over het land dan andere luchtverontreinigingscomponenten. De hoogste concentraties van ammoniak in de atmosfeer worden gevonden in gebieden met veel intensieve veehouderij (o.a. Peel en West-Veluwe).

Hoogtegroei- en jaarring-analyse

De boswachterij Kootwijk (West-Veluwe) bestaat grotendeels uit beboste stuifzanden en grenst aan de Gelderse Vallei, een gebied met veel intensieve veehouderij. In deze boswachterij is gezocht naar een verband tussen de groei van Grove Den *(Pinus sylvestris)* in de loop van de tijd en de afstand tot het gebied van de intensieve veehouderij (Smitt & Bosch, 1985). Met behulp van jaarringanalyse is de jaarlijkse diktegroei vastgesteld. Aan de hand van de afstanden tussen takkransen kon het verloop van de hoogtegroei worden bepaald. Aldus werden groeicurven van de hoogte en de dikte geconstrueerd van bomen uit drie proefpercelen die op verschillende afstand van het intensieve veehouderijgebied liggen.

De Levende Natuur 86 (2):42-45 (1985)

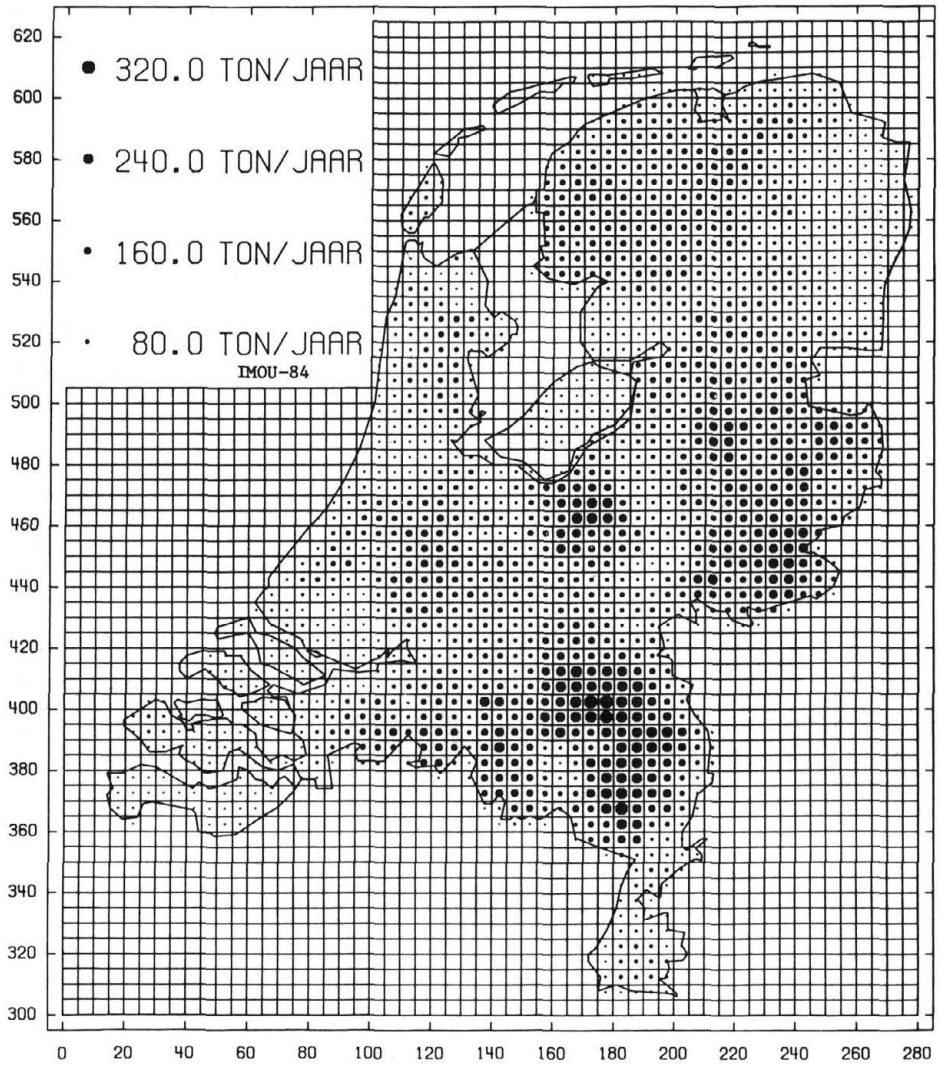


Fig. 1. Verdeling van de dierlijke ammoniakemissie (5-5 km rooster) over Nederland (Instituut voor Meteorologie en Oceanografie R.U. Utrecht).

