

Het effect van luchtverontreiniging op schimmelziekten van bomen; een literatuuronderzoek

N. M. Horn en M. de Kam

JSN = 14 2384

De resultaten van de inventarisaties van het Nederlandse bos door het Staatsbosbeheer van de laatste jaren en de berichten uit andere delen van Europa over de toestand van de bossen zijn verontrustend. De oorzaken van de slechte toestand van sommige bossen zijn nog niet opgehelderd. Vaak worden luchtverontreiniging en zure depositie als oorzaken genoemd (in dit artikel verder samengevat met de afkorting "luvo"). Een vraag die regelmatig gesteld wordt is, of luvo de bodem gevoeliger maakt voor ziekten. Om een gefundeerd antwoord op deze vraag te kunnen geven, werd op De Dorschkamp een literatuuronderzoek verricht naar het effect van luvo op schimmel- en bacterieziekten (Horn, 1985). In dit artikel worden de voor de bosbouw belangrijkste resultaten van dit onderzoek samengevat.

Luvo componenten die het meest onderzocht zijn, blijken zwaveldioxide (SO_2) en ozon (O_3) te zijn. Het bestaan van luchtverontreiniging in de vorm van SO_2 is al honderden jaren bekend. Ozon is pas veel later als luvo-component onderkend. De meeste informatie over schimmelziekten in relatie tot SO_2 is verzameld tijdens veldwaarnemingen in verontreinigde en niet (of minder) verontreinigde gebieden. Dit is mogelijk, omdat uitstoot van SO_2 vaak plaatselijk is, zodat in een aantal gevallen er een concentratiegradiënt vanaf de emissiebron kon worden waargenomen. Helaas zijn bij dit soort waarnemingen de concentraties SO_2 vaak niet vermeld. Ook andere factoren, die eveneens van invloed kunnen zijn op de ontwikkeling van schimmelziekten, zoals weersomstandigheden of bodemgesteldheid, zijn vaak niet vermeld. Er zijn echter ook een aantal proeven onder gecontroleerde omstandigheden uitgevoerd, om het effect van SO_2 op de ontwikkeling van de plant en op de schimmel te bestuderen.

In het geval van ozon is de situatie juist omgekeerd. Ozon wordt overal in de atmosfeer gevormd uit onverzadigde koolwaterstoffen en stikstofoxiden onder invloed van ultraviolette straling. Er vindt dus geen uitstoot van ozon plaats, zodat er veel minder duidelijke plaatselijke concentratiegradiënten zijn. Veldwaarnemingen over het effect van ozon op bossen zijn dan ook zelden uitgevoerd. Daarentegen zijn er met ozon meer dosis-effect relaties onderzocht onder gecontroleerde omstan-

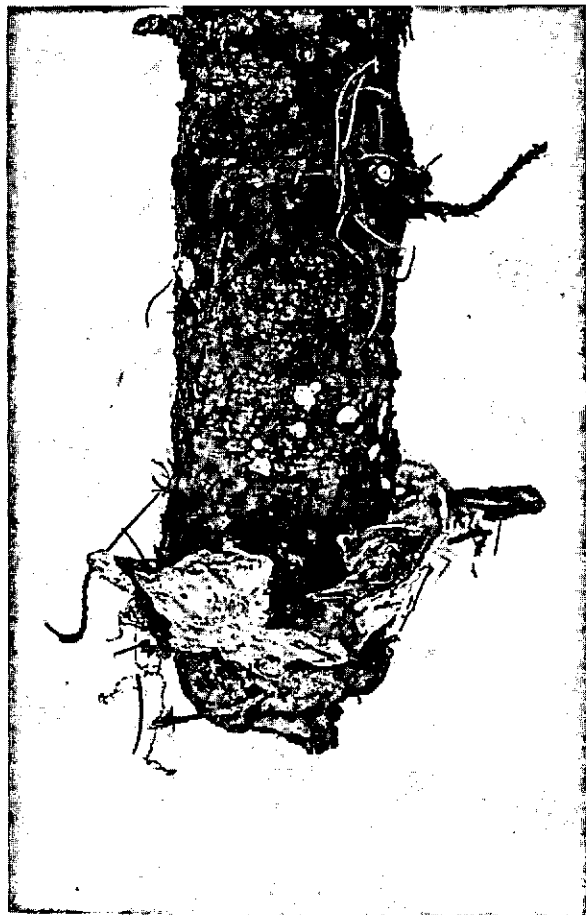
Summary

This paper summarizes a literature review on the effect of air pollution and acid deposition on fungal diseases of trees (Horn, 1985). Air pollution reduces attacks by obligate parasitic fungi such as rust and mildew fungi. This is because air pollution weakens the trees, so that they become less attractive to obligate pathogens. Other pathogens are either suppressed, or stimulated, depending on fungal species and environmental conditions. A tree that has been weakened, e.g. by air pollution, may be more susceptible to certain weak pathogens, so that those pathogens are stimulated indirectly. However, direct effects of air pollution on the fungi themselves have also been observed. Both positive and negative effects on fungi have been found. The final effect of air pollution on the host-pathogen relation can only be stated individually per fungus and per pollutant, or combination of pollutants.

