

Bemesting in de Nederlandse bosbouw (II)*

Wie deel I leest met de ogen van iemand, die thuis is in de bemesting van de land- en tuinbouw, zal zich afvragen waarom het element stikstof daar nauwelijks is genoemd. In een publikatie over bemesting in de bosbouw mag het element stikstof, dat in andere vormen van plantaardige produktie een hoofdrol speelt, niet ontbreken. Men kan hier niet uit afleiden dat de bosbouw al tientallen jaren geleden het huidige tijdperk van hoge stikstofimmissie zag aankomen en daarom de minerale-voedingsstof stikstof op voorhand verwaarloosde. Eerder is het omgekeerde het geval.

Op de achtergrond van alle hiervoor beschreven maatregelen staat nl. de stikstofvoorziening, alleen in een niet direct herkenbare vorm. Het grote verschilpunt tussen de stikstofvoorziening in de bosbouw enerzijds en die in de land- en tuinbouw anderzijds is dat de periode waarover een stikstofbemesting in de land- en tuinbouw effect heeft, van dezelfde orde van grootte is als de produktieduur van de verbouwde gewassen. In de bosbouw is dat niet zo, want de werking van stikstofbemesting mag dan uiteenlopen van één tot een paar jaar, de produktieduur van bossen bedraagt tientallen jaren, en overschrijdt daarmee verre de werkingsduur van stikstofbemesting. Het gevolg is dan ook dat het onderzoek naar de stikstofhuishouding en -voe-

ding van bossen veel overeenkomst vertoont met de organische-stofhuishouding, wat geen toeval is omdat juist de organische stof één van de voornaamste stikstofleveranciers van het bos is.

Het bemestingsonderzoek van De Dorschkamp 1950-1970

Onderzoek naar de stikstofhuishouding van bossen en verbetering daarvan betekent onderzoek naar die methoden, die leiden tot een permanente of althans voor een reeks van jaren voldoende stikstofvoorziening. Hetgeen geldt voor de organische stof, is ook van toepassing voor de stikstof, namelijk dat de voorziening er mee slechts langzamerhand is te verbeteren. Het onderwerp 'bemesting van bossen', zoals dat door 'De Dorschkamp' is uitgevoerd, omvat daarom niet alleen de minerale voeding en de bemesting met anorganische meststoffen, maar heeft ook een aspect 'grondverbetering'.

Ruwe humus

Het element stikstof wordt in de Nederlandse bosbouwkundige literatuur voorafgaand aan de Tweede Wereldoorlog bijna niet genoemd, behalve in de beginperiode. Stikstofbemesting was alleen gebruikelijk in kwekerijen. In grovedennencultures had het geen zichtbaar - althans geen blijvend - effect. Enig begrip voor de stikstofvoorziening van arme bosgronden ontstond toen men zich realiseerde hoeveel stikstof is geïmmobiliseerd in de ruwe humus. In tegenstelling tot wat Erdmann leerde ging men in navolging van prof. Wittich in Eberswalde (later in Göttingen) en van 'Forstmeister' Hassenkamp in

het Forstamt Syke de ruwe humus beschouwen als een stikstofbron, die men door bepaalde maatregelen kon activeren en omzetten in organische stof van een betere kwaliteit. Mulder, houtvester in het Kroondomein, is voor zover bekend de eerste die in het Nederlandse Bosbouw Tijdschrift in 1935 de gedachte uitsprak dat bekalking een methode is om de ruwe humus te activeren (22). Onderzoek op het laboratorium van prof. Hudig maakte duidelijk hoeveel stikstof inactief ligt opgeslagen in de ruwe humus. Als voorbeeld wordt in 1943 genoemd dat de ruwe humus onder een 46 jaar oude eerste generatie grovedennenenopstand ca. 1.200 kg stikstof per ha bevat. In Nedersaksen vond men dezelfde orde van grootte onder grovedennenenopstanden, nl. 2.000 kg N per ha (8). Tegen de conclusie dat blijkbaar 1.000 kg N per ha onder een grovedennenenopstand kan worden gefixeerd door micro-organismen kon men bezwaar maken (later onderzoek in Scandinavië en Noord-Amerika gaf als orde van grootte 1 kg gefixeerde atmosferische stikstof per ha per jaar voor niet te arme zure gronden), maar de ongerustheid was begrijpelijk, want men had de Japanse lariks in Drenthe niet alleen aangeplant als houtproducent maar ook als producent van goed verteerbaar strooisel. Die strooiselvertering verliep echter op het oog te langzaam en er bouwde zich onder Japanse-lariksopstanden een laag ruwe humus op.

