

De vitaliteit van de Nederlandse bossen: situatie, oorzaken en onderzoek

Vitality of the Dutch forests: status report, causal factors and research

P. A. van den Tweel en W. M. J. den Boer

Staatsbosbeheer, sector Bosbouw afd. Bosontwikkeling

Inleiding

Alarmerende berichten uit de Duitse Bondsrepubliek en de Scandinavische landen maken vooral vanaf het begin van de jaren tachtig melding van ernstige bossterfte en het afsterven van leven in meren. Deze berichten worden sinds enkele jaren ondersteund door landelijke inventarisaties uit vele Westeuropese landen. Ook in ons land wordt sinds 1983 onderzoek naar de vitaliteitstoestand van het Nederlandse bos uitgevoerd.

In 1983 werd door medewerkers van het Staatsbosbeheer een eerste oriënterend onderzoek uitgevoerd. Doel van dit onderzoek was de toestand van het bos aan de hand van een aantal zichtbare uiterlijke kenmerken te beschrijven. De beschrijving van de bomen geldt als uitgangssituatie voor het volgen van de vitaliteitstoestand van het bos.

In 1984 werd na internationaal overleg een eerste systematische steekproef gehouden. Op basis van de gevolgde methode kon de vitaliteitstoestand landelijk, provinciaal, per regio en per boomsoort beschreven worden. Ook werden tal van opstandsgegevens opgenomen om na te gaan welke rol deze factoren spelen bij de vitaliteitstoestand van het bos. In 1985 kreeg dit onderzoek een vervolg. De methode van onderzoek bleef gelijk aan die van 1984, waardoor vergelijkingen mogelijk zijn.

Dit artikel behandelt de gevolgde methode van onderzoek en geeft de voornaamste resultaten weer. Ingegaan wordt op de oorzaken van de geconstateerde vitaliteit en welk onderzoek en maatregelen tot nu toe ondernomen zijn om de luchtverontreinigingsproblematiek te doorgronden.

De inventarisatiemethode

Met het vitaliteitsonderzoek 1984 is de uitgangssituatie van de vitaliteitstoestand van het Nederlandse bos vastgelegd. Het betrof een inventarisatie op 2800 punten. Voor de keuze van deze punten is gebruik gemaakt van het 1 × 1 km-ruitennet van de topografische kaart 1 : 25000.

De inventarisatie omvat in totaal 281.000 ha bos van

Summary

In 1983 a first national survey on health condition or "vitality" of the Dutch forests was carried out. A more extensive second survey carried out in 1984 and covering 2800 sample points, indicated that 40% of all trees had to be qualified as less vital, 8% as hardly vital or sick and 1.5% as dying or already dead. All tree species were affected; 57% of the area of the coniferous species showed signs of reduced vitality against 33% of the broadleaved species. There were regional differences in vitality.

In 1985 a survey similar to the one in 1984 was carried out. In comparison with 1984, the vitality of the Dutch forests has decreased. Most critical is an increase of 5% in the category "hardly vital or sick". Compared with 1984 the decrease of vitality was divided more equally over broadleaved (47%) and coniferous trees (52%). In the survey of 1985 special attention was given to the influences of weather conditions, insect attacks and fungal diseases. The priority research programme: "Effects of acid deposition" and the first results of research and of the political discussion are described.

de totale 330.000 ha bos in Nederland. Buiten beschouwing zijn gelaten de kapvlakten, het hakhout en griend. Het betreft een inventarisatie van het opgaande bos. Per waarnemingspunt zijn 25 bomen geïnventariseerd.

Het vitaliteitsonderzoek 1985 heeft plaatsgevonden op 1400 van de 2800 punten. De resultaten zijn daarna statistisch vertaald naar het volledige bestand.

De opnametechniek in de opstand

Bij de opname werkt men vanuit de zuidrand van de opstand. Aan de opstandsrand op het zuidelijkste punt, gezien van het snijpunt van de coördinaten zijn vijf randbomen beoordeeld. Vanaf het zuidelijke punt in de richting van de verst gelegen opstandsrand is langs deze denkbeeldige lijn na iedere 20 m de vitaliteit van vijf bomen bepaald. Wanneer al na twee of drie opna-

mepunten een opstandsrand bereikt werd, is men haaks op de eerder ingezette koers verder gegaan. De afstand van 20 m is zo nauwkeurig mogelijk gemeten met een meetlint. Vervolgens zijn de vijf bomen beoordeeld die het dichtst bij dit punt staan. Er zijn geen onderdrukte bomen geïnventariseerd. In totaal zijn per opstand 25 bomen beoordeeld.