Distribution of ammonia influx of animal origin over The Netherlands.

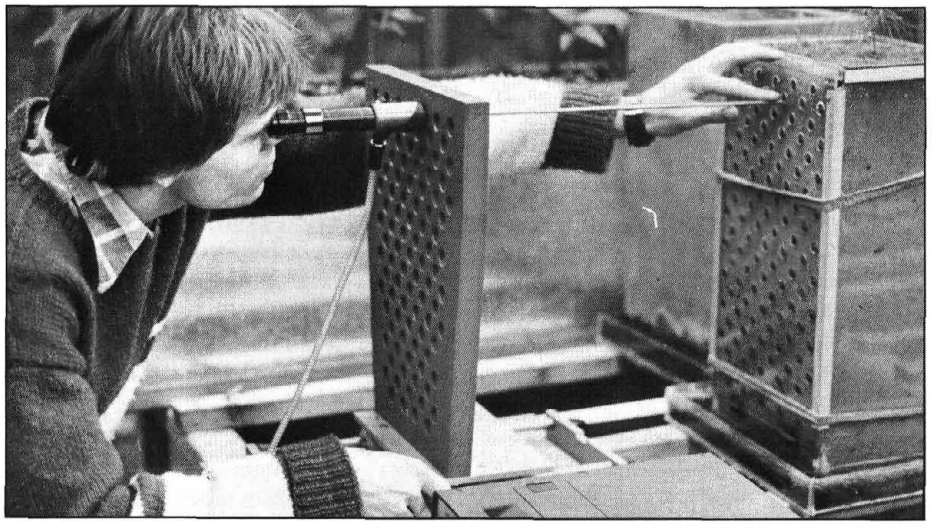


Fig. 2. Het geperforeerde bodem systeem. Door de gaten groeien de wortels waar zich mycorrhiza kunnen vormen. Met behulp van een intrascoop kunnen de wortels bestudeerd worden.

The perforated soil system. The roots grow through the perforations, where mycorrhiza can develop. The roots are observed with the aid of an intrascope.

Uit de jaarringanalyses blijkt dat op alle drie locaties de jaarlijkse diktegroei 15 à 20 jaar geleden enigszins toenam; een zekere groeipiek is te constateren. Later is deze groeitoename op 400 m en op 900 m afstand van de grens met het intensieve veehouderijgebied omgebogen in een groeiafname tot 50% resp. 75% ten opzichte van de periode vóór de groeipiek. In het proefperceel op 2100 m afstand nam de diktegroei af tot het niveau van de periode vóór de gevonden groeitoename. Uit de groeicurven kan worden afgelezen dat de bomen op de drie locaties in de periode vóór de bovengenoemde groeipiek evenveel en constant in de hoogte toenamen.

Er is geen piek gevonden bij de hoogtegroei, maar wel een groeiafname in de afgelopen 15 jaar. De groeiafname trad later op naarmate de bomen verder van de grens met de intensieve veehouderij verwijderd waren: 15, resp. 10 en 5 jaar geleden (Smitt & Bosch, 1985).

Gezien de betrekkelijk jeugdige leeftijd van de bospercelen, thans 55 jaar, zou men nog een goede groei kunnen verwachten. Er is geen bosbouwkundige verklaring voor de gevonden groeiafname te vinden. De groeipiek omstreeks 1965 kan mogelijk veroorzaakt zijn door een aantal opéénvolgende natte jaren, maar dergelijke pieken zijn niet tijdens andere natte perioden gevonden.