Verheiding

Een ander verschijnsel dat hierboven al is genoemd en dat samenhangt met de stikstofvoorziening, is de verheiding van veel

Japanse lariks. a. Een gezonde, ■
goed groeiende cultuur in een
Drentse boswachterij. b. De
kromme stammen in een jonge
opstand in een Drentse
boswachterij duiden op
kopergebrek. c. Soms is het
kopergebrek zo ernstig dat de
cultuur afsterft.



fijnspar-, grovedennen- en zome-reikencultures, die leidde tot ernstige groeistagnatie. Onderzoek door 'De Dorschkamp' in het begin van de jaren vijftig heeft waarschijnlijk gemaakt dat het weglaten van de bekalking bij de lupine-voorbouw ertoe heeft geleid dat de pH te weinig steeg waardoor humificatie en mineralisatie van de heide-ruwe-humus niet in voldoende mate optraden. Er ontstond stikstofgebrek, en de jonge douglas- en fijnsparcultures gingen op zes- tot tienjarige leeftijd verheiden waardoor de groei sterk terugliep, wat slechts door plaggen (zwaar werk, zeer arbeidsintensief), bemesting met compost (effectief, maar arbeidsintensief: dosering 40 ton per ha) of stikstofbemesting (veel minder arbeidsintensief: 0,4 ton kalkammonsalpeter per ha) kon worden overwonnen. De pH-KCl bedroeg in de minerale bovengrond van zulke cultures met storingen 3,2 - 3,5 en in cultures zonder zulke storingen 3,7 - 3,9. Terreinen met landbouwvoorbouw vertoonden deze storing niet. De storingen zijn zowel in Drenthe als op de Veluwe waargenomen. Bemesting met slakkenmeel maar zonder bekalking was niet afdoende om de verheiding tegen te gaan.

De bovenstaande voorbeelden waren uitgangspunten voor het vroege werk van 'De Dorschkamp' op het gebied van de grondverbetering en minerale voeding. Ook grondbewerking als methode van grondverbetering vroeg de aandacht, omdat daar in de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog veel belangstelling voor bestond. Van Goor (7) stelde vast dat intensieve grondbewerking van holtpodzolgronden grote verliezen aan organische stof en stikstof veroorzaakte. Strooiselroof en moswinnig zijn van negatieve invloed op de groei en gezondheid van

Tabel 4. Lengtegroei van douglas in een in 1937 aangelegde en bekalkte cultuur op een voormalige heidegrond in de boswachterij Sleenerzand, vak 78.

kalkmeststof, kg/ha	gemiddelde lengte in 1955, cm
0	276
1.000	334
1.600	332
2.000	377
3.000	352
3.200	384
4.000	381

Tabel 5. De invloed van bekalking op de lopende aanwas (I_c) van een beukenopstand in het Sprielder- en Speulderbos na bekalking in 1955.

Kalkmeststof, kg/ha	I_c , m ³ /ha/jaar 1958 - 1964
0	3,77
3.000	4,24
4.000	4,65
6.000	3,74

de groveden, omdat de gemakkelijk beschikbare stikstof aan de bodem wordt onttrokken. Op dit verschijnsel had Lovink al in 1892 gewezen. Een berekening leerde dat deze roof in kwantitatieve zin min of meer is te compenseren door 100 ton compost per ha, wat als minimale compensatie geldt omdat wortelschade en aanwasverlies niet zijn meegerekend. Terloops is opgemerkt dat men in sommige boswachterijen (o.a. Dorst) strooiselroof compenseerde door 50 m³ compost per ha.

Bekalking

Het bekalkingsonderzoek werd in de jaren vijftig weer opgevat, zij het niet op zo uitgebreide schaal

als in West-Duitsland, waar in de jaren na de Tweede Wereldoorlog de bekalking hoogtij vierde, om daar in de jaren zestig geruisloos te worden beëindigd. De resultaten van het bekalkingsonderzoek waren niet zo negatief als weleens wordt gedacht, ook niet voor de Japanse lariks. Een voorbeeld van een resultaat van een bekalkingsonderzoek in beuk vindt men in tabel 5.