Zijn de opstanden zeer klein en was de bovengenoemde werkwijze niet mogelijk, dan is het denkbeeldig midden van de opstand opgezocht. Vanuit het midden van een denkbeeldige cirkel zijn de 25 dichtstbijzijnde bomen beoordeeld. Ook hier zijn alleen (over)heersende en medeheersende bomen beoordeeld. De inventarisatiegroep bestond uit twee tot drie man.

De vitaliteitskenmerken

De vitaliteitstoestand van een boom is onder meer te meten door het bepalen van de mate waarin de uiterlijke kenmerken van de beoordeelde bomen afwijken van die van gezonde bomen. De vitaliteitskartering is op dit principe gebaseerd. Onderzochte eigenschappen zijn:

- naald/bladverlies
- opgerold blad/necrose
- naald/bladkleur
- lichtdoorlatendheid
- voortijdig blad/naaldverlies
- afgestorven takken
- noodscheuten

De vitaliteitstoestand van een boom komt in hoofdzaak tot uitdrukking in de kenmerken naald- of bladverlies en de mate van verkleuring. Andere kenmerken wijzen ook op een verminderde vitaliteit maar treden niet op dezelfde constante wijze naar voren, zodat zij slechts als een ondersteunend of versterkend kenmerk functioneren. Gebaseerd op de kenmerken naald/bladverlies en geelverkleuring wordt de vitaliteit van een boom als volgt bepaald:

Deze indeling volgt de EG-classificatie zoals vastgesteld in 1983 te Genève door de werkgroep "Effects of air pollution on forests". Het is een relatieve indeling waarbij ten aanzien van het naald/bladverlies uitgegaan wordt van een bepaalde standaardnorm, die aan-



Niet vitale fijnspar.

gepast kan worden aan de eigen omstandigheden. Deze methode wordt inmiddels toegepast in veel Europese landen.

De classificatie is gebaseerd op de volgende normen:

Bij naaldhout geldt als normaal beschouwde mogelijke naaldbezetting. Deze is voor:

groveden: minimaal 2 jaar volledig bezette naaldjaargangen aan alle takken in de kroon.

douglas: 5 jaar volledig bezette naaldjaargangen aan alle takken in de kroon,

Pinus nigra: 4 jaar volledig bezette naaldjaargangen aan alle takken in de kroon.

Tabel 1 Indeling vitaliteitsklassen op basis van naald/bladverlies en geelverkleuring.

vitaliteitsklasse	naald/bladverlies	geelverkleuring
1 vitaal	0-10%	wordt de betreffende geelverkleuring aangetroffen,
2 minder vitaal	11-25%	dan wordt de vitaliteitsklasse
3 weinig vitaal	26-60%	1 klasse slechter dan de
4 niet vitaal	>60%	beoordeling op basis van het naald/bladverlies

Picea en Abies: 6 jaar volledig bezette naaldjaargangen aan alle takken in de kroon.

Bij het loofhout wordt het percentage van de bladbezetting aan de tak geschat.

De indeling van het bos in vitaliteitsklassen

Klasse 1. Vitaal bos Vertoont de kenmerken die het, uitgaande van de boomsoort(en) en de leeftijd van het bos, ter plaatse normaal dient te hebben, en op grond waarvan er geen enkele twijfel is over de toekomstverwachting.

Klasse 2. Minder vitaal bos 2a. Minder vitaal bos dat weliswaar de toekomstverwachtingen zal kunnen waarmaken, maar waar verschijnselen te zien zijn die erop wijzen dat het anders kan uitpakken.

2b. Minder vitaal bos dat verschijnselen vertoont op grond waarvan de toekomstverwachtingen twijfelachtig zijn.

In het terrein is het maken van onderscheid tussen klasse 2a en 2b niet goed mogelijk. Daarom zijn ze samengevoegd. Dit is op zich niet bezwaarlijk, omdat de hele klasse 2 gezien moet worden als de klasse van bosopstanden die zonder meer kunnen herstellen. Uiteraard kunnen deze opstanden verder verslechteren, nl. als de oorzaak van de vitaliteitsachteruitgang werkzaam blijft.

Klasse 3. Weinig vitaal bos Heeft op grond van zijn vitaliteitskenmerken weinig toekomst. De bossen van deze klasse kunnen zich ten dele herstellen. Gezien de ernst van de achteruitgang moet gevreesd worden dat deze bossen zeer grote kans lopen verloren te gaan. Dat zal nl. het geval zijn wanneer de vitaliteitsbe-

palende factoren in dezelfde mate werkzaam blijven. *Klasse 4. Niet vitaal bos* Moet op grond van zijn vitaliteitskenmerken opgegeven worden, of is al gestorven. Er zijn geen toekomstverwachtingen.