digheden dan met SO_2 . Behalve SO_2 en O_3 zijn er nog talloze andere luchtverontreinigende stoffen bekend. Met name de stikstofoxiden (NO_x) en in Nederland ammoniakgas (NH_3) worden vaak genoemd in verband met schade aan bomen. Over het effect van deze stoffen op boomziekten is nog weinig gepubliceerd en deze worden in dit overzichtsartikel dan ook niet besproken.

Boomziekten in relatie tot luchtverontreiniging Eikemeeldauw (*Microspheera alphitoides*)

In 1924 vermeldde Höfker, dat eikemeeldauw minder voorkwam in industriële gebieden dan op het platteland van Duitsland. Volgens Köck (1935) was eikemeeldauw volledig afwezig in de directe omgeving van een papierfabriek in Oostenrijk, die zwavelzuurbevattende gassen produceerde. Grzywacz (1973a) en Grzywacz & Wazny (1973) kwamen op grond van een statistische analyse van tien jaar veldwaarnemingen in Polen over het voorkomen van een aantal boomziekten tot de conclusie, dat eikemeeldauw minder voorkomt in bossen in industriële gebieden dan daarbuiten. Kowalski (1983) komt daarentegen tot een andere conclusie. Hij onderzocht 4500



Figuur 1 Vruchtlichamen van *Heterobasidion annosum* (wortelzwam) op *Pinus nigra*; zowel positieve als negatieve effecten van luchtverontreiniging op deze ziekte zijn waargenomen.
Figure 1 Basidiocarps of Heterobasidion annosum (root rot) on Pinus nigra; positive as well as negative effects of air pollution on this disease have been observed.

eiken (*Quercus robur*) in de industriegebieden van Opper-Silezië en Krakau gedurende drie jaar en kwam tot de conclusie dat 30 tot 80% van de bomen eikemeeldauw had.

Alle gegevens over eikemeeldauw zijn afkomstig van veldwaarnemingen. Uit onderzoek aan andere meeldauwschimmels (*Microsphaera alni* en *Erysiphe graminis*) blijkt, dat de sporenkieming en de penetratie van de kiembuis in de waardplant door SO_2 worden geremd (Hibben & Taylor, 1975; Krieg & Knösel, 1983). Geconcludeerd mag worden, dat verschillende meeldauwschimmels door SO_2 worden geremd en dat dat zeer waarschijnlijk ook het geval zal zijn bij eikemeeldauw.

Roestschimmels

Linzon (1966, 1971) vond, dat de weymouthdenneroest, *Cronartium ribicola*, minder vaak voorkwam rond me-

taalsmelterijen in Canada, die voornamelijk SO_2 en zware metalen uitstoten. Hij deed waarnemingen aan 6000 *Pinus strobus* bomen op verschillende afstanden van de emissiebron. Hoe dichterbij de smelterij, des te minder roestaantasting. Volgens Grzywacz (1973a), Grzywacz & Wazny (1973) en Krzan & Siwecki (1980) komt *Melampsora pinitorqua*, de dennedraaiziekte van groveden, minder voor in industriële gebieden dan daarbuiten. Shriner (1977, 1978) beregende eiken met sterk verdund zwavelzuur (pH 3.2) om zure regen te simuleren; een ander deel van de planten beregende hij met water met pH 6. Daarna inoculeerde hij de planten met *Cronartium fusiforme*, een roest van eik en *Pinus*. De aantasting van de planten met de "zure regen" waren behandeld was 42% lager dan die die waren beregend met water van pH 6. Bruck & Shafer (1983) voerden een dergelijk experiment uit met de wisselwaardplant, *Pinus taeda*, en kwamen tot dezelfde conclusie. Onderzoek naar effecten van luvo op roestziekten van enkele landbouwgewassen, zowel experimenteel als veldonderzoek, wijst in bijna alle gevallen in de richting van een verminderde aantasting van de planten ten gevolge van luchtverontreiniging (Shriner, 1977, 1978; Weinstein et al., 1975; Heagle, 1969, 1970, 1973).

