

BEMESTINGSVOORSCHRIFT VOOR NAALDHOUTCULTUREN¹⁾

[232.425 : 237.4]

door

C. P. VAN GOOR

BEMESTINGSVOORSCHRIFT VOOR NAALDHOUTCULTUREN¹⁾

[232.425 : 237.4]

door

C. P. VAN GOOR

SUMMARY.

FERTILIZATION OF CONIFER PLANTATIONS

From the results of the fertilization research so far it can be concluded that the need of nutrients and the effect of a fertilization cannot be forecasted from the data of soil and needle analysis alone. The data of complete fertilizer trials under comparable conditions must necessarily be combined with it. This means that a great many fertilizer trials have to be laid out, which cost a lot of time. In the meantime a directive for fertilization of young plantations for practical use is drafted. This directive is based on the results of research concerning fertilization conducted until now, and further on tree species, soil type and soil analysis, and symptoms of needles. In this way it will be possible to obtain an appropriate improvement of growth in many plantations with insufficient growth, although the effect cannot be forecasted quantitatively. The prescription is worked out for Pinus, Picea, Douglas fir and Larch.

SAMENVATTING.

Uit het tot nu toe verrichte bemestingsonderzoek in de bosbouw is gebleken dat de bemestingsbehoefte van een cultuur en de daarop afgestemde bemesting alleen op grond van de resultaten van grond- en naaldanalyse is vast te stellen, wanneer deze resultaten kunnen worden gecombineerd met de resultaten van bemestingsproeven onder identieke of vergelijkbare omstandigheden. Dit heeft de aanleg van grote aantallen bemestingsproefvelden en jarenlang onderzoek als consequentie.

Ten behoeve van de bosbouwpraktijk is daarom voor huidig gebruik een voorschrift voor de bemesting van jonge naaldhoutculturen uitgewerkt. Dit voorschrift is gebaseerd op de resultaten van het tot nu toe verrichte onderzoek, de houtsoort, het groeiplaatstype en de symptomen die aan de naalden zijn vast te stellen. Met deze bemestingsvoorschriften is voor het grootste deel van de gevallen een doelmatige groeiverbetering te bewerkstelligen, die evenwel niet in kwantitatieve zin is te voorspellen.

Het voorschrift is uitgewerkt voor het geslacht Pinus, Picea en Larix en voor de douglas.

Inleiding.

Hoewel het op verschillende groeiplaatsen mogelijk is de houtproductie van oudere opstanden door verbetering van de voedingsstoffenhuishouding

¹⁾ Tevens verschenen in Ned. Bosb. Tijdschr. 35 (5), 1963 (129—142).

van de grond blijvend — of althans voor langere periode — te vergroten (4, 7, 12, 13, 14, 19, 24, 26), is de bemesting voor de jonge cultuur van veel grotere betekenis. Door een juiste bemesting kan de groei van de verjonging — hetzij blijvend of tijdelijk — worden gestimuleerd, waardoor de sluiting sneller intreedt, de gevoeligheid voor tal van aantastingen afneemt en de jeugdrisico's verminderen (20, 24). Het desbetreffende onderzoek staat evenwel nog aan het begin (15). Niettemin kunnen reeds thans bepaalde algemene richtlijnen worden gegeven, waarmee in de praktijk op doelmatige wijze van de mogelijkheden van bemesting kan worden gebruik gemaakt.

De behoefte aan voedingsstoffen van de verschillende naaldhoutsoorten.

Niet alleen bestaat er een principieel verschil tussen de behoefte aan voedingsstoffen van loof- en naaldhout, ook de verschillende naaldhoutsoorten zijn in dit opzicht niet vergelijkbaar. De belangrijkste voedingsstoffen zijn fosfor, stikstof en kali. Is fosfor als voedingsstof van fundamentele betekenis voor de ontwikkeling van het wortelstelsel (18, 23), stikstof en kali zijn van direct belang voor de fotosynthese (2, 9, 22). Stikstof vormt de bouwsteen van alle eiwitverbindingen in de plant, terwijl kali onder andere regulerend werkt op assimilatie en ademhaling.

Het verschil in behoefte aan voedingsstoffen komt niet zozeer tot uiting in de hoeveelheid die door de plant wordt opgenomen, doch veeleer in de hoeveelheid, die aan de groeiplaats wordt onttrokken. Pinus en lariks kunnen op gronden met een armelijke stikstofhuishouding — bijvoorbeeld heideontginningsgronden — veel meer stikstof opnemen dan fijnspar en douglas. Op grond van de huidige kennis kunnen de belangrijkste houtsoorten als volgt naar behoefte worden ingedeeld.

houtsoort	behoefte aan		
	N	P	K
Pinus spec.	laag	laag	hoog
Larix spec.	laag	hoog	laag
Picea spec.	hoog	hoog	laag
Pseudotsuga	hoog	hoog	hoog

Het vaststellen van de bemestingsbehoefte.

