

LUCHTVERONTREINIGING, SCHIMMELS & ONDERZOEK

Samenvatting van een lezing op de Floradag van 13 april 1991

Aad Termorshuizen, Havenstraat 5, 6701 CK Wageningen

Veel luchtverontreiniging doodt alles: in een atmosfeer die slechts bestaat uit bijvoorbeeld SO₂ is leven op aarde niet mogelijk. Daarentegen kan een zeer geringe mate van luchtverontreiniging geen kwaad. Er is dus een grensniveau waarbeneden luchtverontreiniging geen kwaad kan, en waarboven luchtverontreiniging wel kwalijke gevolgen heeft. Over dit grensniveau wordt veel gediscussieerd: met welke mate van vervuiling nemen we genoegen? Politici nemen hierover beslissingen, waarbij zij zich richten op resultaten van wetenschappelijk onderzoek. Naast het feit dat de politicus andere belangen heeft (bv. industrie en publieke opinie), is het zo eenvoudig nog niet om een ondubbelzinnig advies te krijgen van wetenschappers. Een wetenschapper twijfelt en nuanceert; bovendien hebben verschillende wetenschappers verschillende theorieën.

Een illustratie van problemen die zich hierbij kunnen voordoen is het onderzoek naar de achteruitgang van de vitaliteit van de bossen: een stoet van wetenschappers heeft hier z'n zegje over gedaan. Zure regen, ozon, virus epidemie, verkeerd bosbeheer, klimaatverandering: ze zijn allemaal genoemd als de boosdoener. De geïnteresseerde leek die al deze wijze uitspraken tot zich neemt zal wel eens twifelen aan de wijsheid van deze wetenschappers. Een andere conclusie echter kan zijn dat de zaak nog niet zo simpel is. Dit laatste kan als motto dienen voor de themadag van de Floracommissie, die gehouden werd op 13 april 1991 en die handelde over de invloed van luchtverontreiniging op het bos.

Hoe complex effecten van luchtverontreiniging kunnen zijn, illustreert een uitgebreid onderzoek van Grzywacz & Wazny (1973) in het Poolse plaatsje Torún, waar een fabriek 600 kg SO₂ per uur uitstoot. Hier werden in 1971 60 opstanden van Grove den onderzocht die in afstand tot de fabriek varieerden van 0,5 tot 5 km. De opstanden werden ingedeeld in schadeklassen op basis van uiterlijke kenmerken van de bomen (0: gezond, IV: zeer ziek). Geïnterviewd werden de vruchtlichamen van een aantal pathogene schimmels aan geselecteerde bomen. In het onderzoek zijn 36.000 bomen betrokken en 20.000 dennenaalden voor bepalingen aan *Lophodermium pinastri*.

Uit het onderzoek komt naar voren dat soorten verschillend reageren (figuur 1). Alle soorten waren het minst talrijk in de meest beschadigde opstanden. Bij meer vitale opstanden nam de talrijkheid echter ook af bij drie van de vier onderzochte soorten: *Armillaria mellea*, *Melampsora pinitorqua* en *Heterobasidion annosum*. Deze soorten kwamen optimaal voor in de iets minder vitale opstanden. In deze opstanden werden ook de meeste sterk verrotte stronken gevonden.