Resultaten vitaliteitsonderzoek 1984 en 1985

Landelijk

Uit het onderzoek van 1985 blijkt dat in ongeveer de helft van het Nederlandse bos in meer of mindere mate iets aan de hand is. In vergelijking met de resultaten van 1984 kan geconcludeerd worden dat het percentage vitaal bos praktisch gelijk is gebleven. Opvallend is de toename van de percentages weinig vitaal en niet vitaal bos. Deze toename is in statistische zin significant. Deze tendens geeft eigenlijk de verslechtering van de vitaliteitstoestand aan.

Boomsoorten

In tabel 3 is het overzicht van de vitaliteitstoestand van de boomsoorten in 1984 en 1985 aangegeven.

Uit de resultaten van 1985 blijkt dat loofhout en naaldhout in ongeveer gelijke mate verschijnselen van verminderde vitaliteit tonen. De Corsicaanse en Oostenrijkse den, douglas en eik hebben een opvallend hoog percentage weinig vitaal bos.

Vergelijking met de resultaten van 1984 toont dat de groveden aanmerkelijk vitaler is beoordeeld. Vanuit de klasse minder vitaal bos heeft er een verschuiving plaatsgevonden naar vitaal bos. De vitaliteit van de Corsicaanse en Oostenrijkse den, douglas en fijnspar

Tabel 2 Landelijk overzicht vitaliteitsklassen 1984 en 1985.

inventarisatie	bosoppervlak totaal (ha)	vitaal (ha)	%	minder vitaal (ha)	%	weinig vitaal (ha)	%	niet vitaal (ha)	%
1984	281000	142820	50,5	112110	39,9	22420	8	3970	1,5
1985	281000	140430	49,9	98480	35,0	36630	13	5780	2,1

Tabel 3 Overzicht vitaliteitstoestand per boomsoort in vitaliteitsklassen in 1984 en 1985. Weergave in procenten.

boomsoort	vitaal		minder vitaal		weinig vitaal		niet vitaal	
	84	85	84	85	84	85	84	85
groveden	34	48	51	36	12	14	2	2
Cors. en Oost. den	57	40	34	42	8	15	1	3
douglas	50	33	39	43	9	22	2	2
fijnspar	62	48	28	41	7	9	2,5	2
eik	57	40	38	39	4,5	19	1	2
beuk	71	72	24	21	4	6	1	1
overig naald.	62	63	32	28	4	8	1	1
overig loofh.	74	64	23	28	2,5	7	0,5	1

Tabel 4 Overzicht vitaliteitsstoestand van de bosrijke provincies in 1984 en 1985. Weergave in procenten.

provincie	vitaal		minder vitaal		weinig vitaal		niet vitaal	
	84	85	84	85	84	85	84	85
Drenthe	65	50	31	42	4	7	1	1
Overijssel	25	39	62	41	12	18	1	2
Gelderland	49	56	40	31	10	12	2	1
Utrecht	40	55	44	34	14	10	2	1
N-Brabant	48	37	44	40	6	19	2	4
Limburg	61	59	32	32	7	8	1	1

is daarentegen sterk achteruitgegaan. De eik is zo sterk in vitaliteit achteruitgegaan dat de klasse weinig vitaal bos verviervoudigd is.

Provincie, regio

In tabel 4 is het overzicht van de vitaliteitsstoestand van de bossen in de bosrijke provincies aangegeven.

Uit het onderzoek van 1985 blijkt de situatie in Noord-Brabant en Overijssel het ongunstigst. Drenthe, Gelderland en Utrecht vormen een middengroep, terwijl de situatie in Limburg het gunstigst is. Van de provincies Groningen, N-Holland, Z-Holland, Zeeland en Flevoland bestaan onvoldoende gegevens om een verantwoorde uitsplitsing te maken in vitaliteitsklassen.

Algemeen geldt dat het bos in die provincies te beschrijven is als vitaal. Een uitzondering is Friesland. In vergelijking met de resultaten van 1984 is de situatie in Drenthe sterk achteruitgegaan, wat vooral veroorzaakt wordt door de eik, douglas en fijnspar. Overijssel toont een verbetering van de vitaliteitsstoestand door het herstel van de groveden. Er treedt echter een verslechtering op door toename van de klassen weinig en niet vitaal bos van eik, douglas en fijnspar. Gelderland toont evenals Utrecht zowel verbeteringen als verslechterin-

gen. Noord-Brabant toont een vitaliteitsachteruitgang in alle categorieën. Opvallend is dat deze achteruitgang alle boomsoorten betreft inclusief de groveden. Een concentratiegebied ligt in Midden- en Oost-Brabant. De situatie in Limburg is stabiel, met uitzondering van het Peelgebied.