In zijn algemeenheid mag daarom worden gesteld, dat roestschimmels worden geremd door SO_2 , O_3 en regen met een lage pH. De verklaring is, dat enerzijds de groei van de schimmels direct wordt geremd door onder andere SO_2 en ozon, anderzijds dat de waardplant wordt beschadigd door luvo waardoor deze minder aantrekkelijk is voor deze obligate parasieten. (Heagle & Key, 1973).

Inktvlekkenziekte van esdoorn (*Rhytisma acerinum*)

De schimmel werd in Duitsland minder aangetroffen in industriële gebieden dan daarbuiten (Höfker, 1924). Bevan & Greenhalgh (1976) in Engeland kwamen tot dezelfde conclusie. Zij stelden vast dat de schimmel geheel afwezig was bij een jaarlijks gemiddelde SO_2 concentratie van 85-90 $\mu g/m^3$. Resultaten van inoculatieproeven wezen in dezelfde richting (Greenhalgh & Bevan, 1978). Inktvlekkenziekte wordt dus geremd door luvo; SO_2 speelt daarbij een grote rol.

Schot (*Lophodermium*-soorten)

Lophodermium-soorten kunnen naaldval veroorzaken bij *Pinus*- en *Pecea*-soorten. Uit waarnemingen van Grzywacz & Wazny (1973) blijkt, dat de ontwikkeling van *L. pinastri* 500 meter van een SO_2 emissiebron werd geremd, maar op 1000 meter afstand van diezelfde bron nam de schotaantasting toe. Scheffer & Hedgcock (1955) in de USA namen waar dat *Lophodermium* min-

der voorkwam in de buurt van smelterijen. Costonis en Sinclair (1967) begasten *P. strobus* 3 keer met 140 ug/m^3 ozon gedurende 4,5 uur. Tussen de begassing was steeds een maand interval. Daarna inoculeerden ze de planten met *Lophodermium*. Van de met ozon behandelde planten werd 25% van de naalden aangetast; van de onbehandelde 10%. Kowalski (1981) komt tot de conclusie dat *Lophodermium* door luvo wordt geremd.

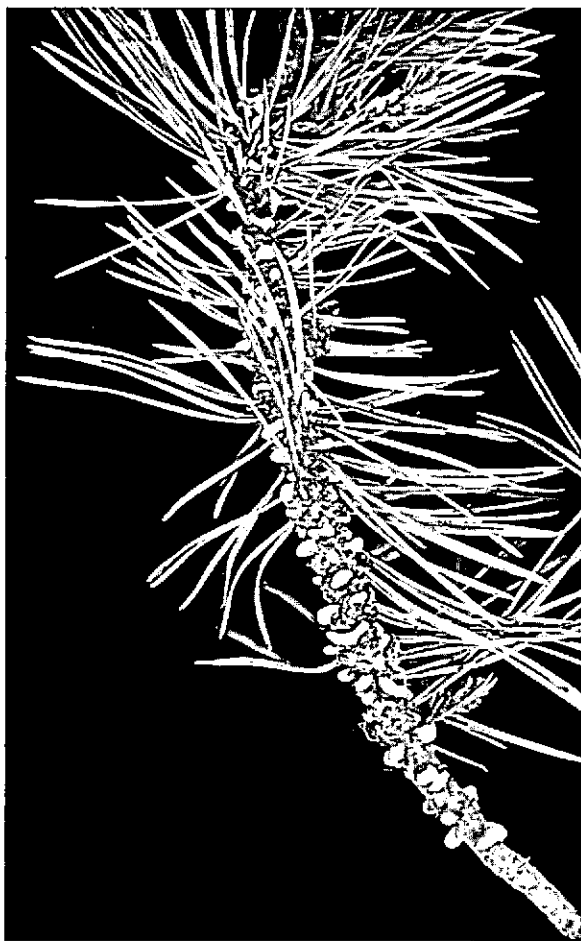
Met betrekking tot *Lophodermium* is het dus moeilijk een duidelijke uitspraak te doen. De taxonomie van de *Lophodermium* soorten was ten tijde van verschillende onderzoeken nog niet opgelost, zodat niet altijd duidelijk is, met welke schimmel is gewerkt. De resultaten van onderzoek wijzen in de richting van een remming door de ziekte door ozon en een remming of stimulering door SO_2 , afhankelijk van de concentratie.