Het onderzoek naar de voedingsstoffenvoorziening door grondanalyse biedt veel moeilijkheden, die zijn gelegen op het gebied van de monstername, de extractiemethode en de interpretatie van de resultaten. Bij de grondmonstername doen zich vragen voor betreffende de plaats, het aantal steken en de diepte. Uitgebreid onderzoek in samenwerking met de Stichting voor Bodemkartering en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek heeft op deze vragen een antwoord gegeven, waarop de instructie voor de monstername is afgesteld. Essentieel daarbij zijn het bodemtype als eenheid van monstername, een diepte van 0—25 cm en 25 steken per monster. De extractiemethodiek is afgeleid van de beschikbaarheid van de voedingsstoffen. Het is gebleken dat bomen in staat zijn stikstof, kali en fosfor uit moeilijk oplosbare verbindingen op te nemen, zodat zoveel mogelijk met tootaalysen wordt gewerkt (1, 21, 27). Ook hieraan kleven echter niet nader te noemen bezwaren. Bruikbaar voor de grondanalyse blijkt voorlopig alleen de fosfaatbepaling te zijn. Tussen de groei van de bomen en het fosfaatgehalte

van de grond bestaat — binnen bepaalde bodemeenheden — een redelijk verband. Voor kali en stikstof blijft echter tot nog toe iedere poging om tot een bruikbare grondanalyse te komen vruchteloos.

De analyse van naalden biedt voor stikstof en kali meer perspectieven. Tussen de groei enerzijds en het gehalte aan stikstof of de verhouding stikstof-fosfor anderzijds bestaat veelal een nauw verband. Het ligt daarom voor de hand een werkwijze te zoeken, waarbij met behulp van een grond- en naaldenanalyse de bemestingsbehoefte wordt vastgesteld, hetgeen wat de naaldanalyse betreft, alleen mogelijk is wanneer de cultuur aanwezig is (9, 16, 25, 27, 28). Dit laatste is echter niet zulk een groot bezwaar, omdat stikstof en kali nooit vóór, doch altijd in de cultuur moeten worden gegeven.

De bruikbaarheid van grond- en naaldenanalyseresultaten.

In een groot aantal bemestingsproefvelden is nagegaan of de vorengenoemde werkwijze — het vaststellen van de bemestingsbehoefte aan de hand van de gecombineerde resultaten van grond- en naaldanalyse — voor de praktijk bruikbaar kan worden gemaakt.

Het resultaat van dit onderzoek komt samengevat op het volgende neer:

1. Bij overeenkomende grond- en naaldanalyseresultaten kan op vergelijkbare bodemtypen de groeireactie op bemesting binnen de houtsoort volledig verschillend gericht zijn. De combinatie van de resultaten van de naaldanalysen voor en na de bemesting geeft een veel beter inzicht in de bemestingsbehoefte van de betreffende cultuur, doch dan is de bemesting reeds toegepast.

2. Bij de beoordeling van de fosfaatgehalten van de grond speelt het bodemtype een belangrijke rol. De indruk is gevestigd dat de beschikbaarheid van fosfaat voor bomen op humusijzerpodsolen bijvoorbeeld hoger ligt dan op humuspodsolen. Zo zal bij een P-totaal van 20 mg/100 gr op een humusijzerpodsol geen reactie op fosfaat bestaan, echter wel bij eenzelfde P-totaal op een humuspodsol. Thans wordt een andere extractiemethode ontwikkeld, die een beter inzicht geeft in het gehalte van de grond aan anorganische fosfaat. In deze vorm is fosfaat voor naaldhout grotendeels opneembaar.

3. Het stikstofgehalte van de naalden geeft een duidelijk inzicht in de stikstofvoorziening van de boom. Het optimale gehalte ligt tussen 1,7 en 2,0% N van de drogestof. Bemesting met stikstof verhoogt het N-gehalte. De groeireactie wordt daarbij echter niet alleen bepaald door de verhoging van het stikstofgehalte, doch tevens door de invloed die deze stikstofbemesting heeft op het gehalte van de andere voedingsstoffen. In sommige gevallen ontstaat bijvoorbeeld kaligebrek, in andere — vergelijkbare — gevallen blijft kali op het oorspronkelijke niveau. Dit is van tevoren door een naald- of grondanalyse niet te voorspellen.

4. De kalivoorziening van de bomen hangt onder andere af van het kali-gehalte en de aciditeit van de grond en de kaliopname door de boom. Verhoging van de stikstoftoevoer zal meestal het kaligehalte in de bladorganen doen dalen, omgekeerd is dit niet het geval. Bij douglas en groveden zal onder bepaalde omstandigheden het stikstofgehalte in de naalden door kali stijgen (9). De uitkomst van een naaldanalyse, duidende op een normaal kaligehalte, betekent geen zekerheid dat na een eventuele stikstofgift aan de grond geen kaligebrek zal optreden.