Bepalende factoren: inventarisatie 1983 en 1984

In 1983 en vooral in 1984 is in het kader van de rapportage van het vitaliteitsonderzoek reeds uitvoerig ingegaan op de oorzaken die ten grondslag liggen aan de geconstateerde vitaliteit van het Nederlandse bos. Onderzocht werden de mogelijke relaties tussen groeiplaatsfactoren als bodemtype, de waterhuishouding, windinvloeden, en opstandskennmerken als leeftijd en kronensluiting.

Het bodemtype

De inventarisatie in 1984 was gebaseerd op een globale indeling van bodemtypen. In tabel 5 zijn de bodemtypen gerangschikt naar typen die gevoelig worden geacht voor verzuring en typen die dat in mindere mate zijn.

Tabel 5 De relatie tussen het bodemtype en de geconstateerde vitaliteit.

bodemtype	% van de bosoppervlakte	% met verminderde vitaliteit per bodemtype (vit. klasse 2, 3, 4)	% weinig en niet vitale bomen per bodemtype
<i>niet voor verzuring gevoelige bodems:</i>			
zeeklei	2,9	9	1
depotgrond	0,5	18	1
oude klei	0,9	18	1
kalkhoudende duinvaaggrond	1,9	24	7
rivierklei	2,7	18	1
veengrond	1,6	28	3
brikgrond	0,3	30	3
löss en keileemgrond	4,4	30	4
eerdgrond	3,5	39	4
<i>voor verzuring gevoelige bodems:</i>			
moerige grond	2,3	39	10
moderpodzol	10,7	50	11
humuspodzol	50,5	54	9
kalkloze duinvaaggrond	17,8	62	14

Uit de tabel blijkt na toetsing dat op de voor verzuringsgevoelige bodems de geconstateerde vitaliteit aanzienlijk minder is dan op de bodems die voor verzuring minder gevoelig zijn.

De waterhuishouding

Om na te gaan in welke mate de vochtvoorziening in 1984 bepalend was voor de vitaliteit zijn drie situaties onderscheiden, en wel:

– gronden met bereikbaar grondwater. Gedurende het groeiseizoen is het grondwater binnen het bereik van de boomwortels.

– gronden met voldoende vochtleverend vermogen. Het grondwater bevindt zich buiten het bereik van de boomwortels. De wortels van de bomen zijn aangewezen op het neerslagwater dat in voldoende mate door de bodem wordt vastgehouden om droogteperiodes te kunnen overbruggen.

– gronden met een ongunstige vochtvoorziening. De bomen zijn aangewezen op het regenwater dat door de bodem wordt vastgehouden. Periodiek treden afhankelijk van weersomstandigheden vochttekorten op.

Uit deze gegevens kan geconcludeerd worden dat op een groeiplaats waar een boom periodiek vochttekorten heeft, de vitaliteit slechter is dan op groeiplaatsen waar dit niet het geval is. Tevens blijkt dat ook op groeiplaatsen waar geen sprake is van vochttekorten een belangrijke vitaliteitsvermindering is opgetreden. Geconcludeerd moet daarom worden dat droogte in 1984 in beperkte mate bepalend was voor de vitaliteitsachteruitgang.

Windinvloed

In het onderzoek van 1984 is verschil gemaakt tussen beschermd gelegen opstanden en onbeschermd gelegen opstanden. Uit de resultaten blijkt dat opstanden die beschermd gelegen zijn wat de vitaliteit betreft niet significant afwijken van opstanden die onbeschermd liggen. Dit geldt voor opstanden als geheel. Niet bestudeerd zijn de effecten op de bosranden.

Opstandskennmerken en vitaliteit

In het vitaliteitsonderzoek van 1984 zijn ook opstandskennmerken verzameld als leeftijd, structuur, hoogte e.d.

Wat de leeftijd betreft blijkt dat bossen in de leeftijds-groep van 5 tot 20 jaar en ouder dan 120 jaar beduidend vitaler zijn dan de daartussen gelegen leeftijds-groepen. In tabel 7 worden de gevonden resultaten weergegeven.

Ook zijn gegevens verzameld over de kronensluiting en de aanwezige structuur van de opstand. Uit de verzamelde gegevens bleek dat als de mate van kronensluiting minder werd, de vitaliteit van de bomen in veel gevallen ook minder was. De mate van kronensluiting zou dus de vitaliteitstoestand kunnen beïnvloeden. Uit het onderzoek is niet te achterhalen wat de invloed van luchtverontreiniging (de filterwerking van het bos) hier op is geweest of dat factoren als zon, vorst en uitdroging hier ook een rol hebben gespeeld.