Schot (*Rhizosphaera kalkhoffii*)

Deze schimmel veroorzaakt naaldval bij *Pinus*-, *Picea*- en *Abies*-soorten. In het algemeen wordt de schimmel beschouwd als een zwakteparasiet, reden waarom hij in minder vitale bossen veelvuldig wordt aangetroffen. In Japan hebben Chiba en Tanaka veel onderzoek gedaan naar de relatie luvo *Rhizosphaera* bij *Pinus densiflora*. Het onderzoek is samengevat door Tanaka (1980). De ziekte stak in Japan voor het eerst de kop op in de jaren zestig, toen de zwaveldioxideconcentraties in Japan het hoogst waren. Tot dan toe was de ziekte daar nauwelijks waargenomen. Er werd experimenteel aangetoond, dat begassing met zeer hoge concentraties SO_2 gedurende 1 tot 4 uur de aantasting van *P. densiflora* door *R. kalkhoffii* bevorderde. Planten werden vervolgens gedurende twee weken begast met $534 \text{ ug/m}^3 \text{ SO}_2$; de aantasting van de begaste planten was opnieuw heviger dan de niet begaste. Chiba en Tanaka hebben vervolgens met een serie inoculatieproeven hun conclusies geverifieerd. Uit die proeven blijkt overtuigend, dat een aantasting van *R. Kalkhoffii* wordt gestimuleerd door SO_2 , ook bij concentraties, die in industriële gebieden in de lucht voorkomen.

Honingzwam (*Armillaria*-soorten)

Hoewel sommige *Armillaria*-soorten in staat zijn onder bepaalde omstandigheden gezonde bomen aan te tasten, hebben deze schimmels toch een voorkeur voor verzwakte bomen. We mogen dus verwachten, dat verzwakking van de boom ten gevolge van luvo zal leiden tot een toename van *Armillaria*. Dit laatste hangt echter ook af van de mate waarin de schimmel zelf wordt beïnvloed door luvo. Grzywacz en Wazny (1973) vonden in de jaren zestig in Polen meer *Armillaria* in industriële gebieden dan daarbuiten. Voorts onderzochten ze het voorkomen van *Armillaria*-soorten in de omgeving van



Figuur 2 en 3 Weymouthdenneroest (figuur 2) op *Pinus strobus* en harsdas (figuur 3) op *P. Sylvestris*; roestschimmels worden in het algemeen geremd door luchtverontreiniging.
 Figure 2 and 3 White pine blister rust on *Pinus strobus* and Resin top on *P. sylvestris*; rust diseases generally are suppressed by air pollution.

een SO_2 emissiebron. Vlak bij de bron kwam wat minder *Armillaria* voor, maar de aantasting was in het gehele gebied relatief laag. Scheffer en Hedgcock (1955) beke-

Tabel 1 Het effect van luchtverontreiniging en zure depositie op het optreden van schimmelziekte bij bomen
The effect of air pollution and acid deposition on the occurrence of fungal diseases of trees

ziekte/disease	verontr./pollution	effect
Microsphaera alphitoides (eikemeeldauw)	onbekend/unknown	afname/decrease
Cronartium ribicola (Weymouthdenneroest)	SO ₂	afname/decrease
Cronartium flaccidum (harsdas)	onbekend/unknown	afname/decrease
Cronartium fusiforme (Amerikaanse roest op pinus)	zure regen/acid rain	afname/decrease
Melampsora pinitorqua (dennedraaiziekte)	onbekend/unknown	afname/decrease
Rhytisma acerinum (inktvlekkenziekte)	SO ₂	afname/decrease/
Lophodermium sp. (schof)	SO ₂	toename/afname increase/decrease/
	O ₃	toename/increase
Rhizospheare kalkhoffii	SO ₂	toename/increase
Armillaria sp. (honingzwam)	SO ₂	toename/afname
Heterobasidion annosum (wortelzwam, Fomes)	SO ₂	toename/increase
	O ₃	toename/afname increase/decrease

ken *Pinus ponderosa* op verschillende afstanden van een SO₂ emissiebron. Er kwam meer *Armillaria* voor vlakbij de bron. Domanski (1978) vindt minder honingzwam in gebieden met veel luvo dan in gebieden met weinig luvo. De waarnemingen betreffende de relatie honingzwam/luvo zijn zeer beperkt en tegenstrijdig. Er is in het geheel geen experimenteel onderzoek verricht.

Wortelzwam (*Heterobasidion annosum*)

Grzywacz en Wazny (1973) vonden dat het voorkomen van *H. annosum* (= *Fomes*) in Polen in gebieden met luvo lager was dan het landelijk gemiddelde. Zij onderzochten ook het voorkomen van de schimmel rond een SO₂-emissiebron. De schimmel kwam het minst voor vlak bij de bron, maar het meest op korte afstand ervan (Grzywacz en Wazny 1973; Grzywacz, 1973a, 1973b). Domanski (1978) onderzocht het voorkomen van de wortelzwam bij 5000 bomen van verschillende soorten. Ook hij vond de meeste *Fomes* in de zone op enige afstand van de bron.