Uit de in deze 4 punten geschetste resultaten volgt als conclusie dat grond- en naaldanalysen op zichzelf onvoldoende inzicht geven in de bemestingsbehoefte van naaldhoutculturen. Talrijke andere factoren, zoals bodemtype,

voorgeschiedenis enz., spelen bij de reactie op de bemesting een rol, die niet kwantitatief is vast te stellen. *Dit betekent dat evenals in de land- en tuinbouw de bemesting in de bosbouw moet worden gebaseerd op de resultaten van grond- en gewasanalyse in combinatie met de resultaten van bemestingsproefvelden op vergelijkbare groeiplaatsen.*

Voor de bosbouw betekent dit de aanleg van grote aantallen bemestingsproefvelden in de verschillende boskarteringsgebieden, teneinde de invloed van de niet geanalyseerde groeiplaatsfactoren op het bemestingsresultaat te kunnen vaststellen. Met het onderzoek hiervan zullen vele jaren zijn gemoeid.

Werkwijze voor de bosbouwpraktijk.

Om toch reeds thans van bemesting gebruik te kunnen maken is daarom naar een werkwijze gezocht, die het in het algemeen mogelijk maakt de bemestingsbehoefte van culturen globaal vast te stellen. Bij deze werkwijze moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat het verkregen resultaat niet geheel aan de verwachtingen voldoet. De ontwikkelde werkwijze gaat uit van de *gemiddelde* bodemvruchtbaarheid van de verschillende bodemtypen, al dan niet verder gepreciseerd met behulp van een chemische grondanalyse, van de symptomen die aan de naalden zijn vast te stellen en van de houtsoort. Uit grondanalyse en bodemtype blijkt of de fosfaattoestand en de aciditeit aan de eisen voldoen, terwijl de symptomen van de naalden aangeven of er al dan niet een tekort aan bepaalde voedingsstoffen bestaat. De bemesting die hierop is afgestemd, is zodanig dat met eventuele interacties of antagonismen van voedingsstoffen bij de verschillende houtsoorten rekening wordt gehouden en onaangename verrassingen van geïnduceerde tekorten zoveel mogelijk worden voorkomen (17).

De gebreksverschijnselen bij naaldhout.

De gebrekssymptomen zijn voor de belangrijkste voedingsstoffen bij de verschillende naaldhoutsoorten in grote lijnen identiek.

1. Stikstofgebrek.

Een niet optimale stikstofvoorziening van de naaldhoutsoorten openbaart zich in een lichtgroene tot geelgroene verkleuring van de naalden. Tevens zijn de naalden kleiner dan normaal. Hoe groter het tekort is des te lichter en geelgroener wordt de kleur en des te kleiner worden de naalden. De verkleuring is gelijkmatig over de naald en de volledige boom. Het stikstofgehalte van de naalden aan het einde van het groeiseizoen varieert van ongeveer 1,0 (gebrek) tot rond 2,0 (optimaal) % N van de drogestof (6).

Stikstofgebrek gaat bij alle houtsoorten steeds gepaard met groeivermindering.

2. Kaligebrek.

Naaldhoutsoorten, die aan een tekort aan kali lijden, vertonen een gedeeltelijke geelkleuring van de naalden, of een geelkleuring van de naalden aan de uiteinden van de scheuten. Dit laatste echter alleen bij *Picea* soorten, douglas en lariks, niet bij *Pinus*.

Bij naaldverkleuring blijft de voet van de naalden groen en is de top geel. De overgang van de gele in de groene zone is geleidelijk. Bij de verkleuring van de scheuten zijn de naalden aan de uiteinden van de scheut volledig geel tot geelgroen en de naalden meer naar binnen in de boom groen. Combinatie van beide symptomen komen vooral bij *Picea*soorten voor. Kaligebreksymp-