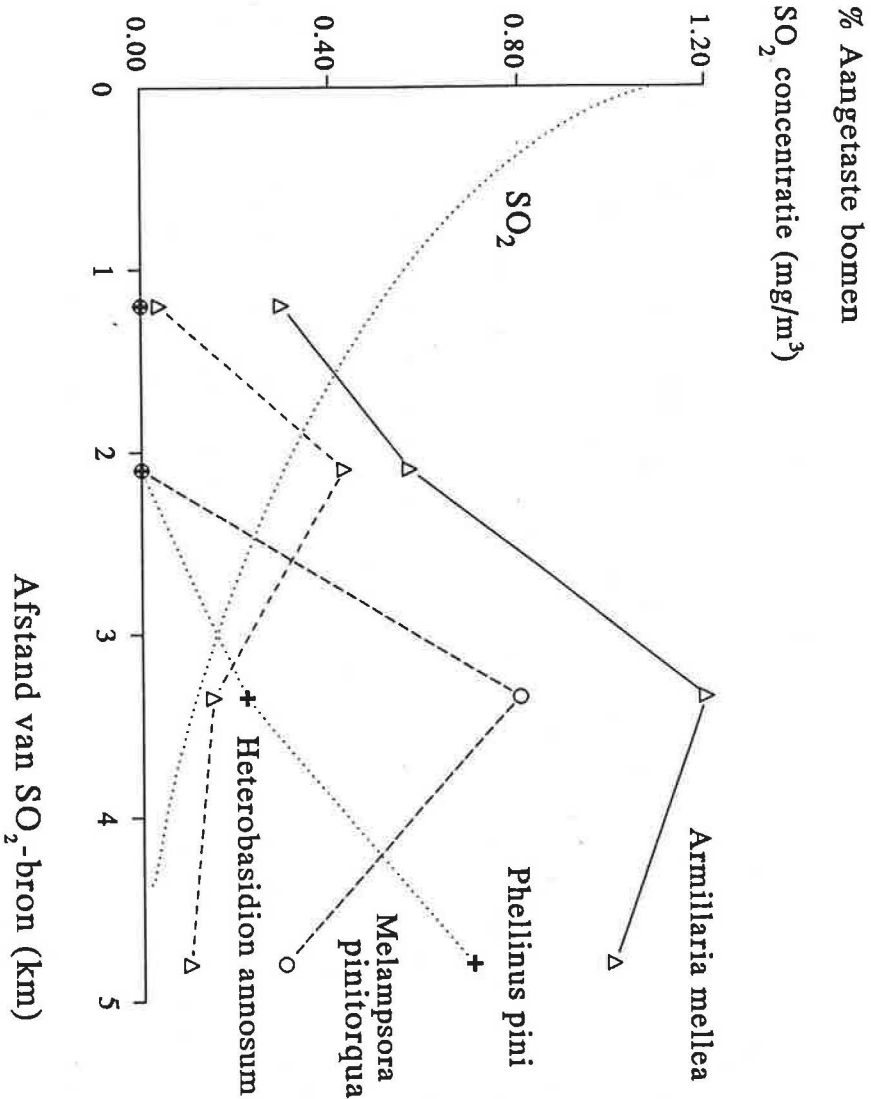


Fig. 1. Voorkomen van vruchtlichamen van vier soorten pathogene schimmels in opstanden van *Pinus sylvestris* op verschillende afstanden van een SO_2 bron in Torún, Polen. De stippelijijn geeft de SO_2 -concentratie aan. Met dezelfde getallen geeft de verticale as zowel het % bomen met vruchtlichamen als de SO_2 -concentratie weer. Naar Grzywacz & Wazny (1973).