Met *H. annosum* is vrij veel experimenteel werk gedaan. Daaruit bleek, dat bomen beter werden gekoloniseerd door de wortelzwam als ze luvoschade vertoonden of als ze waren blootgesteld aan begassing met verschillende ozonconcentraties (James et al., 1975, 1976a, 1976b, 1980a, 1980b; Treshow, 1980). Toch blijkt

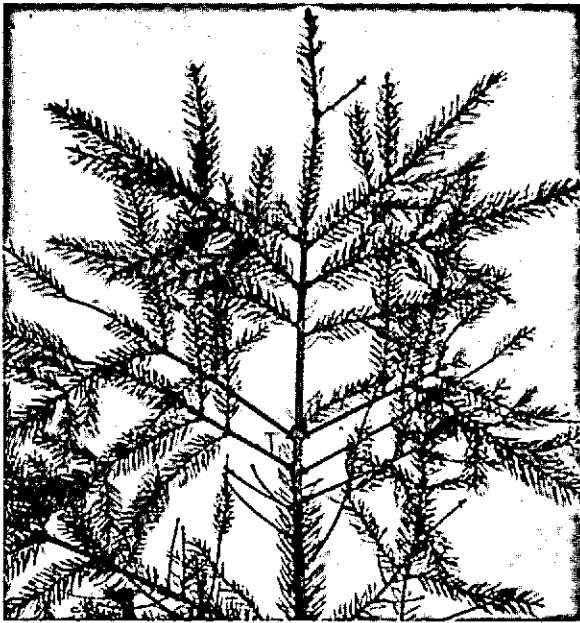
dat de schimmel zelf in vitro, of als hij op houtblokjes wordt geënt, wordt geremd door ozon en SO₂ (James, 1977; James & Cobb, 1982; James, Cobb & Parmeter, 1982; Grzywacz, 1973b). Het feit, dat de kolonisatie beter verloopt na begassing, terwijl diezelfde begassing de schimmel remt in zijn groei wijst erop dat de stimulering van de groei van de schimmel in de boom een indirect effect is: blijkaar is een door luvo beschadigde boom zo aantrekkelijk voor *Fomes*, dat dat het negatieve effect van luvo op de schimmel opheft. Hoe deze effecten in de natuur zullen uitwerken hangt van verschillende factoren af; zowel positieve als negatieve effecten van luvo op de ontwikkeling van *Fomes* kunnen worden verwacht.

Andere schimmels op bomen

Behalve de hier behandelde schimmels zijn er nog incidentele waarnemingen gedaan over een aantal andere boompathogenen. Zij worden hier niet behandeld, omdat er te weinig gegevens zijn om daarop een enigszins betrouwbare conclusie te baseren. Deze ziekten zijn alle behandeld in het overzicht van Horn (1985).

Discussie

Het effect van luchtverontreiniging op het optreden van schimmelziekten hangt enerzijds af van het effect op de



Figuur 4 Schot (*Rhizosphaera kalkhoffii*) bij fijnspar; de ziekte wordt gestimuleerd door zwaveldioxyde.

Figure 4 Needle cast (*Rhizosphaera kalkhoffii*) on Norway spruce; this disease is stimulated by sulphur dioxide.

waardplant, anderzijds van het effect op de schimmel zelf. Een algemeen geldende conclusie kan daarom niet worden getrokken. Uit het literatuuronderzoek blijkt, dat de zogenaamde obligate parasieten zoals de roest- en meeldauwschimmels, in het algemeen minder schade doen in gebieden met veel luchtverontreiniging.

Obligat parasieten betrekken hun voedsel uitsluitend uit levend weefsel (Commissie Terminologie, 1985) en zijn dus voor hun groei sterk afhankelijk van de stofwisseling van de plant. Wanneer die stofwisseling negatief wordt beïnvloed door luvo heeft de schimmel daar indirect ook last van. Zo'n negatieve invloed op de ontwikkeling van een obligate parasiet kan nog versterkt worden als de schimmel zelf direct in zijn ontwikkeling wordt geremd door luvo. Directe positieve invloeden van bepaalde luvo-componenten op de groei van obligate parasieten zijn tot nu toe niet waargenomen.

Bij gelegenheidsparasieten ligt de zaak anders. Gelegenheidsparasieten zijn doorgaans saprofytische organismen, die alleen parasitair worden wanneer de waardplant door andere oorzaken vatbaar is geworden (Commissie Terminologie, 1985). Dat laatste kan worden veroorzaakt door luvo. In het algemeen mag men dus verwachten, dat aantasting door gelegenheidsparasieten zal toenemen onder invloed van luvo, omdat dat de plant negatief beïnvloedt. Daarbij moet dan weer worden gecorrigeerd voor het directe effect van luvo op schimmel.