Het effect van de bekalking was positief, behalve dat van de hoogste kalkgift. In Drenthe had het Staatsbosbeheer in 1936 een aantal bekalkingsproefvelden aangelegd. Deze werden in het begin van de jaren vijftig door 'De Dorschkamp' opgenomen. De re-

sultaten van dit bekalkingsonderzoek op tamelijk arme zure zandgronden kan men als volgt samenvatten:

- giften van ca. 3 ton kalkmeststof (kalkmest, dolomietkalk) per ha verbeterden de groei in zekere mate;
- de pH van de minerale bovengrond (0-25 cm) nam met hoogstens 0,5 eenheden toe;
- het soms negatieve effect van hogere kalkgiften (6.000-9.000 kg/ha) kan niet zonder meer op rekening van een te snelle N-mineralisatie worden geschreven.

Landbouwvoorbouw

Na de Tweede Wereldoorlog laaide die discussie over het voor en tegen van landbouwvoorbouw op naar aanleiding van de uitkomsten, die men in het Nederlandsische Syke had verkregen (8). In Nederland zelf wordt landbouwvoorbouw onder andere vermeld in de boswachterij Garderen en op vrij grote schaal op droge arme holtpodzolgronden in het landgoed 'De Sysselt' en op diverse gronden in het landgoed 'Middachten' (16). De betekenis van strooisel- en plaggenwinning voor de achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid en het herstel daarvan door landbouwvoorbouw zijn in de periode 1950-1957 intensief onderzocht in De Sysselt. In de jaren 1978-1979 vond een laatste waardering van deze activiteiten plaats door 'De Dorschkamp'. Landbouwvoorbouw op 'De Sysselt' hield in het verbeteren van de bodemvruchtbaarheid, vooral de verbetering van de stikstofvoorziening. Daartoe werden de volgende maatregelen getroffen:

- bestaande grovedennenopstanden werden geveld;
- de stobben werden gerooid;
- na bekalking, bemesting met slakkenmeel, kieseriet, kalkammonsalpeter en fosfaatammonsalpeter werd in het eerste jaar

winterrogge geteeld;

- in het tweede jaar werd bemest met 300 kg slakkenmeel per ha, 300 kg kalizout-40% per ha en 100 kg kieseriet per ha en werden lupinen verbouwd;
- in het derde jaar werd bemest met 500 kg slakkenmeel per ha, 300 kg kalizout-40%, 100 kg kieseriet per ha en 400 kg kalkammonsalpeter per ha, en werd weer winterrogge verbouwd.

In plaats van winterrogge teelde men ook wel graszaad. Na drie jaar werd de landbouwvoorbouw beëindigd waarna het bos werd aangelegd. De boomsoorten waren overwegend Japanse lariks en douglas. Hoewel vanuit het oogpunt van bodemvruchtbaarheid het systeem van landbouwvoorbouw voordelen heeft omdat het de kwaliteit van de organische stof verbetert, leverde het toch de nodige problemen op en wel de volgende:

- het systeem moest bedrijfs-winst opleveren; alleen al het stobbenrooien maakte een dergelijk systeem zeer duur;
- de beplanting kon na de aanleg te lijden hebben van veronkruiding;
- de beplanting kon op den duur aan wortelrot gaan lijden, hetzij als gevolg van een te hoge pH-waarde, hetzij als gevolg van een nog niet voldoende aan de boomsoort aangepaste mycoflora; vooral de douglas is hiervoor gevoelig;
- een niet voldoende onderkend probleem was dat het vochtleverend vermogen van de grond niet door landbouwvoorbouw behoefde toe te nemen; de intensieve grondbewerking zal in de eerste jaren eerder een afname van het organische-stofgehalte hebben bewerkstelligd; het vermoeden bestaat dat de verwachte groeiverbetering van Japanse lariks en douglas op holtpodzolgronden in 'De Sysselt' na landbouwvoorbouw niet was opgetre-

den omdat het vochtleverend vermogen van deze gronden niet was verbeterd, althans niet op korte termijn. De discussie over landbouwvoorbouw is verstomd. Het tegengestelde probleem, nl. welke boomsoorten kunnen worden aangeplant op eventueel vrijkomende landbouwgronden, doet zich in de laatste jaren voor.