Tabel 6 De geconstateerde vitaliteitstoestand in relatie met de waterhuishouding.

	totaal voorko- men in%	vitaliteitstoestand			
		vitaal	minder vitaal	weinig vitaal	niet vitaal
Groeiplaatsen met bereikbaar grondwater	31	58	35	6	2
Groeiplaatsen met een gunstige vochtvoorziening	36	55	38	7	1
Groeiplaatsen met een ongunstige vochtvoorziening	33	40	46	12	2

Tabel 7 De relatie tussen de leeftijdsklassen en de geconstateerde vitaliteit.

leeftijd	percentage vitaal	percentage minder vitaal	percentage weinig vitaal	percentage niet vitaal
5- 20 jaar	72	24	3	1
20- 40 jaar	51	40	7	1
40- 60jaar	43	47	9	1
60- 80 jaar	39	46	13	2
80-100 jaar	43	42	13	2
100-120 jaar	46	40	11	2
120- ... jaar	71	18	8	2

Bepalende factoren: inventarisatie 1985

In 1985 is meer aandacht besteed aan het optreden van tak- en twijgziekten, het optreden van insektenaantastingen en het optreden van gebreksverschijnselen. De indruk bestaat namelijk dat in het Nederlandse bos in toenemende mate bepaalde insekten- en schimmelaantastingen voorkomen, en deze gegevens zijn van direct belang voor het plaatselijke beheer. Het oorzaak-gevolg onderzoek (de relatie tussen vitaliteit en oorzaken) werd in het vitaliteitsonderzoek dus losgekoppeld. Dit onderzoek is inmiddels ondergebracht in het Additioneel programma verzuringsonderzoek en verder aanvullend onderzoek.

Het weer

Naast de bovengenoemde factoren die de vitaliteit kunnen beïnvloeden is in 1985 ook extra aandacht besteed aan de opgetreden weersomstandigheden in de periode tussen de vitaliteitsonderzoeken van 1984 en 1985. In samenhang met de vitaliteit van bomen zijn tijdens de bovengenoemde periode effecten te verwachten geweest van:

- het zachte najaar in samenhang met de strenge winter;
- de strenge, zonnige winter met daarin een warme periode;
- de koele, natte zomer.

Corsicaanse den met Sphaeropsis.



Corsicaanse den met Sphaeropsis.



Het najaar van 1984 werd gekenmerkt door een relatief natte, warme priode zonder enige nachtvorst. Hierdoor vond een minimale afrijping van de eindscheuten van takken plaats. De plotseling invallende strenge vorst had als gevolg de bevrozing van eindscheuten en knoppen. In het voorjaar van 1985 zijn daar karakteristieke schadebeelden van gemeld vooral bij de eik.

De afgelopen winterperiode van 1985/1986 roept gelijke vragen op. Toch worden nu veel minder effecten van de vorstperiode verwacht dan de periode in 1984/1985. Redenen hiervoor zijn dat nu de warmteperiode tussen twee vorstperiodes ontbrak en dat de weersomstandigheden in het najaar van 1985 veel gunstiger zijn geweest. Het najaar werd gekenmerkt door relatief droog weer met normale temperaturen en reeds vroeg in het najaar enige lichte nachtvorst. Hierdoor vindt een normale afrijping van de twijgen plaats, zodat het komende vegetatie seizoen weinig vorstschade aan beplantingen in bosverband wordt verwacht.

De strenge zonnige winter met daarin een warme periode in het tijdsbestek van enkele weken in januari-/februari 1985 heeft vooral effect gehad op het naaldverlies van douglas in jonge opstanden. De Corsicaanse den en Oostenrijkse den en zeeden zijn gevoelig voor strenge vorst. Vorstschade in de vorm van het afsterven van cambium is in 1985 dan ook aan deze boomsoorten geconstateerd. Ook in 1986 zullen van de vorst effecten verwacht mogen worden. Het is bekend dat eerdere strenge winters als 1955/1956 en 1962/1963 ook dergelijke schade hebben opgeleverd en hebben geleid tot het afsterven van opstanden. (Voute, 1963; Blokhuis, 1966).

Van de koele, natte zomer hebben vooral bossen op de droogtegevoelige bodems kunnen profiteren.

