

# Nederlandsch Boschbouw-Tijdschrift

OPRICHTER Dr J. R. BEVERSLUIS

Orgaan van de Nederlandsche Boschbouw Vereeniging

22e Jaargang

No. 9

September 1950

## Oorspronkelijke Bijdragen

### DE TEGENWOORDIGE GRONDSLAGEN VAN DE KEUZE VAN HOUTSOORT

door

J. H. JAGER GERLINGS

Enige tijd geleden bereikte mij een belangrijke studie van de hand van Prof. Dr W. WITTICH, Hann.-Münden, onder de titel: „Die heutigen Grundlagen der Holzartenwahl“, 2e Dr. 1948, Verl. M. & H. SCHAPER, Hannover. De schrijver is voor ons geen onbekende. In 1935 heeft hij op de 9e wetenschappelijke cursus van onze vereniging een voordracht gehouden over: „De invloed van de houtsoort, in het bijzonder van de lariks, op de biologische toestand van de grond”.<sup>1)</sup>

De betekenis van zijn onderzoekingen ligt in de eerste plaats hierin, dat hij behalve bodemkundige, tevens bosbouwkundige is en voorts, dat hij zijn onderzoekingen niet alleen in het laboratorium, maar steeds zoveel mogelijk in situ, dus ter plaatse, d.w.z. onder natuurlijke omstandigheden verricht, en werkwijze, die kenmerkend is voor het bosbouwkundig instituut te Hann.-Münden, dat bovendien in hoge mate biologisch is ingesteld.

Zijn publicatie, die gegrond is op onderzoek in Noordwest Duitsland, heeft ook voor ons land veel belang omdat de omstandigheden voor de boscultuur in veel opzichten daarmee overeenkomen. Kennisneming van de inhoud daarvan is daarom ook voor de lezers van ons tijdschrift belangrijk.

De keuze van houtsoort is een van de belangrijkste vraagstukken in de bosbouw. Niet alleen wordt de productie van het bosbedrijf er gedurende vele tientallen jaren door bepaald, maar door de biologische invloed van de houtsoorten op de grond, kan de productie bij een verkeerde keuze zelfs gedurende een veel langere tijd benadeeld worden.

Toen men op het eind van de 18e eeuw in West Europa algemeen tot het aanleggen van cultuurbossen overging, omdat de natuurlijke bossen die tot dusver in de houtbehoefte hadden voorzien, door overmatige velling en andere oorzaken daartoe niet meer in staat waren, en ook tot bebossing van woeste grond werd overgegaan, liet men zich bij de keuze van houtsoort aanvankelijk in hoofdzaak leiden door nuttigheidsoverwegingen en later door rentabiliteitsberekeningen. In Duitsland, waar

<sup>1)</sup> Nederl. Boschbouw tijdschrift 1935, bldz. 457 e.v.

men destijds in de naaste toekomst een ernstig houttekort vreesde, viel de keuze voornamelijk op de groveden voor de vlakkeren en armere gronden en de fijnspar voor de betere en de meer heuvel- en bergachtige terreinen. Men had het meest behoefte aan naaldhout en verwachtte van deze beide houtsoorten op de verarmde bos- en woeste gronden de meeste kans om in de kortst mogelijke tijd opstanden te verkrijgen, die in de zozeer gevreesde houtnood zouden kunnen voorzien. Zodoende werd aldaar menige groeiplaats, die door haar aard van nature was voorbestemd om loofhout voort te brengen, met zuiver naaldhout bezet.

De uitkomst van deze bosaanleg was aanvankelijk goed, omdat het naaldhout als opvolger van het loofhout, overal een goede groei vertoonde. Bij volgende generaties naaldhout deden zich echter op veel plaatsen bedenkelijke tegenslagen voor.

In ons land, waar zich de boscultuur omstreeks 1800 krachtig begon te ontwikkelen, werd bij de bebossing van woeste grond in steeds toenemende mate gebruik gemaakt van de groveden, die in de tweede helft van de 18e eeuw hier algemeen burgerrecht had had verkregen. Al heel spoedig werd hij bij de bosaanleg op woeste grond, die vooral na de Napoleontische tijd sterk toenam, de aangewezen houtsoort. Maar ook begon hij het loofhout op oude bosgrond steeds meer te verdringen.