1. Stikstofgebrek douglas
(*Nitrogen deficiency douglas fir*)



2. Fosfaatgebrek douglas
(*Phosphate deficiency douglas fir*)



3. Stikstofgebrek fijnspar
(*Nitrogen deficiency Norway spruce*)



4. Fosfaatgebrek fijnspar
(*Phosphate deficiency Norway spruce*)



5. Kaligebrek douglas bij laag stikstofgehalte
(*Potassium deficiency douglas fir at low nitrogen level*)



6. Kaligebrek douglas bij hoog stikstofgehalte
(*Potassium deficiency douglas fir at high nitrogen level*)



7. Kaligebrek fijnspar bij laag stikstofgehalte
(*Potassium deficiency Norway spruce at low nitrogen level*)



8. Kaligebrek fijnspar bij hoog stikstofgehalte
(*Potassium deficiency Norway spruce at high nitrogen level*)



9. Stikstofgebrek groveden
(*Nitrogen deficiency Scots pine*)



10. Fosfaatgebrek groveden
(*Phosphate deficiency Scots pine*)



11. Kaligebrek groveden
(*Potassium deficiency Scots pine*)



12. Magnesiumgebrek groveden
(*Magnesium deficiency Scots pine*)



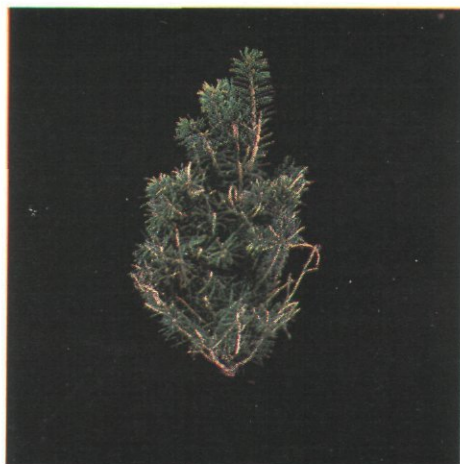
13. Kopergebrek douglas
(*Copper deficiency douglas fir*)



14. Kopergebrek douglas
(*Copper deficiency douglas fir*)



15. Kopergebrek fijnspar
(*Copper deficiency Norway spruce*)



16. Kopergebrek fijnspar
(*Copper deficiency Norway spruce*)

tomen ontwikkelen zich — vooral bij Pinussoorten — het duidelijkst aan het einde van de winter. Bij lariks verkleuren in hoofdzaak de naalden van de kortloten.

De gebreksverschijnselen treden op wanneer het K-gehalte in de naalden aan het einde van het groeiseizoen beneden de hierna vermelde gehalten van de droge stof daalt: Pinussoorten 0,35%, larikssoorten 0,50%, Piceasoorten 0,40% en douglas 0,45%.

3. Magnesiumgebrek.

Hoewel magnesiumgebrek voor de naaldhoutsoorten minder belangrijk is omdat er geen groevermindering mee gepaard gaat, wordt het symptoom behandeld, zodat verwisseling met K-gebrekssymptomen niet behoeft plaats te vinden. Bij Pinussoorten komt magnesiumgebrek tot uiting in een hardgele verkleuring van de naaldtoppen (5). De overgang van de gele top naar de groene voet is vrij scherp. Bij Piceasoorten en bij douglas treedt ook een geelkleuring van de naaldtoppen op, doch dan alleen van de oudste naalden, nooit van de eenjarige. De magnesiumgebrekssymptomen van lariks zijn in ons land tot nog toe onbekend.

4. Fosforgebrek.

Een zodanig tekort aan fosfor, dat zich gebrekssymptomen ontwikkelen, komt betrekkelijk weinig voor. Kenmerkend is de donkere vaalgroene kleur van de naalden, die vaak met zwarte algenaanslag zijn bedekt. In ernstige gevallen verloopt de kleur via bronsgroen naar bruinviolet en treedt necrose van de oudere naalden op. De naalden zijn bovendien klein. Bij Piceasoorten en douglas zien de bomen er ijl uit. De groei is steeds slecht.

De gebreksverschijnselen treden op wanneer het fosforgehalte beneden ongeveer 0,10% van de drogestof daalt (6, 8).

Algemene bemestingsvoorschriften.

Bij de uitvoering van de bemesting dient in het algemeen met het volgende rekening te worden gehouden.

1. De jonge bomen moeten in staat zijn om op een toevoer van voedingsstoffen te reageren. Dit is alleen dan het geval, wanneer het wortelstelsel volledig intact is en de bovengrondse delen niet door een of andere oorzaak zijn beschadigd. Daarom heeft een bemesting van culturen met een slechte conditie weinig zin.

2. Door de bodemvegetatie — vooral wanneer deze uit grassen bestaat — wordt de wortelgroei van de bomen geremd. De bomen vertonen onder zulke omstandigheden vaak verschijnselen van stikstoftekort, niet zo zeer als gevolg van een slechte stikstofhuishouding van de grond, doch meer door een onvoldoende opname door het onderontwikkelde wortelstelsel. Onkruidbestrijding is in zulke gevallen noodzakelijk alvorens tot bemesting wordt overgegaan. Bestaat de begroeiing uit niet al te zware heide dan is onkruidbestrijding minder nodig en kan zonder meer worden bemest.

3. Bij gebruik van de enkelvoudige meststoffen kunnen de fosfaatmeststoffen op elk tijdstip worden gegeven. De werking is echter niet snel, zodat toediening in de winter de voorkeur heeft. Kalimeststoffen worden in februari/maart gegeven. De stikstofmeststoffen dringen door de grote oplosbaarheid snel in de grond, worden niet gebonden en spoelen snel uit. Daarom is het noodzakelijk deze meststoffen toe te dienen in april/mei, wanneer de bomen er direct van kunnen profiteren. Het inwerken van meststoffen is in naaldhoutculturen niet nodig gebleken.