Er zijn echter nog veel meer factoren die van invloed zijn op het uiteindelijke effect van luvo op de pathogeen-waardplant verhouding.

- De mate waarin de schimmel direct is blootgesteld aan luvo is waarschijnlijk van invloed; sommige schimmels leven op de bladoppervlakte, ander zijn in zekere zin beschermd door de plant tegen directe atmosferische invloeden, zoals wortelschimmels.
- "Luchtverontreiniging" is een verzamelwoord om al die stoffen aan te duiden die van nature niet, of niet in dergelijke hoge concentraties, in de lucht voorkomen. De afzonderlijke stoffen hebben elk hun eigen effect. Maar bij gecombineerd inwerken kunnen afwijkingen optreden van de simpele som van individuele effecten.
- De concentratie van de verschillende luvo-componenten is van invloed op het effect ervan op de plant-schimmel relatie.
- Niet alleen de plant en de ziekteverwekkende schimmel, maar ook andere organismen (antagonisten, hyperparasieten) die op hun beurt weer een rol spelen bij de waardplant-pathogeen relatie, kunnen worden beïnvloed.
- Luchtverontreiniging zou ook invloed hebben op het klimaat op aarde.

De invloed van het klimaat op de groei van planten en op het voorkomen van schimmels is enorm en kan een



Figuur 5 Inktvlekkenziekte van esdoorn; de ziekte komt veel minder voor in gebieden met sterke luchtverontreiniging.

Figure 5 Tar spot on Maple; the disease is much less prevalent in areas of heavy industrial pollution.

verschuiving teweegbrengen in het voorkomen van pathogene organismen.

Uit dit alles mag duidelijk zijn, dat de relatie luchtverontreiniging-boompathogenen bijzonder ingewikkeld is. Het wetenschappelijk onderzoek op dit gebied is minimaal en onvolledig (zie tabel 1). In een aantal gevallen is een correlatief verband aangetoond; dat moet worden geverifieerd met behulp van proeven onder gecontroleerde omstandigheden met verschillende luvo componenten. Dit "dosis-effect" onderzoek is nog weinig uitgevoerd. Uit het onderzoek blijkt wel, dat er, behalve op de boom zelf, ook directe effecten van luvo op pathogene micro-organismen voorkomen, die de groei en de vitaliteit van de boom in sterke mate kunnen beïnvloeden. Het is van belang, dat ook deze directe effecten van luvo op het ecosysteem in het onderzoek worden betrokken.