Het ligt voor de hand, dat de aanplant van zuivere naaldhoutopstanden en de verdringing van het loofhout zich al naar de omstandigheden vroeger of later moest wreken. Immers, als gevolg van het klimaat in West Europa en in verband hiermede treden in de toestand en aard van de grond, in het zuivere naaldhoutbos vaak ernstige ziekteverschijnselen op, waartoe als belangrijkste voorbehoeds- en bestrijdingsmiddel de teelt van opstanden met een gemengde samenstelling van houtsoorten onontbeerlijk is.

Naarmate men zich van een en ander meer bewust werd, heeft men aan de houtsoortenkeuze meer aandacht besteed. In ons land, waar op het eind der 19e eeuw voor het eerst door VAN SCHERMBEEK op het gevaar voor ziek worden van de grond is gewezen, tracht men reeds sedert dien vrij algemeen door toevoeging van loofhout aan het naaldhout, hetzij in gelijktijdige menging, of in latere in de vorm van onderplanting of onderzaaiing, de gevaren van zuivere naaldhoutopstanden te ontgaan of althans te verminderen. Wij zijn in dit opzicht vele landen voor geweest.

WITTICH wijst er op, dat het vraagstuk der houtsoortenkeuze vaak onjuist wordt opgevat. Terwijl men vroeger, zegt hij, onkundig van de biologische werking van de houtsoorten, de directe opbrengst op de voorgrond stelde, vervalt men thans vaak in het andere uiterste door eenzijdige beschouwing van de biologische zijde van het vraagstuk, waarbij op bedenkelijke wijze de economische eisen, die nu eenmaal aan het bosbedrijf moeten worden gesteld, worden verwaarloosd. Hij wijst er op, dat het nu eenmaal niet aangaat, de aanplant van naaldhout, dat onmisbaar is in het bosbedrijf, uit biologische overwegingen geheel na te laten of ten koste van de productie meer dan noodzakelijk te beperken. Ten opzichte van de houtsoortenkeuze moet ten slotte doorslaggevend zijn de beste wijze, waarop het bedrijfsdoel, dat rekening houdt zowel met economische als met biologische en andere factoren, verwezenlijkt wordt. Ook moet men niet vergeten, dat voor het gezond houden van de grond de weg, die over de houtsoortenkeuze leidt, niet de enige is, maar

dat de bosbouwer nog andere mogelijkheden ter beschikking staan, die dikwijls werkzaam zijn en bovendien niet in die mate de opbrengst verminderen.

Wat de schrijver hier opmerkt met betrekking tot Noordwest Duitsland, geldt stellig ook voor ons land. Ongetwijfeld zal het onze bosbouw ten goede kunnen komen wanneer de kennis van de biologische eigenschappen van de verschillende houtsoorten wordt verruimd en men meer inzicht krijgt in hun invloed op de toestand van de grond. Allès wat ons de ingewikkelde levensgemeenschap, die elke opstand vormt, beter doet begrijpen, zal op de duur onze bosbouw ten goede komen. Maar ook is van belang de vraag, in hoeverre de weg over de houtsoortenkeuze als middel om een gezonde toestand van de grond te verkrijgen en te behouden, mogelijk door andere maatregelen kan worden vervangen of aangevuld, ten einde ook op andere wijze voor het bosbedrijf een betere uitkomst te verkrijgen.

De publicatie van WITTICH kan er stellig toe bijdragen onze kennis omtrent een en ander te verruimen. Ten einde de lezers van dit tijdschrift daarmee op de hoogte te brengen, lijkt het mij het beste de schrijver voor zover nodig op de voet te volgen en zijn belangrijkste onderzoekingen en beschouwingen mee te delen.