4. Fosfaat- en kalimeststoffen worden steeds breedwerpig toegediend. De wijze van toediening van stikstofmeststoffen hangt af van de leeftijd van de cultuur. Is deze zo oud dat de sluiting met twee of drie jaren een feit is, dan kan stikstof breedwerpig worden toegediend. Zijn de bomen kleiner dan wordt stikstof plantsgewijze gegeven op een oppervlakte van ongeveer 1 m² rond de boom. Een gelijkmatige verdeling rond de boom wordt verkregen door de meststof boven de boom te laten vallen en deze daarna met de voet licht te schudden. De bomen moeten droog zijn.

5. Fosfaat wordt zoveel mogelijk voor of aan het begin van de cultuur gegeven, omdat deze meststof stimulerend op de wortelgroei werkt. Kali en stikstof worden steeds in de cultuur toegediend; stikstof echter nooit in het jaar van planten, doch op zijn vroegst in het jaar daarna.

De meststoffen die voor toepassing in de bosbouw het meest in aanmerking komen zijn voor fosfaat: slakkenmeel en natuurfosfaat; voor kali: patentkali, kalizout 40% en zwavelzure kali; voor stikstof: kalkammonsalpeter en zwavelzure ammoniak. De mengmeststoffen dienen zoveel mogelijk chloorvrij en gekorrelt te zijn.

6. Indien niet met mengmeststoffen wordt gewerkt, is een herhaling van de fosfaat- en kalibemesting niet nodig. Deze voedingsstoffen worden min of meer in de bodem vastgehouden en hebben een lange nawerking. De stikstofbemesting moet *zo nodig* worden herhaald en wel ieder jaar, of iedere twee jaar, tot aan het ogenblik van sluiting.

Bemestingsvoorschriften voor de verschillende naaldhoutsoorten.

Pinus.

De soorten van het geslacht *Pinus* stellen weinig eisen aan de voedingsstoffenhuishouding van de grond. Toch doen zich omstandigheden voor dat bemesting gewenst kan zijn:

1. Bij bebossing van woeste grond, waarop alleen heide of gras zonder vliegdennen of andere naaldhoutsoorten heeft gegroeid, kan fosfaatbemesting noodzakelijk blijken. Hoeveelheid 300 tot 500 kg slakkenmeel per ha. Bij herbebossing kan fosfaatbemesting steeds achterwege blijven.

2. Komen in een cultuur kali- en/of magnesiumgebrekssymptomen voor dan is het gewenst te mesten met 150 tot 300 kg patentkali per ha.

3. Stikstofbemesting is niet nodig bij *Pinus*soorten (10); alleen in zeer ernstige gevallen van kaligebrek, waarbij ook de basis van de naald verkleurd is, kan naast kalibemesting een lichte stikstofbemesting met 200 kg kalkammonsalpeter worden aanbevolen. Komen in een cultuur alleen stikstofgebrekssymptomen voor dan kan een stikstofbemesting beter achterwege blijven.

In het algemeen dient te worden opgemerkt dat kaligebrekssymptomen bij groveden ook veroorzaakt kunnen worden door genetische factoren (11). Min of meer continentale herkomsten en in het bijzonder die uit noordelijke gebieden vertonen in de winter steeds verschijnselen van kaligebrek. In deze gevallen kan het effect van een kalibemesting teleurstellend zijn. Groeit echter zulk een verkleurende dennencultuur, waarvan de herkomst twijfelachtig is, op een humuspodsol of een stuifzand dan is toch een kalibemesting aan te bevelen, omdat de schotgevoeligheid hierdoor kan worden gedrukt.

Picea.

De *Picea*soorten hebben in het algemeen een hoge stikstof- en fosforbehoefte, zodat bemesting in veel gevallen noodzakelijk zal blijken.

1. Op gronden met een onvoldoende fosfaatvoorziening wordt voor of in het begin van de cultuur het terrein bemest met 500 kg slakkenmeel per ha. Deze gronden zijn humuspodsolen, veengronden en stuifzanden met een totaalfosfaatgehalte van minder dan 40 mg P_2O_5 per 100 g grond. Is het fosfaatgehalte hoger of wordt de cultuur aangelegd op humusijzerpodsolen, gleygronden of oude bouwlandgronden, dan geen fosfaatbemesting, ook al is het totaalfosfaatgehalte lager dan 40 mg per 100 g grond.