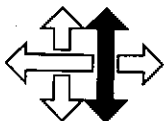
Literatuur

- Bevan, R. J. & G. N. Greenhalgh. 1976. *Rhytisma accrinum* as a biological indicator of pollution. *Environmental Research* 10: 271-285.
- Bruck, R. I. & S. R. Shafer. 1983. Effects of acidic precipitation on foliar and root diseases, soil-borne pathogens and ectomycorrhizae of forest trees. In: *Acid rain and forest resources*, symposium, Quebec city, June 1983.
- Commissie voor de Terminologie van de Nederlandse Plantenziektenkundige Vereniging. 1985. *Lijst van gewasbeschermingskundige termen*. *Gewasbescherming* 16 supplement nr. 1.
- Costonis, A. C. & W. A. Sinclair. 1967. Effects of *Lophodermium pinastri* and *Pullularia pullulans* on healthy and ozone-injured needles of *Pinus strobus*. *Phytopathology* 57: 807 (abstract).
- Domanski, S. 1978. Fungi occurring in forests injured by air pollutants in the upper Silesia and Cracow industrial regions of Poland. VI. Higher fungi colonizing the roots of trees in converted forest stands. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 47: 285-295.
- Greenhalgh, G. N. & R. J. Bevan. 1978. Response of *Rhytisma acerinum* to air pollution. *Transactions of the British Mycological Society* 71: 491-494.
- Grzywacz, A. 1973a. Occurrence of certain pathogenic fungi in the forests of industrial areas. *Sylvan* 117: 29-37 (Polish); *Forestry Abstracts* 1974, 35: 509 (abstr.no. 5258).
- Grzywacz, A. 1973b. Sensitivity of *Fomes annosus* (Fr.) Cooke and *Schizophyllum commune* Fr. to air pollution with sulphur dioxide. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 42: 347-360.
- Grzywacz, A. & J. Wazny. 1973. The impact of industrial air pollutants on the occurrence of several important pathogenic fungi of forest trees in Poland. *European Journal of Forest Pathology* 3: 129-141.
- Heagle, A. S. 1969. Ozone suppression of oat crown rust uredia development. *Phytopathology* 59: 1030 (abstract).
- Heagle, A. S. 1970. Effect of low-level ozone fumigations on crown rust of oats. *Phytopathology* 60: 252-254.
- Heagle, A. S. 1973. Interactions between air pollutants and plant parasites. *Annual Review of Phytopathology* 11: 365-388.
- Heagle, A. S. & L. W. Key. 1973. Effect of ozone on the wheat stem rust fungus. *Phytopathology* 63: 397-400.
- Hibben, C. R. & M. P. Taylor. 1975. Ozone and sulphur dioxide effects on the lilac powdery mildew fungus. *Environmental Pollution* 9: 107-114.
- Höfker, 1924. Ueber die Einfüsse der Industriegebiete auf die Gehölze. *Mitteilungen der Deutsche Dendrologischen Gesellschaft*: 156-166.
- Horn, N. M. 1985. Effects of air pollution and acid rain on fungal and bacterial diseases of trees. *AI literature review*. Uitvoering verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en land-schapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen. Band 20, nr. 1.
- James, R. L. 1977. Influence of ozone on the growth and conidial production and germination of *Fomes annosus*. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 4: 89 (abstract).
- James, R. L. & F. W. Cobb. 1982. Variability in virulence of *Heterobasidium annosum* isolates from Ponderosa and Jeffrey pine in areas of high and low photochemical air pollution. *Plant Disease Reporter* 66: 835-837.
- James, R. L., F. W. Cobb, P. R. Miller & J. R. Parmeter. 1975. Effects of ozone on infection and colonization of Ponderosa and Jeffrey pine seedling by *Fomes annosus*. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 2: 115 (abstract).
- James, R. L., F. W. Cobb, P. R. Miller & J. R. Parmeter. 1980. Effects of oxidant air pollution on susceptibility of pine roots to *Fomes annosus*. *Phytopathology* 70: 560-563.
- James, R. L., F. W. Cobb & J. R. Parmeter. 1976a. Effect of photochemical air pollution injury on the susceptibility of Ponderosa and Jeffrey pine roots to *Fomes annosus*. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 3: 227 (abstract).
- James, R. L., F. W. Cobb & J. R. Parmeter. 1976b. Influence of photochemical air pollutin injury on the susceptibility of freshly-cut pine stump to *Fomes annosus*. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 3: 267 (abstract).
- James, R. L., F. W. Cobb & J. R. Parmeter. 1982. Effects of ozone on sporulation, spore germination and growth of *Fomes annosus*. *Phytopathology* 72: 1205-1208.
- James, R. L., F. W. Cobb, W. W. Wilcox & D. L. Rowney. 1980. Effects of photochemical oxidant injury of Ponderosa and Jeffrey pines on the susceptibility of sapwood and freshly cut stumps to *Fomes annosus*. *Phytopathology* 70: 704-708.
- Köck, G. 1935. Eichenmehltau und Rauchgasschäden. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 45: 44-45.
- Kowalski, T. 1981. Fungi infecting needles of *Pinus sylvestris* in Poland in relation to air pollution zone. In: C. S. Miller (ed.) *Current Research on conifer needle disease*. *Proceedings of the IUFRO working party on needle diseases*. pp. 93-98.
- Kowalski, T. 1983. Vorkommen von Pilzen in durch Luftverunreinigung geschädigten Waldern in Oberschlesischen und Krakauer Industriegebiet. IX. Mykoflora von *Quercus robur* L. und *Quercus rubra* L. an einem Standort mit mittlerer Immissionsbelastung. *European Journal of Forest Pathology* 13: 46-59.
- Krieg, W. & D. Knosel. 1983. Modellversuche zur Wirkung von Schwefeldioxid auf pflanzliche Mykosen. *Angewandte Botanik* 57: 19-30.
- Krzan, Z. & R. Siwecki. 1980. Recent studies on *Melampsora larici-populina* and *Melampsora pintonqua* in Poland. *Folia Forestalia* 422: 14-16.
- Linzon, S. N. 1966. Damage to eastern white pine by sulfur dioxide, semimature tissue needle blight and ozone. *Journal of the Air Pollution Control Association* 16: 140-144.
- Linzon, S. N. 1971. Economic effects of sulphur dioxide on forest