Grondverbetering

Grondverbeteringsproeven anders dan met landbouwvoorbouw zijn vanaf 1960 t/m 1983 uitgevoerd in naaldboomcultures en -opstanden (groveden, zwarte den en douglas) op droge, door strooiselroof en plaggenwinning verarmde gronden. Van de uitgevoerde behandelingen bleek alleen compost langzamerhand een toename van de groei te bewerkstelligen, als de gift minstens 100 ton per ha bedroeg. Een gedurende een aantal jaren herhaalde N-bemesting werkte eveneens positief. Het effect van stikstofbindende gewassen (lupine, witte els, brem) was daarentegen gering. Het effect van de verbetering van de chemische bodemvruchtbaarheid van droge gronden bleef beperkt zolang de watervoorziening niet verbeterde door toename van het organische-stofgehalte of van de worteling. Bemesting met Arnhemse stadsvuil in de jaren voor de Tweede Wereldoorlog bleek volgens de uitkomsten van metingen in 1955 een groot en positief effect te hebben gehad op de groei van beuken- en Amerikaanse eikenopstanden ten noorden van Arnhem. De groveden had merkwaardig genoeg niet op deze bemesting gereageerd.

Bemestingsonderzoek naaldbomen

Men kan ervan uitgaan dat het eigenlijke bemestingsonderzoek begon in 1953 met fosforbemestingsonderzoek in Japanse la-

riks, en dat het in 1970 werd afgesloten met stikstofbemestingsonderzoek in naaldboomcultures. Daartussen liggen jaren van proefnemingen in cultures van douglas, fijnspar, sitkaspar, groveden, Corsicaanse den, Oostenrijkse den en Japanse lariks. Dat onderzoek leverde kennis op betreffende de specifieke minerale voedingsstoornissen van naaldboomsoorten op voormalige heidegronden (douglas NPK; Pinus-soorten K; Picea-soorten NP; lariks PK), de toepassing van de naaldanalyse en richtlijnen voor bemesting en bekalking (10,12). De onderzoeken hadden hoofdzakelijk betrekking op NPK-bemesting. Vanaf 1959 is aandacht besteed aan incidenteel waargenomen Mg-gebrek. Standaarddoseringen (hoeveelheden N,P of K; niet de oxiden van P en K) waren in geval van een onvoldoende voorziening 50 (Pinus, lariks) of 100 (douglas, fijnspar) kg N per ha, 20 (Pinus) of 35 (overige naaldboomsoorten) kg P per ha, en 40-80 kg K per ha. Het zou hier te ver voeren om alle uitkomsten van het bemestingsonderzoek samen te vatten (zie 7). In plaats daarvan worden in tabel 6 en 7 de resultaten van bemestingsproeven in een douglascultuur en een douglasopstand op arme zure zandgronden weergegeven. Speciale onderwerpen in het naaldboombemestingsonderzoek zijn geweest de kopervoorziening in het noordoostelijk bosgebied en de groeistoornissen in Zuidoost-Brabant. Het optreden van kopergebrek in douglas en later in Japanse lariks werd vanaf 1961 vermoed in cultures in Drenthe, Zuidoost-Friesland en Noord-Overijssel. Het probleem is onder andere onderzocht in samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. Voor de douglas kon de diagnosemethode (naaldonderzoek) en de correctiemethode in kwekerijen

Tabel 6. Het effect van NPK-bemesting op de lopende aanwas (I_c) van een douglascultuur in de boswachterij Ulvenhout op een slecht met fosfor voorziene zandgrond. Aanplant voorjaar 1952, bemesting voorjaar 1958, meting najaar 1966. P = 500 kg superfosfaat per ha; K = 200 kg zwavelzure kali per ha; N1 = 300 kg kas per ha; N2 = 600 kg kas per ha.

behandeling	I_c , m3/ha/jaar 1952 - 1966
controle	1,41
P	2,82
PK	4,12
N1PK	3,47
N2PK	3,18

Tabel 7. Verandering van de lopende aanwas (I_c) van een douglasopstand in de boswachterij Sint-Anthonis na bemesting in de periode 1961 t/m 1967. N vier jaar 122 kg N per ha per jaar; P twee jaar 117 kg P per jaar; K drie jaar 82 kg K per ha per jaar.

behandeling	I_c , m3/ha/jaar 1961 - 1970
controle	11,4
P	15,8
PK	16,5
NPK	15,5

(50 kg kopersulfaat/ha) worden vastgesteld. De problemen met diverse naaldboomsoorten in Zuidoost-Brabant werden vanaf 1956 met onderbrekingen tot 1980 onderzocht. Naast plaatselijke oorzaken (SO₂-schade, zinkovermaat) speelden blijkbaar ook algemene bodemvruchtbaarheidsproblemen een rol, die op N-, P-, K- en Mg-gebrek neerkwamen, in combinatie met oorzaken als de minder goede herkomsten van de groveden en het soms te geringe vochtleverende vermogen van deze arme zandgronden voor soorten als douglas, Japanse lariks en fijnspar. Dat verklaart de vaak nogal willekeurige uitkomsten van bemestingsproeven in dit gebied. De in het algemeen lage bodemvruchtbaarheid van de zandgronden in geheel Oost-Brabant zal in de jaren tachtig een belangrijke rol gaan spelen als het stikstoftekort omslaat in stik-

stofovermaat, maar de tekorten aan andere minerale voedingsstoffen blijven bestaan.