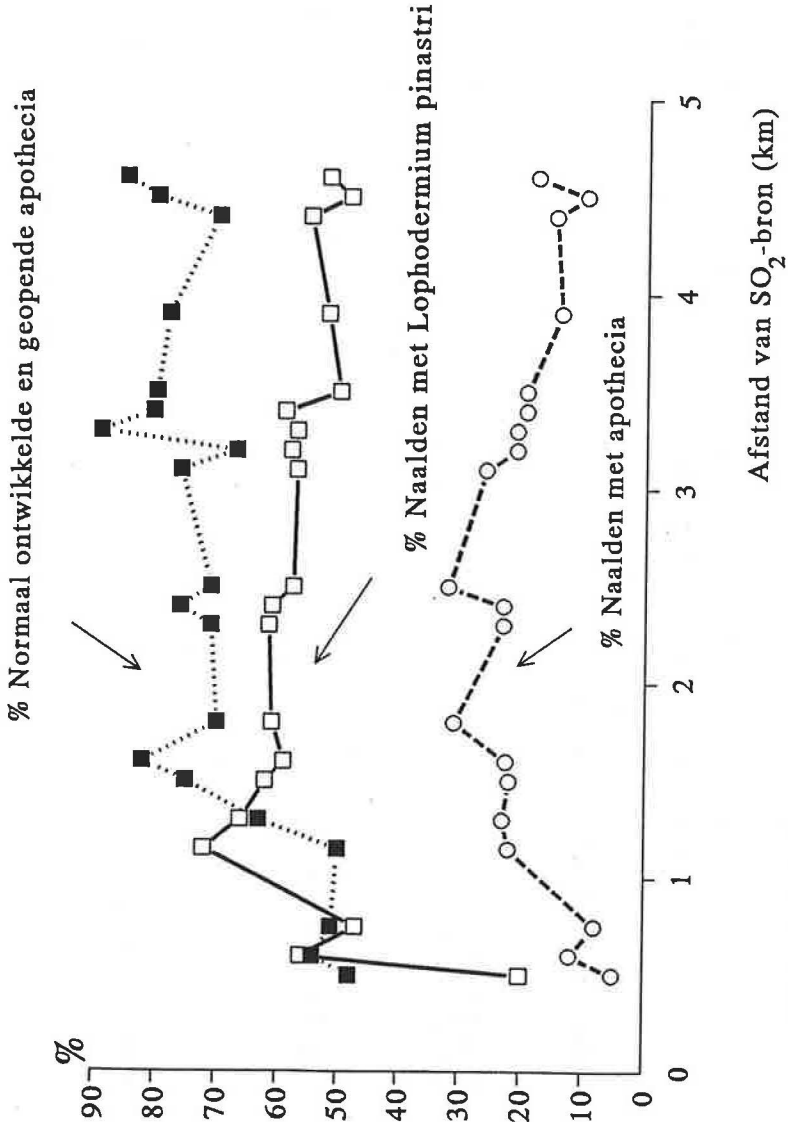


Fig. 2. Metingen aan *Lophodermium pinastri* in opstanden van *Pinus sylvestris* op verschillende afstanden van een SO₂ bron in Torún, Polen. ... : Normaal ontwikkelde en geopende apothecia (100% = alle onderzochte apothecia); ___ : Naalden met *L. pinastri* (100% = alle onderzochte naalden); --- : Naalden met apothecia (100% = alle onderzochte naalden). Naar Grzywacz & Wazny (1973).

De vitale opstanden hadden blijkbaar nog voldoende weerstand voor de pathogene schimmels (behalve voor *Phellinus pini*). Bij de niet-vitale opstanden spelen twee zaken een rol: (1) de onderzochte schimmels kunnen daar verdrongen zijn door andere, saprofytische schimmels en (2) de schimmels ondervinden zelf ook negatieve gevolgen van de luchtverontreiniging. Dit laatste is in overeenstemming met het aantal sterk verrotte stronken, dat in de niet-vitale opstanden veel geringer was dan in de iets minder vitale opstanden.

Als de onderzoekers slechts gekeken hadden naar opstanden die 3,4 km en verder verwijderd waren van de bron dan hadden ze moeten concluderen dat de luchtverontreiniging een positief effect had op *Armillaria mellea* en *Melampsora pinitorqua*. Naar Nederlandse begrippen zou het onderzoek dan nog zeker interessant zijn, aangezien de luchtverontreiniging op 3,4 km afstand van de bron nog altijd ongeveer 15 maal hoger was dan de gemiddelde jaarconcentratie in Nederland.

Hoe wordt *Lophodermium pinastri* nu beïnvloed door de luchtverontreiniging? (figuur 2). Als we louter naar de aanwezigheid van *L. pinastri* kijken dan valt het effect wel mee: alleen op afstanden geringer dan één kilometer is er een effect te bespeuren. De meeste apothecia werden echter gevonden in de opstanden die tussen twee en drie kilometer afstand van de bron gelegen waren. Blijkbaar reageert *L. pinastri* dus net als bijvoorbeeld *Armillaria mellea*: op naalden afkomstig van gezonde bomen is de ontwikkeling ook niet optimaal. Dit blijkt daarentegen weer niet als we de frequentie van normaal ontwikkelde en geopende apothecia bezien. Hoe verder van de bron des te beter, lijkt het motto voor de ontwikkeling van normale apothecia.