Discussie en conclusies

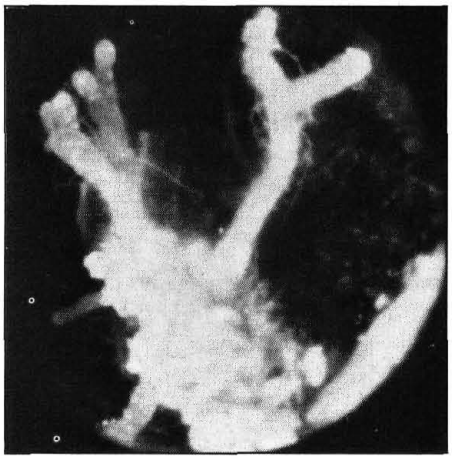
Het ligt voor de hand een verband met de ammoniakuitworp te veronderstellen. Het probleem van dit type onderzoek is echter dat een correlatie geen bewijs is voor het bestaan van een oorzakelijk verband. De aard van de eventuele aantasting van het bos is nog niet volledig duidelijk. Met betrekking tot deze relatie stelden Van Breemen et al. (1982) vast dat bij de neerslag van ammoniak op zure zandgronden zoals in Kootwijk, nitrificatie en daardoor verzuring plaatsvindt.

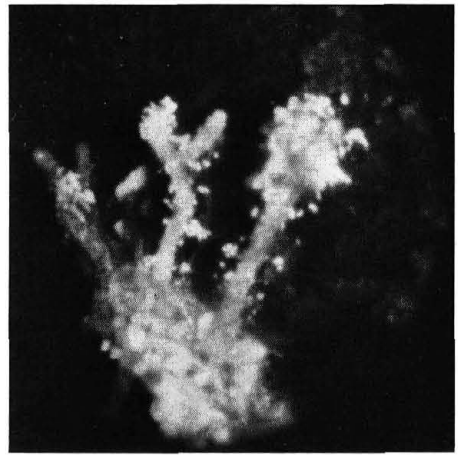
Toch is het de vraag of verzuring en de gevolgen daarvan een verklaring zouden kunnen zijn voor de geconstateerde groeivermindering. Jaarlijkse pH-schommelingen zijn veelal groter dan de tot nu toe gemeten pH-dalingen.

Smits (1984) wees voor het eerst in Nederland op het belang van mycorrhiza bij de aantasting van de bossen. Mycorrhiza is een vorm van symbiose tussen boomwortels en schimmels. Veel van deze schimmels manifesteren zich in de

De Levende Natuur 86 (2):42-45 (1985)

bossen als paddestoelen. Op één bepaalde boomsoort kunnen echter vele honderden schimmelsoorten mycorrhiza vormen (Trappe, 1962). In de bodem is in de regel een gevarieerde schimmelflora aanwezig, waarbij voor de boom de betekenis van schimmel tot schimmel kan verschillen. Deze mycoflora zal per biotoop anders van samenstelling zijn. Dit hangt mede af van de voedingstoestand van de bodem. In dit opzicht kan een





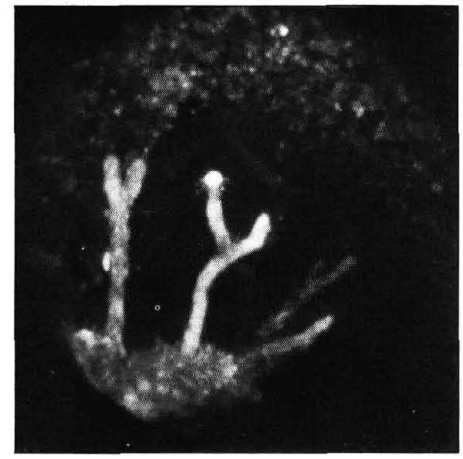


Fig. 3. Mycorrhiza gefotografeerd in de perforaties; (a): Mycorrhiza op een 5 maanden oude wortel van Grove Den. (b): Sporulering, één maand later. (c) Twee weken later sterft de mycorrhiza af.