- growth. Journal of the Air Pollution Control Association 21: 81-86.
- Scheffer, T. C. & G. G. Hedgcock. 1955. Injury to northwest forest trees by sulfur dioxide from smelters. Technical Bulletin of the United States Department of Agriculture, no. 1117.
- Shriner, D. S. 1977. Effects of simulated rain acidified with sulfuric acid on host-parasite interactions. Water, Air and Soil Pollution 8: 9-14.
- Shriner, D. S. 1978. Effects of simulated acid rain on host-parasite interactions in plant diseases. Phytopathology 68: 213-218.
- Tanaka, K. 1980. Studies on relationship between air pollutants and micro-organisms in Japan. In: General Technical Report PSW-43. USDA Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. Proceedings Symposium on effects of air pollutants on Mediterranean and temperate forest ecosystems. June 22-27, Riverside California. pp. 110-116.
- Treshow, M. 1980. Interactions of air pollutants and plant diseases. In: General Techn. Rpt. PSW-43. USDA Forest Service. pp. 103-109.
- Weinstein, L. H., D. C. McCune, A. L. Aluisio & P. van Leuken. 1975. The effect of sulphur dioxide on the incidence and severity of bean rust and early blight of tomato. Environmental Pollution 9: 145-155.

Samenvatting

Dit artikel is een samenvatting van een literatuurstudie (Horn, 1985) over het effect van luchtverontreiniging en zure depositie op schimmelziekten van bomen. Geconcludeerd wordt, dat obligate pathogene schimmels, zoals roest- en meeldauwschimmels, in het algemeen worden geremd. De verklaring is, dat luvo de bomen verzwakt, waardoor deze minder aantrekkelijk worden voor dit soort schimmels. Andere schimmels worden, afhankelijk van de soort schimmel en van de omstandigheden, soms gestimuleerd, soms geremd. Verzwakking van bomen, bij voorbeeld ten gevolge van luvo, kan leiden tot een grotere gevoeligheid voor bepaalde schimmels zodat de ziekte indirect wordt gestimuleerd. Ook de schimmel zelf kan echter door luvo worden beïnvloed. Daarbij zijn zowel voor de schimmel positieve als negatieve effecten waargenomen. Wat het uiteindelijke effect van luvo op de waardplant-pathogeenrelatie kan zijn, kan om bovengenoemde redenen alleen per ziekte en per luchtverontreinigingscomponent (of een combinatie van luvocomponenten) worden vastgesteld.



De Hamelandgroep te Groenlo omvat 6 bedrijven.

- De 4 industriële bedrijven ontwerpen en vervaardigen metaal-, hout-, kunststof-, en textielproducten.
- 1 bedrijf richt zich op de groenvoorziening in de meest ruime zin.
- 1 bedrijf is werkzaam in de administratieve en dienstverlenende sector.

De Hamelandgroep telt ca. 1600 werknemers.

HACRON te Lieveelde is een bedrijf dat zich richt op de groenvoorziening in de meest ruime zin. Het bedrijf heeft ca. 400 werknemers en kent 4 hoofdafdelingen, de hovenierssector, de bosbouwsector, de cultuur- en civieltechnische sector en de kwekerijsector (boomteelt, groenteleef, groenteverwerking).

Voor de sector bosbouw zoeken wij een

hoofd bosbouw

Informatie en functieprofiel:

De sector bosbouw kent een aantal marktsegmenten, die elk een specifieke aandacht vragen, en is derhalve projectgericht opgezet, waarin leidinggevenden een marktsegment in hun totaliteit behartigen. Het werknemersbestand is - in combinatie met andere sectoren - seizoensgericht variabel.

Het hoofd bosbouw coördineert deze sector en geeft tevens direct leiding aan enkele marktsegmenten.

Uw profiel:

- U dient te beschikken over aantoonbare goede leidinggevende capaciteiten.
- Als kennisniveau denken wij aan H.B.O.-niveau, verkregen aan de Hogere Bosbouw-Cultuurschool, of Middele Bosbouw-Cultuurschool met een ruime praktijkervaring.
- Voorts een technisch-commerciële kennis en ervaring op bosbouwkundig gebied alsmede in de houthandel.
- Kennis van geautomatiseerde gegevensverwerking strekt tot aanbeveling.
- Voor het realiseren van gestelde doelen zijn goede sociale vaardigheden en de juiste instelling noodzakelijk.

Arbeidsvoorwaarden:

Salaris afhankelijk van leeftijd en ervaring. De rechtspositie van de gemeente Groenlo is van toepassing.

Selectieprocedure en inlichtingen:

Een psychologisch onderzoek kan tot de selectieprocedure behoren. Inlichtingen kunnen worden verkregen bij de bedrijfsdirecteur van HACRON, telefonisch 05443-73555, of 's avonds 05437-73084.

hamelandgroep

Uw schriftelijke sollicitatie kunt u binnen 10 dagen - na verschijnen van dit blad - richten aan de algemeen directeur van de Hamelandgroep, Postbus 3, 7140 AA Groenlo.