Werkt in het Poolse onderzoek SO_2 nu positief of negatief? Bij hele hoge concentraties in ieder geval negatief. Bij minder hoge concentraties hangt dit af van het organisme waarnaar gekeken is. Voor ieder van de organismen kan aangegeven worden vanaf welke SO_2 concentratie er een negatief effect is op de abundantie. Voor *L. pinastri* ligt dit echter ingewikkelder. Waarnaar moeten we kijken? Alleen het vóórkomen, of ook de aanwezigheid van apothecia? Maar is dit laatste voldoende, moeten we eigenlijk niet alleen naar gezonde apothecia kijken? Deze vragenlijst kan naar believen uitgebreid worden (sporenproductie, kiemkracht van de sporen, pathogeniteit, allerlei morfologische kenmerken).

Het Poolse voorbeeld was een extreem geval, omdat SO_2 hier alles-overheersend was. Buiten de directe invloed van grote industrieën is de situatie nog veel ingewikkelder, omdat daar vele soorten luchtverontreiniging een rol spelen, die ieder hun eigen effect hebben. Bovendien zijn interacties een bekend verschijnsel, waarbij het effect van twee luchtverontreinigingscomponenten tezamen een ander effect hebben dan de twee afzonderlijk. Daarnaast zijn er ook nog veel factoren die op andere wijze de weerstand van het bos bepalen, zoals beheer en klimaat. Bomen, aangeplant buiten hun natuurlijk areaal (exoten) zijn gevoeliger voor stressfactoren dan in hun oorspronggebied. Alleen al vanwege al deze interacties

kunnen we de resultaten van het Poolse onderzoek niet zomaar extrapoleren naar een ander bos.

Ondanks de complexiteit van het bos, zijn er voor schimmels in het bos wel enkele uitspraken te doen. Pathogenen die voor hun levenscyclus afhankelijk zijn van levend substraat, zijn vaak gebaat bij gezonde planten. Sommige pathogenen zijn gevoeliger voor luchtverontreiniging dan de waardplant. Een bekend voorbeeld is het voorkomen van *Rhytisma acerinum*, de veroorzaker van de inktvlekkenziekte op Esdoorn (Greenhalgh & Bevan (1978), zie figuur 3). Hier blijkt SO₂ een "geschikt" fungicide te zijn!

Pathogene schimmels die niet strikt afhankelijk zijn van levende organismen, gedijen in het algemeen beter op verzwakte organismen (figuur 1). Waar meer dood hout is komen in de regel meer saprophyten voor, tot het niveau van luchtverontreiniging is bereikt dat voor deze organismen schadelijk is. Dit niveau verschilt per soort en wordt mede bepaald door het hen omringende biotische en abiotische milieu.

Mycorrhizavormende schimmels zijn het eerst de dupe van een achteruitgang van fotosynthese door luchtverontreiniging: de boom heeft zelf meer suikers nodig om membranen te repareren. Dit resulteert in een achteruitgang van paddestoelen. De vooruitgang van sommige soorten (bijv. *Laccaria proxima*) is te verklaren door aan te nemen dat deze soorten ook bij geringere toevoer van suikers goed kunnen gedijen en dat ze de plaats innemen van soorten die de geringere toevoer van suikers niet kunnen verdragen.

Met de enorme complexiteit van de natuur moeten we nog leren leven. Deze complexiteit blijkt zelfs al als we de natuur reduceren in het laboratorium tot één of enkele organismen. Zo'n reductie maakt dat slechts een enkel aspect van de natuur onderzocht wordt. Dit aspect leidt vaak tot een theorie die zijn eigen leven gaat leiden; in de krant verschijnt zo'n theorie meestal zonder dat vermeld wordt waarop het onderzoek betrekking had. Dit maakt dat verschillende theorieën over de oorzaak van de achteruitgang van vitaliteit van bossen naast elkaar kunnen bestaan. Voor een politicus die niet weet wat oecologisch denken is, is dit niet eenvoudig: die verlangt een zo bondig mogelijke, duidelijke conclusie. Het meest eenvoudig is als er maar één schuldige is. Ook al houden we daar rekening mee, en zien we het hele ecosysteem met alle factoren die invloed hebben, dan blijven we met de vraag zitten waar de scheidslijn is tussen goed en slecht. Dat is een ethische kwestie, waarvoor een hoge mate van oecologisch besef vereist is.