Insektenaantastingen

In 1985 is verder in het bijzonder gekeken naar insektenaantastingen. Uit het onderzoek blijkt dat bij douglas, fijnspar en beuk in geringe mate insektenaantastingen geconstateerd zijn. In werkelijkheid kunnen dat er meer geweest zijn, omdat insektenaantastingen zich ook buiten de waarnemingsperiode voordoen. Bij de groveden, Corsicaanse en Oostenrijkse den valt het hoge percentage aantasting door de dennescheerder op. Dit duidt erop dat aan de boshygiëne grote aandacht besteed moet gaan worden. Ten opzichte van 1984 is er over de gehele linie sprake van een toename van insektenaantastingen.

Aanvullend op het vitaliteitsonderzoek is in 1985 een onderzoek gestart naar insektenaantastingen bij de eik. Dit is gedaan omdat de eik al sinds enige jaren insektenaantastingen kent waarvan aangenomen wordt dat zij de vitaliteit mede beïnvloeden. Uit dit

onderzoek bleek dat de vitaliteit van de eik dit jaar sterk bepaald is door aantastingen van de groene eikebladroller en de kleine en grote wintervlinder. In juni is op ca 80% van de opnamepunten van dit onderzoek een zware insektenaantasting geconstateerd. In augustus konden deze aantastingsbeelden in het kader van het vitaliteitsonderzoek nog maar in enkele gevallen als zodanig herkend worden. Het herstel van de kronen bleef uit na de vraat, wat duidt op het interen van reserves als gevolg van verzwakking door eerdere aantastingen of andere oorzaken, waardoor het normale herstel niet optrad.

Tak- en twijgziekten

Om inzicht te krijgen in de mate van voorkomen van tak- en twijgziekten is in 1985 gericht geïnventariseerd op specifieke schadebeelden daarvan.

Uit het onderzoek blijkt dat de aantastingen in het loofhout beperkt zijn en naar aangenomen mag worden niet bepalend zijn geweest voor de vitaliteitspercentages. Anders ligt dit voor de aantastingen van *Sphaeropsis sapinea* in de groveden, Corsicaanse en Oostenrijkse den en de *Brunchorstia* in de Corsicaanse den. *Sphaeropsis* wordt daarom mede bepalend geacht voor de geconstateerde vitaliteit in de denboomsoorten. De aantastingen van *Sphaeropsis sapinea* worden over het gehele land waargenomen en hebben zich geïntensiveerd in gebieden met geringe vitaliteit.

Een eerste vorm van aantasting door *Sphaeropsis* vernietigt het jonge lot en wanneer dit in jonge opstanden de hoofdscheut treft wordt de houtwaarde van de boom sterk negatief beïnvloed. Bij zeer zware aantastingen kan de boom of opstand gaan kwijnen of afsterven. In Nederland doet zich op dit moment op grote schaal een aantastingsvorm van *Sphaeropsis* voor die slechts zelden voorkomt en in zijn uitwerking fataal is. De schimmel groeit door in tak en stam en veroorzaakt zo het afsterven van de hele boom of opstand. Bekend is dat aantasting in deze vorm samenhangt met vochtstress. Dit kan veroorzaakt worden door onder meer het klimaat in de vorm van droogte, vorst en wortel- en naaldverlies.

In Nederland wordt deze vorm van aantasting vooral geconstateerd bij de Corsicaanse en Oostenrijkse den in Oost- en Midden-Brabant en Noord-Limburg. *Sphaeropsis* veroorzaakt in het zuiden van het land het afsterven van hele opstanden, terwijl dit in de overige delen van het land alleen incidenteel voorkomt.

Gebreksverschijnselen

Uit verschillende onderzoeken (naald- en bladanalyses, evaluatie van oude bemestingsproeven en depo-

sitiegegevens) blijkt dat er in de Nederlandse situatie sprake is van onder meer een overmaat aan stikstof. Door deze overmaat veranderen de onderlinge verhoudingen van de voedingsstoffen. Elementen als kalium, magnesium en fosfaat blijken dan ineens onvoldoende aanwezig te zijn. Er wordt dan ook gesproken van een verstoring van de voedingsstoffenbalans. De indruk bestaat dat in toenemende mate verschijnselen worden waargenomen die wijzen op deze verstoring van de voedingsstoffenbalans. In 1985 werd op 14% van de opnamepunten dergelijke symptomen waargenomen.

Conclusies

Op grond van de verzamelde gegevens werd in 1984 aangenomen dat insecten, schimmels, droogte en dergelijke slechts in beperkte mate een verklaring waren voor de gesignaleerde vitaliteitsachteruitgang. De invloed van luchtverontreiniging moet daarentegen als in sterke mate bepalend worden beschouwd voor de vitaliteit van het Nederlandse bos.