2. Vertoont de cultuur in het jaar *na* aanplant of later symptomen van stikstofgebrek — kleine lichtgroene tot geelgroene naalden — dan wordt bemest met 50 g kalkammonsalpeter per plant of 400 kg per ha breedwerpig. Is er echter een bodembegroeiing, die uit iets anders dan heide en hoofdzakelijk uit gras bestaat, dan moet deze eerst worden bestreden.

Groeit de cultuur met stikstofgebrekssymptomen op een grond met een onvoldoende fosfaatvoorziening en is voor of bij de aanvang van de cultuur niet met fosfaat bemest, dan dient bij de eerste stikstofbemesting in plaats van kalkammonsalpeter fosfaatammonsalpeter te worden gegeven. De fosfaatammonsalpeter moet dan evenwel breedwerpig worden toegediend. Zijn de planten te klein voor breedwerpige stikstofbemesting, dan zal in plaats van fosfaatammonsalpeter doelmatiger kalkammonsalpeter per plant en fosfaat breedwerpig worden gegeven. Daarna kan dan wear kalkammonsalpeter worden gebruikt.

N.B. Op humuspodsolen en arme veengronden bestaat het gevaar van kopergebrek, wanneer te zwaar met fosfaat en stikstof wordt gemest. Daarom steeds matig met fosfaat mesten en alleen stikstof geven, wanneer dit op grond van naaldkleur nodig is.

Kopergebrek bij *Picea* gaat gepaard met insterven van de scheuteinden en uitlopen van lager gelegen knoppen, waardoor een bossige groei ontstaat (3). Op de gronden waar de kans op kopergebrek aanwezig is, verdient het aanbeveling, naast stikstof, ook te mesten met 150 tot 300 kg patentkali per ha.

3. Kaligebrekkssymptomen zijn of gele verkleuring van de toppen van de jonge naalden of een verkleuring van de naalden aan de uiteinden van de scheuten. Wanneer deze optreden wordt de cultuur bemest met 150 tot 300 kg patentkali per ha, zo nodig gecombineerd met 50 g kalkammonsalpeter per plant, of 400 kg per ha breedwerpig. De noodzakelijkheid van de combinatie wordt bepaald door de gebrekssymptomen. Is de boom sterk verkleurd en over het geheel ook bij de naaldbasis geelgroen, dan is er behoefte aan stikstof. Is de naaldbasis groen tot donkergroen en de verkleuring beperkt tot de allerjongste naalden aan de scheutuiteinden dan kan stikstofbemesting achterwege blijven.

N.B. Kaligebrekkssymptomen kunnen behalve als gevolg van kalitekort in de grond ook optreden door een te hoge pH ($>5,5$ in H_2O of 5,0 in KCl). Bijvoorbeeld in culturen op oud bouwland. Is de pH niet veel hoger dan genoemde kritieke grens en het humusgehalte ongeveer 5% of lager dan heeft een bemesting met 400 kg zwavelzure ammoniak en 200 kg zwavelzure kali per ha een goed effect. Is de pH en/of het humusgehalte veel hoger dan zal deze bemesting gecombineerd moeten worden met 250 kg zwavelpoeder per ha. Deze laatste meststof kan in de cultuur worden gegeven. Inwerken komt het effect ten goede.

4. Bij fosfaatgebrekssymptomen — kleine, tegen de twijg aangedrukte, vaalgroene tot blauwgroene naalden — moet worden gemest met 500 kg slakkenmeel per ha. In het jaar na de bemesting zo nodig aanvullen met stikstof en kali, indien dit op grond van symptomen aan de naalden nodig blijkt. Zijn de fosfaatgebrekssymptomen gecombineerd met die van stikstof — meestal bestaat de bodembegroeiing dan uit heide en is de kleur van de naalden donkervaal/groengeel — dan kan de stikstofbemesting in hetzelfde jaar

als de fosfaatbemesting worden uitgevoerd. Hiervoor kan dan fosfaatammonsalpeter (400 kg/ha) worden gebruikt.

Douglas.

De douglas stelt de hoogste eisen aan de voedingsstoffenhuishouding van de grond. De behoefte aan stikstof, fosfor en kali is groot.

1. De fosfaatbemesting wordt op dezelfde wijze en onder gelijke omstandigheden uitgevoerd als bij *Picea* onder 1 is vermeld.

2. Bij het verschijnen van stikstofgebrekssymptomen — lichtgroene tot geelgroene naalden — bemesten met 50 g kalkammonsalpeter per plant of 400 kg per ha breedwerpig, *steeds* in combinatie met 150 tot 300 kg patentkali per ha. Ook al zijn er in het geheel geen kaligebrekssymptomen waar te nemen, dan is toch door de grote behoefte aan kali van deze houtsoort de kans zeer groot dat door stikstofbemesting een tekort aan kali wordt geïnduceerd. De werking van de stikstofbemesting blijft dan beneden peil. In daarop volgende jaren zo nodig de stikstofbemesting herhalen, waarbij de kalibemesting achterwege kan blijven.