Populier en andere loofboomsoorten

Het bemestingsonderzoek met de populier (waaronder men moet verstaan de verschillende rassen van de Canadapopulier, *Populus x canadensis*, syn. *Populus x euramericana*) begon in 1955 en werd in 1962 grotendeels afgesloten, waarna in 1967 de laatste proefvelden werden beëindigd (20,21). Het onderzoek viel in twee onderwerpen uiteen nl. in de eerste plaats de bemesting op de voor deze rassen op basis van waterhuishouding en bodemvruchtbaarheidsniveau geschikt te achten gronden en in de tweede plaats de bemesting van gronden die voor de populierenteelt geschikt worden geacht, maar dat vaak niet zijn. Op voor de



■ Populier op arme, vochtige zandgrond. a. Slechte groei op verlaten landbouwgrond. b. Groeiverbetering op dezelfde grond na enige jaren NPK-bemesting.



■ Populier op vochtige maar arme grond. a. Onbemest. b. Na enige jaren NPK-bemesting (dunne varkensmest).

populiereenteelt bruikbare gronden met een goede watervoorziening bleek dat N- en K-bemesting vaak positieve effecten opleverden in jonge cultures omdat populieren zeer gevoelig zijn voor stikstofgebrek als gevolg van concurrentie door grassen, en omdat rivierkleigronden, venige gronden en lage zandgronden de populier vaak een onvoldoende K-voorziening bieden. Men moet hierbij denken aan 100-300 gram kalkammonsalpeter per boom en 350-400 kg patentkali per ha of kalizout-40% per ha in de eerste jaren na de aanplant. Helaas is er geen gelegenheid geweest om de invloed van minerale bemesting op populierenopstanden te onderzoeken.

Op weliswaar vochtige maar ver-

der tamelijk arme, zure of op den duur weer verzurende gronden bleken de problemen veel groter. Bekalking tot pH-KCl 4,5, het niet laten dalen van de PH-KCl beneden 4,0 en bemestingen met N, P, K en Mg en soms ook Cu zijn noodzakelijk om een goede groei te bereiken. Andere loofboomsoorten zijn bijna niet onderzocht. Wel bleek ook bij soorten als zomereik, es, esdoorn, iep en wilg dat stikstofbemesting de groei aanmerkelijk kan verbeteren.

IJsselmeerpolders

Omdat de IJsselmeerpolders bodemkundig nogal afwijken van de traditionele bosgronden in de rest van Nederland, is een speciaal op deze gebieden gericht bemestingsonderzoek uitgevoerd dat in 1957 begon en in wezen in 1970

werd afgesloten. De uitkomsten van het bemestingsonderzoek hangen sterk samen met de kwaliteit van de aan de bosbouw overgelaten gronden. Op de arme zandgronden bleek dat zowel naaldboomsoorten (Pinussoorten en Picea-soorten), populier en diverse loofboomsoorten positief reageerden op stikstofbemesting (orde van grootte: 100 kg N/ha). P- en K-bemesting hadden meestal geen effect.

Niet-gevulde beloften

Uit het groeiplaatseisenonderzoek van de Japanse lariks in het begin van de jaren vijftig was een positief verband gebleken tussen de fosforvoorziening en de groei-klasse. Het Staatsbosbeheer vatte in 1955 het plan op om Drentse boswachterijen te bemesten, ten-

einde de bodemvruchtbaarheid permanent te verhogen en de houtproductie te vergroten. De volgende bedrijfsbemestingen zijn in 1956 in diverse boswachterijen uitgevoerd.