In 1985 werd geconstateerd dat ook de strenge winter, bepaalde insecten en de schimmel *Sphaeropsis sapinea* de waargenomen vitaliteit mede beïnvloed hebben. De mate waarin kan direct of indirect bepaald zijn geweest door de luchtverontreiniging.

Onderzoek

Er zijn nog vele onzekerheden betreffende de exacte werking van de luchtverontreinigende stoffen op ecosystemen. In grote lijnen staat echter wel vast dat al deze stoffen de werking van dit systeem beïnvloeden. Het gaat daarbij niet alleen om direct waarneembare schade zoals verzuring van de bodem en het uitspoelen van voedingsstoffen, maar ook om indirecte effecten. Door de verzuring van de bodem ontstaan bijvoorbeeld allerlei reacties in de bodem, waardoor stoffen en elementen als aluminium vrij kunnen komen die schade toebrengen aan de vegetatie en het grondwater.

In 1984 werd in de Tweede Kamer de "Notitie inzake verzuring" behandeld. Daarin wordt het beleid uitgeslisseld om de effecten van een tweetal verzurende stoffen, te weten zwaveldioxyden en stikstofoxiden, terug te dringen. Ten aanzien van een derde belangrijke stof onder Nederlandse omstandigheden, de ammoniak, wordt gewerkt aan de Meststoffenwet en de Wet Bodembescherming. Deze stof draagt behalve aan de verzuring van de bodem ook bij aan de directe schade die bij bomen geconstateerd wordt.

In het zogenaamde Additioneel Programma Verzuuringsonderzoek wordt nagegaan hoe diverse luchtverontreinigende stoffen werken op (delen van) ecosyste-

men en welke maatregelen in relatie hiermee het meest effectief zijn. Bij dit onderzoek probeert men antwoord te geven op fundamenteel ecologische vragen. Aan dit soort onderzoek worden echter steeds meer praktijkvragen toegevoegd. Naast fundamenteel ecologische kennis is dringend behoefte aan kennis over de vitaliteit en herstelprocessen bij bomen. Hierbij spelen ook vragen over de mogelijke beïnvloeding van de vitaliteitstoestand door gerichte ingrepen als bemesting en bekalking.

Daarom wordt door het Staatsbosbeheer, instituten, universiteiten en de Landbouwhogeschool (oriënterend) onderzoek verricht naar een aantal onderdelen van de vitaliteitsproblematiek die niet in het eerder genoemde Additioneel Programma Verzuuringsonderzoek zijn ondergebracht. In hoofdlijnen betreft dit het volgen van de vitaliteitstoestand, de voedingsstoffenproblematiek en insecten- en schimmelaantastingen.

Het volgen van de vitaliteitstoestand

De vitaliteitstoestand van het Nederlandse bos zal door het Staatsbosbeheer de komende jaren zo nauwkeurig mogelijk gevolgd worden. Naast het landelijk vitaliteitsonderzoek worden een 200 permanente proefplots nauwkeurig gevolgd.

Behalve terrestrische opnamen zijn in 1985 van delen van zes boswachterijen luchtfoto-opnamen gemaakt. Van drie van deze gebieden is ook een "risicoclassificatie" opgesteld. Deze is gebaseerd op de werkmethode geformuleerd door de werkgroep "Risicoclassificatie van het Nederlandse bos; waarvan in dit tijdschrift al eerder melding is gemaakt. Op basis van bestaande bosbouwkundige kennis is nagegaan welk risico een bestaande beplanting reeds loopt door een onjuiste boomsoortenkeuze, de herkomst, groeiplaats e.d. Deze resultaten van de inventarisatie zullen vergeleken worden met de resultaten van de luchtfoto-opnamen zodat kan blijken of en in welke mate deze risicoclassificatie voor de praktijk van belang is.

De voedingsstoffenproblematiek

Bij het voedingsstoffenonderzoek gaat het om de vraag onder welke omstandigheden voedingsstoffen als kalium en magnesium de vitaliteit van een boom (nog) gunstig kunnen beïnvloeden. Ook fosfaat en kalk zullen bij de afweging betrokken worden.

Nagegaan zal worden welk aanvullend onderzoek noodzakelijk is naast het reeds bestaande om antwoord te kunnen geven op de hierboven geformuleerde vraag. Vooral aan het op praktijkschaal aanleggen van dergelijke proeven is grote behoefte.

Bij het bekalken van bodems zijn belangrijke vragen de effecten van een dergelijke bekalking op korte en

middellange termijn voor de vegetatie, de bodem en het grondwater. Daar in het Additioneel Programma Programmaonderzoek hier reeds de nodige aandacht aan besteed wordt, wordt in het verdere onderzoek vooral aandacht besteed aan gift van kalium en magnesium (evt. in combinatie met een kalkgift).