Mycorrhiza photographed inside the perforations. (a): Mycorrhiza on a 5 months old root of Scotch pine. (b): Sporulation one month later. (c): Two weeks later the mycorrhiza is dying.

parallel getrokken worden met het optreden van bepaalde plantengemeenschappen in bepaalde biotopen. In veel Nederlandse bossen, waaronder die in Kootwijk, is sprake van een min of meer voedselarm of oligotroof milieu (stuifzand).

Bannink et.al. (1973) geven op grond van uitgebreide karteringen aan welke plantengemeenschappen zich ontwikkelen op diverse groeiplaatsen in naaldbossen. Hierbij valt op dat in het Kootwijkse bos acht verschillende vegetatietypen voorkwamen (Bannink & Leys, 1957). Thans is de vegetatie sterk veranderd. Bochtige Smele *(Deschampsia flexuosa)* en Rankende Helmbloem *(Corydalis claviculata)* domineren nu sterk (de Vries, 1982). Met name Rankende Helmbloem kwam in 1957 in het geheel niet voor. In 1973 geven Bannink et al. nog steeds aan dat Rankende Helmbloem op zandgronden alleen voorkomt op stikstofrijke groeiplaatsen, zoals beboste voormalige landbouwgronden. Deze verandering in het kruidendek is waarschijnlijk een gevolg van eutrofiëring. Een overvloed van stikstof bijvoorbeeld in de vorm van ammoniak kan de groei van bepaalde soorten sterk stimuleren, waardoor andere aan oligotrofe milieus aangepaste soorten worden weggeconcurreerd.

Het is aannemelijk dat een dergelijk proces tevens bij de schimmelflora plaatsvindt. Dat er inderdaad drastische verschuivingen in de Nederlandse paddestoelflora optreden blijkt uit onderzoek van het Biologisch Station in Wijster (Arnolds et al., 1984). Hierbij werd aangetoond dat sommige paddestoelen de laatste jaren sterk zijn uitgebreid en andere, met name de mycorrhizavormers, sterk afgenomen zijn. Dit kan betekenen dat de mycorrhizabezetting is veranderd. Een veranderde mycorrhizabezetting kan voor de boom erg ongunstig zijn indien deze minder dicht wordt of indien de schimmel mycorrhiza vormt die minder voordeel voor de boom oplevert.

In het licht van de bovengeschetste achtergronden kan het groeigedrag van de Kootwijkse bomen als volgt verklaard worden. Bij de toename van het stikstofniveau in de bodem verbeterde het aanbod van voedingsstoffen voor de bomen, hetgeen de groeipiek kan verklaren. Ook de schimmelflora reageerde waarschijnlijk op de veranderende omstandigheden. Door het verschuiven van concurrentieverhoudingen binnen de schimmelflora werd de oorspronkelijke mycorrhizabezetting geleidelijk veranderd, waardoor de vitaliteit en groei van de bomen afnamen. Indien deze theorie juist is betekent dit dat bekalking, een oplossing die Van Dienst (1984) geeft voor het ammoniakprobleem, geen werkelijke oplossing is. De schimmelflora zal zich dan waarschijnlijk opnieuw wijzigen, maar niet de oude worden. Op beboste oude landbouwgronden bleek in het verleden dat, ondanks een hoge pH, de groei van de bomen achterblijft. Bij herbebossingen is het thans algemene bosbouwpraktijk de bodem zo min mogelijk te verstoren ten einde de microflora in de bodem zoveel mogelijk in stand te houden.

Toekomstig onderzoek

Het verdere onderzoek naar het verband tussen ammoniak en vitaliteit van het bos zal zich richten op het onderzoek naar verschuivingen in de schimmelflora. Met een recent ontwikkelde techniek, gebruikmakend van een geperforeerd bodemsysteem, kan de mycorrhizavorming en de wortelontwikkeling van jonge boompjes gevolgd worden (fig. 3). Het geperforeerde bodemsysteem is een kluit grond met smalle parallelle gangen waar de wortels doorheen groeien (van den Tweel & Schalk, 1981; Bosch, 1984). Uit oriënterend onderzoek bleek reeds dat mycorrhiza regelmatig verdwijnen (fig. 4). Wat de betekenis hiervan is, moet nog nader worden onderzocht. De soms korte levensduur van de mycorrhiza betekent wel dat een mycoflora zich op relatief korte termijn zou kunnen wijzigen. In toekomstig onderzoek zullen proeven met Grove Den onder verschillende ammoniakbelastingen uitgevoerd worden.