Is bij de aanvang van de cultuur op de daarvoor in aanmerking komende gronden de noodzakelijke fosfaatbemesting achterwege gebleven, dan wordt in plaats van met kalkammonsalpeter met fosfaatammonsalpeter gewerkt. Het is ook mogelijk bij zulk een eerste bemesting gebruik te maken van NPK mengmeststoffen. Zijn deze fosfaatammonsalpeter of NPK mengmeststoffen eenmaal *breedwerpig* toegediend, dan kan daarna met alleen kalkammonsalpeter worden volstaan. Bij plantsgewijze bemesting wordt de hoeveelheid meststof bepaald door het percentage stikstof. Per plant dient *steeds* tenminste 10 g zuivere N te worden gegeven.

N.B. Evenals bij *Picea* bestaat ook voor douglas op dezelfde gronden gevaar voor kopergebrek door overbemesting met fosfor en stikstof. Daarom alleen stikstof geven als het absoluut noodzakelijk is en de fosfaatbemesting aan de lage kant houden. Daarentegen de kalibemesting zo nodig verzwaren. De kopergebrekssymptomen van douglas bestaan uit groeimisvormingen van top- en eindscheuten. Deze scheuten slingeren in alle richtingen en in ernstige gevallen ontstaan typische treurvormen van de jonge bomen. Soms sterft ook de top van de scheut in en komen de daaronder gelegen knoppen tot ontwikkeling, waardoor een bossige groei kan ontstaan (3).

3. De kaligebrekssymptomen zijn vergelijkbaar met die van *Picea*. Wanneer deze worden vastgesteld, bemesten met 150 tot 300 kg patentkali per ha, zo nodig gecombineerd met een normale stikstofbemesting. De noodzaak van stikstofbemesting wordt bepaald door de intensiteit van de gebrekssymptomen. Zie de opmerkingen bij *Picea*. Douglas is minder gevoelig voor een te hoge pH dan *Picea*, zodat kaligebrek door kalkantagonisme hoogst zelden voorkomt.

4. Komen fosforgebrekssymptomen voor — kleine vaalblauwgroene tot bruinroze naalden — dan bemesten met 500 kg slakkenmeel per ha. Eerst in het jaar na deze bemesting zo nodig aanvullen met stikstof en kali al naar gelang de gebrekssymptomen die zich dan ontwikkelen.

Larix.

De larikssoorten stellen, wat betreft de voedingsstoffenvoorziening, alleen hoge eisen aan de fosfaathuishouding van de grond. De behoefte aan stikstof en kali is laag.

1. De fosfaatbemesting wordt op dezelfde manier en onder dezelfde omstandigheden uitgevoerd als vermeld is bij *Picea* onder 1.

2. Stikstofgebrekssymptomen komen bij lariks niet veel voor, tenzij een cultuur ernstig met onkruiden is vervuild. In deze gevallen is onkruidbestrijding in eerste instantie noodzakelijk. Komen stikstofgebrekssymptomen voor bij niet vervuilde of alleen met heide begroeide grond, dan bemesten met 25 g kalkammonsalpeter per plant of 200 kg per ha breedwerpig.

N.B. Voorzichtigheid met stikstofbemesting is geboden, omdat gemakkelijk een overdosering wordt gegeven, die tot de beruchte slingergroei aanleiding kan geven.

3. Komen kaligebrekssymptomen voor — gelepuntziekte aan de naalden van de kortloten of gele naalden aan de einden van de langloten — bemesten met 150 tot 300 kg patentkali per ha.

N.B. Kaligebrekssymptomen bij lariks worden vaak veroorzaakt door een tekort aan vocht of door een te hoge pH. In beide gevallen behoort de lariks op een dergelijke groeiplaats niet thuis. Daarom is het beter niet te mesten, maar de cultuur zodra mogelijk om te zetten.

4. Fosforgebrekssymptomen komen bij lariks soms voor. De naalden zijn vaal-blauwgroen, waarbij de kleur soms overgaat in geelbruin, paarsbruin en violet.

Bemesten met 500 kg slakkenmeel per ha, zo nodig in het jaar daarna aanvullen met stikstof en kali.

Overige naaldhoutsoorten.

Van de overige naaldhoutsoorten is weinig bekend. Voor *Abies grandis* en *Tsuga heterophylla* kunnen dezelfde normen als voor douglas worden aangehouden.

LITERATUUR.