Insekten-, schimmelaantastingen

In het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek wordt geen aandacht besteed aan de rol van insecten- en schimmelaantastingen. Daarom vindt onafhankelijk hiervan onderzoek plaats aan *Sphaeropsis sapinea*, *Lymantriden* (o.a. de nonvlinder), insectenaantastingen bij eik en groveden en het essensterven. Deels zijn dit oriënterende onderzoeken zoals het essensterven, anderzijds zijn dit zeer gedetailleerde onderzoeken zoals naar *Sphaeropsis*, waar antwoord gegeven zal moeten worden op de oorzaken van de aantastingen en de mogelijkheden om de aantastingen zoals deze nu plaatsvinden te beperken.

Het gaat te ver om in dit artikel al het onderzoek dat hierboven beschreven is verder uit te werken. De komende jaren zal veel nieuwe kennis over de invloed van diverse luchtverontreinigende stoffen op (delen van) ecosystemen beschikbaar komen. Deze kennis moet ons in staat stellen de optredende processen beter te begrijpen en inzichten te geven in welke maatregelen al dan niet mogelijk en noodzakelijk zijn.

Literatuur

- Blokhuis, J. L. W. 1966. De Oostenrijkse en Corsicaanse den. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 38: 121-124.
- Breemen, N. van, P. A. Burrough, E. J. Veldhorst et al. 1982. Soil acidification from atmospheric ammonium sulphate in forest canopy throughfall. *Nature* 299: 548-550.
- Dam, B. C. van, en M. de Kam. 1984. *Sphaeropsis sapinea* (=Diplodia pinea), oorzaak van het afsterven van eindscheuten bij Pinus in Nederland. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 56: 173-176; Mededeling Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 212.
- Genssler, H. 1985. Nordrhein-Westfalen, zweite Waldschadenserhebung im Stichprobenverfahren.
- Kam, M. de. 1985. *Sphaeropsis* (=Diplodia) scheutsterfte, een incident of een permanent probleem. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 57: 118-122; Bericht Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 111.
- Keller, T. 1984. Die Auswirkung von Immissionen auf Waldbäume. *Berichte Eign. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf*, nr. 255. 23 p.
- Kort verslag van het vitaliteitsonderzoek door het Staatsbosbeheer. 1983. Staatsbosbeheer, Utrecht. 6 p.
- Lammel, R. 1984. Endgültige Ergebnisse und Bundesweite Kartierung der Waldschadenserhebung 1983. *Allgemeine Forstzeitschrift* 39: 340-344.
- Materna, J. 1983. The objectives, sources and possibilities of the prognosis of the effect of air pollution on forests and forestry. *Lesnictvi* 29 (8): 649-657.
- Mooi, J. 1981. Influence of ozone and sulphur dioxide on defoliation and growth of poplar. In: *Mitteilungen Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien*, nr. 137, p. 47-51.
- Roelofs, J. G. M., A. J. Kempers, A. L. F. M. Houdijk et al. 1985. The effect of air-borne ammonium sulphate on *Pinus nigra* var. *maritima* in the Netherlands. *Plant and Soil* 84: 45-56.
- Roloff, A. 1985. Auswirkungen von Immissionsschäden in Buchenbeständen. *Allgemeine Forstzeitschrift* 40: 905-908.
- Stallen, M. P. K. 1985. De overwintering van boomteeltgewassen, ervaringen uit de winter 1984/85. Proefstation voor de Boomteelt en het Stedelijk Groen, Boskoop.
- Verslag van het landelijk onderzoek naar de vitaliteit van het Nederlandse bos. Rapport Staatsbosbeheer, Utrecht, nr. 26. 24 p.
- Verslag van het landelijk vitaliteitsonderzoek 1985. Rapport Staatsbosbeheer, Utrecht, nr. 16. 28 p.
- Ulrich, B. 1983. Soil acidity and its relation to acid deposition. In: B. Ulrich and J. Panckrath (eds.). *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems*. Reidel, Dordrecht. p. 127-146.
- Vöute, A. D. 1963. Het massale optreden van de denne-scheerder in de duinstreken. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 35: 459-462.
- Vries, W. de., en A. Breeuwsma. 1985. De invloed van natuurlijke zuurbronnen, zure regen op de verzuring van Nederlandse bosgronden. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 57: 111-117.
- Waldschäden. Einflussfaktoren und ihre Bewertung. 1983. V.D.I.-Kommission Reinhaltung der Luft.