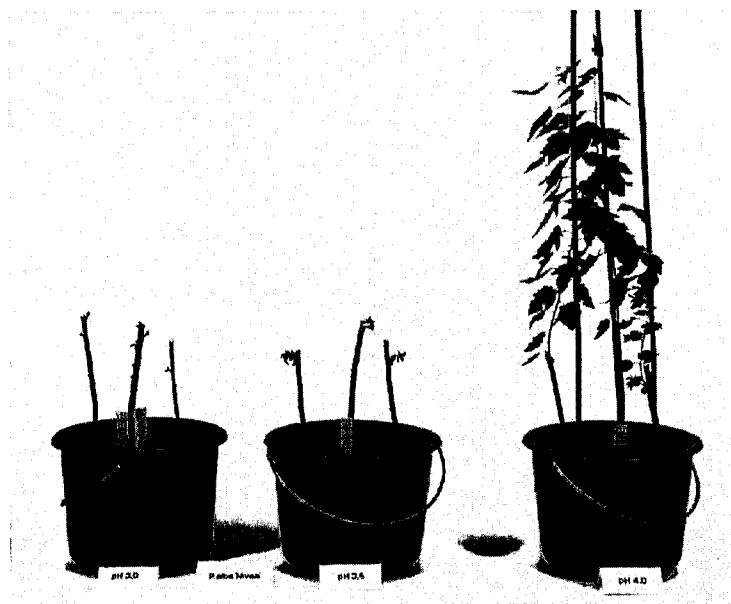
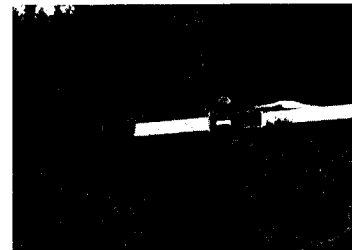
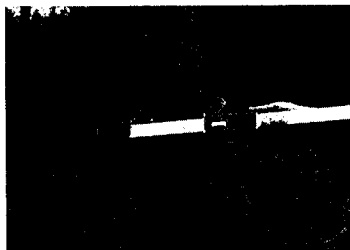
- Japanse lariks 1500 kg Algiersfosfaat per ha (ca. 180 kg P/ha)
- overige naaldboomsoorten (hoofdzakelijk douglas en fijnspar) 1500 kg slakkenmeel per ha (ca. 130 kg P/ha)
- zomereik 1500 kg slakkenmeel per ha (ca. 130 kg P/ha) en 3000 kg dolokal per ha of 4000 kg dolomietmergel per ha.

In de boswachterij Schoonloo werden bovendien in de jaren 1957 en 1959 naaldboomopstanden bemest met dezelfde hoeveelheden slakkenmeel of Algiersfosfaat.

In de winter van 1960/1961 werd de groeireactie gemeten van een aantal Japanse-lariks-opstanden. De teleurstelling was groot toen bleek dat de verwachte groeiverbetering slechts in een deel van de opstanden was opgetreden. Achteraf is duidelijk geworden waarom dat niet overal het geval is geweest.

- Men had te weinig geduld opgebracht, want de P-meststof was niet zoals bij de bosaanleg in de bewerkte grond gedrongen, maar was op de ruwe humus terechtgekomen. Dat dit de meest waarschijnlijke verklaring is, volgt uit waarnemingen van de jaarring-groei in het begin van de jaren tachtig en uit een bemestingsproefveld in de boswachterij Smilde, waar is geconstateerd dat de groeireactie op fosforbemesting pas na één à twee decaden goed op gang komt.

- De jaren 1955 -1959 waren tamelijk droog; de Japanse lariks reageert op droogte met een groei-afname in het droogtejaar en in de daaropvolgende jaren,



zodat een eventuele reactie op de bemesting in die jaren toch al veel minder tot uiting zou zijn gekomen.

Een tweede tegenvaller leed de bedrijfsbemesting tien jaar later. In 1969 was een uitvoerig onderzoek opgezet om de werkingsduur van N- en K-bemesting op de groei van Japanse lariks en fijnspar te onderzoeken en de betekenis van een kopersulfaatgift vast te stellen. De klap kwam bijna letterlijk toen een storm in de nacht van 12 op 13 november 1972 de meeste proefvelden vernielde. Beide onderzoeken zijn als mislukt te beschouwen, maar de oorzaak daarvan ligt niet

in de diagnose, noch in de bemesting, maar in oorzaken die de bosbouwer nu eenmaal niet in de hand heeft. Hoe het ook zij, deze mislukkingen hebben aan de bemesting in de bosbouw geen goed gedaan.

* Dit artikel is overgenomen uit het blad Meststoffen, nr 1, 1989, een uitgave van het Nederlands Meststoffen Instituut. Het artikel wordt in het Nederlands Bosbouw Tijdschrift in drie delen gepubliceerd.