De nadruk die hier op de rol van mycorrhiza wordt gelegd, betekent overigens niet dat de verzuring van de bodem of de aantasting van de naalden geen rol zouden spelen voor de achteruitgang van Grove Den en evenmin dat andere componenten zoals NO_x-verbindingen of ozon van ondergeschikt belang zouden zijn.

De Levende Natuur 86 (2):42-45 (1985)

Literatuur

Arnolds, E., J. J. Barkman en E. Janssen, 1984. Mogelijke oorzaken en gevolgen van veranderingen in de Nederlande mycoflora. Ter perse. Uitgave KNNV en NMV.

Bannink, J. F. en H. N. Leys, 1957. Origineel karteringsmateriaal. Stiboka. Wageningen.

Bannink, J. F., H. N. Leys en I. S. Zonneveld, 1973. Vegetatie, groeiplaats en boniteit in de Nederlandse naaldhoutbossen. Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen 800. Pudoc. Wageningen.

Bosch, A. L., 1984. A new root observation method: the perforated soil system. Acta Ecologica/Ecologia Plantarum. 5(19):61-74.

Breemen, N. van, P. A. Burrough, E. J. Velthorst, H. F. van Dobben, T. de Wit, T. B. Ridder en H. F. R. Reynders, 1982. Soil acidification from atmospheric ammonium sulphate in forest canopy throughfall, Nature. 299:548-550.

Buisman, E., H. Maas en W. H. Asman, 1984. Nederland Europa's ammoniakhoekje. Chemisch Weekblad. 80(50):393.

Diest, A. van, 1984. De bijdrage van de landbouw aan zure regen: fantasieën en feiten. L & O. (3):6-8.

Smits, W. T. M., 1984. Gezonde mycorrhiza, gezonde bossen. Nederlands Bosbouwtijdschrift. 56(4):92-96.

Smitt, A. T. en A. L. Bosch, 1985. Vitaliteit van grovedennenbos in relatie tot intensieve veehouderij. Nederlands Bosbouwtijdschrift. Ter perse.

Trappe, J. M., 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. Botanical Review. 28:538-606.

Tweel, P. A. van den en B. Schalk, 1981. The horizontally perforated soil system: a new root observation method. Plant en Soil. 59:163-165.

de Vries, I. M., 1982. De invloed van luchtverontreiniging/zure neerslag op hogere planten. Intern Rapport R.U.U./RIN. Leersum.

Summary

Airpollution by ammonia and the role of mycorrhizal flora in a plantation of Scotch pine.

In a forest area planted with Scotch pine *(Pinus sylvestris)*, near Kootwijk (West-Veluwe) important growth reductions have been found. The growth reductions showed a strong correlation with the distance to an intensive agriculture area with livestock industry nearby. The possible role of disturbance of the mycorrhizal flora is discussed in relation to the influence of ammonia influx. Recently developed techniques for further laboratory research are illustrated (see figures).

Ir. A. L. Bosch
Vakgroep Bosteelt
Landbouwhogeschool
Postbus 342
6700 AH Wageningen

Zure regen

En ieder nieuw geboren kind
zou een apostel kunnen wezen.
In ied're streling van de wind
zou men de boodschap kunnen lezen.

Keer t'rug o arrogante dwaas
die denkt de schepping te beheren.
Leg stil Uw dreunend doodsgeraas
't vervuilend sissend gifgeblaas.
Slechts dan zal 't kwade tij zich keren.

Dan zal de wind weer blad bewegen
waarvan het water paarlend rolt
verspettert en weer verder tolt
neerplensend uit een milde regen.

Bert Verhoef