LITERATUUR

- Greenhalgh, G.N. & J. Bevan, 1978. Response of *Rhytisma acerinum* to air pollution. Trans. Br. mycol. Soc. 71: 491-523.
- Grzywacz, A. & J., Wazny, 1973. The impact of industrial air pollutants on the occurrence of several pathogenic fungi of forest trees in Poland. Eur. J. For. Path. 3: 129-141.

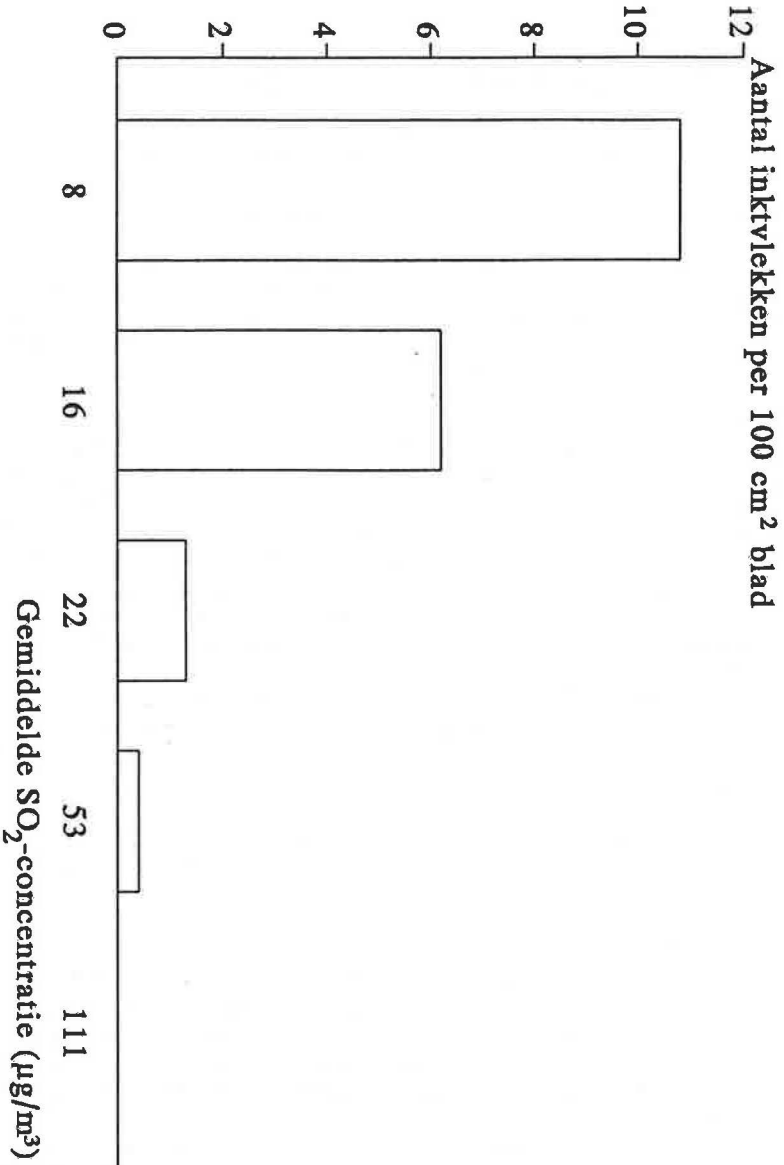


Fig. 3. De dichtheid van vlekken van *Rhytisma acerinum* op bladeren van Esdoorn gerelateerd aan de gemiddelde SO₂-concentratie, op verschillende plaatsen in Engeland. Naar Greenhalgh & Bevan (1978).