1. Anonymus. Overzicht van de werkzaamheden in 1957. Korte Meded. Bosbouwproefstation, Wageningen, (34) 1958.
2. Anonymus. Overzicht van de werkzaamheden in 1959. Korte Meded. Bosbouwproefstation, Wageningen, (43) 1960.
3. Anonymus. Overzicht van de werkzaamheden in 1961. Korte Meded. Bosbouwproefstation, Wageningen, (52) 1962.
4. Brockwell, J., and W. V. Ludbrook. The response to phosphates of *Pinus* grown on infertile soils in New South Wales. Div. rep. Commonwealth Sci. and Ind. Res. Org., Div. of Plant Ind., (22) 1962.
5. Brüning, D. Forstdüngung. 1959.
6. Fricker, C. La fumure et sylviculture. Circ. d'inform. et de doc. Serv. agron. Soc. Commerc. des Potasses d'Alsace, 1959.
7. Gessel, S. P., and R. B. Walker. Height growth response of douglas fir to nitrogen fertilization. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 20, 1956 (97—100).
8. Goor, C. P. van. Bemesting van fijnspar in heidebebossingen. Stikstof (14) 1957 (62—68).
9. Goor, C. P. van. Iets over de kalivoorziening van de jonge douglas-aanplantingen. Kali (40) 1959 (377—382).
10. Goor, C. P. van. Is naast kali- ook stikstofbemesting in Pinusculturen met gelepuntziekte noodzakelijk? Berichten Bosbouwproefstation, Wageningen, (30) 1962 en Ned. Bosbouw T. 34 (10) 1962 (304—391).
11. Goor, C. P. van. Kaligebrekssymptomen bij groveden. Kali (50) 1961 (317—321).
12. Hausser, K. Düngungsversuche zu Kiefern mit unerwarteten Auswirkungen. Allg. Forstzeitschr. 34 (1) 1960 (1—5).
13. Hausser, K. Ergebnisse von Düngungsversuchen zu 50- bis 70-jährigen Fichtenbeständen auf oberen Buntsandstein des Württembergischen Schwarzwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 132 (11) 1961 (269—291).
14. Hesselman, H. Om humustäckets beroende av beständes ålder och sammansättning i den nordiske granskogen av blåbårsrik *Vaccinium*-typ och dess inverkan på skogens förnygring och tillväxt. Medd. Statens Skogsfors. anst. (30) 1937 (529—715).

15. Laurie, M. V. The place of fertilizers in forestry. *J. Sci. Food and Agric.* 11 (1) 1960 (1—8).
 16. Leyton, L. The mineral requirements of forest plants. *Enciclopedia of Plant Phys.* (4) 1958) 1026—1039).
 17. Meiden, H. A. van der. Kopergebrek bij populier. *Berichten Bosbouwproefstation, Wageningen*, (20) 1962 en *Ned. Bosbouw T.* 34 (1) 1962 (29—33).
 18. Meiden, H. A. van der. Reactie van populierenstek op fosfaat. *Korte Meded. Bosbouwproefstation, Wageningen*, (31) 1957 en *Ned. Bosbouw T.* 29 (10) 1957 (229—242).
 19. Mitscherlich, G., and W. Wittich. Düngungsversuche in älteren Beständen Badens. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 129 (8/9) 1958 (169—190).
 20. Oldiges, H. Der Einfluss der Waldbodendüngung auf das Auftreten von Schadinsekten. *Zeitschr. angew. Entomologie* 45 (1) 1959 (49—59).
 21. Reinken, G. Untersuchungen über die Aufnahme verschiedener Phosphatverbindungen und die Phosphorverteilung bei Apfelbäumen. *Gartenbauwissenschaft* 3 (21) 1956 (3—58).
 22. Scheck, H. Über den Einfluss des Kaliums auf den Kohlhydratstoffwechsel und die Carbohydraten bei Kulturpflanzen. *Zeitschr. Pflanzenern., Düngung, Bodenk.* 60 (3) 1953 (217—227).
 23. Schönamsgruber, H. Die Aufnahme der Phosphorsäure aus Thomasphosphat durch junge Holzpflanzen. *Phosphorsäure* 18 (1) 1958 (24—41).
 24. Stoeckeler, J. H., and H. F. Arneman. Fertilizers in forestry. *Adv. in agron.* (12) 1960 (127—195).
 25. Tamm, C. O. Studier över skogens näringsförhållanden; 3. *Medd. Skogsforskn. inst., Stockholm*, 46 (3) 1956 (1—84).
 26. Tamm, C. O., och C. Carbonnier. Växtnäringen som skoglig produktionsfaktor. *Kungl. Skogs- och Landbruksakad. Tidskr.* (1/2) 1961 (95—124).
 27. Wittich, W., H. J. Fiedler und H. H. Krauss. Möglichkeiten der Produktionssteigerung in der Forstwirtschaft durch Düngung und die sich daraus ergebenden Forschungsprobleme. *Sitzungsber. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin*, 9 (6) 1960 (4—72).
 28. Wright, T. W. Forest soils in Scotland. *Empire forestry rev.* 38 (1) 1959 (45—53).
-