#### A. DE INVLOED VAN DE HOUTSOORT OP DE TOESTAND VAN DE GROND.

##### *I. Algemene opmerkingen.*

Omtrent de onderlinge rangschikking van de houtsoorten naar hun vermogen de grond te verzorgen, bestaan uiteenlopende inzichten. De invloed van een houtsoort of houtsoortenmenging is de som van een groot aantal afzonderlijk werkende factoren, die zich onder verschillende omstandigheden verschillend uiten. We hebben steeds te doen met een complexwerking maar deze is voor een bepaalde opstandsoort niet onder alle omstandigheden gelijk. Slechts wanneer men in elk bijzonder geval de oorzakelijke samenhang kent tussen de werking van een houtsoort en de factoren die haar bepalen, is men in staat de gezamenlijke werking met enige zekerheid vooruit te voorspellen.

Van de invloed, die de houtsoorten op de verschillende eigenschappen van de grond uitoefenen, treedt die op de biologische toestand ervan sterk op de voórgrond. Immers in de biologische eigenschappen van de grond komen ook de overige tot uitdrukking, terwijl omgekeerd de eerste in hoge mate door deze laatste worden beïnvloed, waarbij vooral aan de structuur van de grond moet worden gedacht.

Welke is nu de meest gunstige biologische toestand van de grond, waarbij wij tevens een optimum van de overige eigenschappen mogen verwachten? Bij de bosbouw is deze vraag, in tegenstelling met de landbouw, in zoverre eenvoudiger, omdat op veel groeiplaatsen een ongewenste ophoping van onverteerde humus met zijn bekende ongunstige nevenwerkingen optreedt. Ook al kennen wij de optimale toestand in bijzonderheden niet nauwkeurig, toch weten wij, dat iedere maatregel, die de ontbinding van het strooisel bevordert en de verzuring vermindert, ons dichter bij dat optimum brengt.

Bij de keuze van houtsoort komt het dus in de eerste plaats hierop aan. Maar wij moeten nog aan een ander belangrijk iets denken en wel aan de vorming in de grond van een adsorptiecomplex. De ontbinding van organische stof moet niet zodanig geschieden, dat er niets van overblijft. Zij moet leiden tot de vorming van klei-humusstoffen, verbindingen van minerale stoffen met organische stof, die door hun aard in staat zijn aan hun oppervlak basen te absorberen. Door dit vermogen verhogen zij de vruchtbaarheid van de grond.

Een houtsoort beïnvloedt de toestand van de grond op drieërlei wijze : door middel van het klimaat in de opstand en in de grond dat zij bepaalt, door haar strooisel en ten slotte door de werking van haar wortels.

## *II. De invloed op de toestand van de grond door middel van het opstandsklimaat.*

Over de invloed van de door de houtsoorten bepaalde klimatologische factoren op de toestand van de grond, kunnen geen algemeen geldende regels worden gegeven, aangezien deze zich al naar de plaatselijke omstandigheden wijzigen. Zo bereikt in een gesloten zilverdennenopstand in een streek met een jaarlijkse regenval van 500 mm, slechts 100 mm de grond, doch in een opstand van groveden meer dan het drievoudige, waardoor voor de vertering van de humus in deze laatste opstand gunstiger voorwaarden aanwezig zijn. Bij een gemiddelde neerslag van 1000 mm, zoals we die in het natuurlijke verbreidingsgebied van de zilverden vinden, is dit verschil evenwel gering. Wanneer zich echter onder de grovedennen een dicht bosbessen- of grasdek heeft ontwikkeld, dat een groot gedeelte van de neerslag opvangt, dan komt de grovedennenopstand bij die van de zilverden sterk in het nadeel.

Al naar de plaatselijke omstandigheden is eveneens de invloed van de verschillende houtsoorten op de lichtinval, de temperatuur van de grond en de windwerking gradueel verschillend. Ook hierbij speelt de ondervegetatie een grote rol. Zo kan een dichte bosbessenvegetatie de gemiddelde temperatuur van de grond gedurende de vegetatietijd even sterk omlaag drukken als een gesloten onderplanting van beuk, maar zonder hem de eigenaardige voordelen in biologisch opzicht van deze laatste te verschaffen. Aangezien het karakter van de onderflora zich vaak reeds door geringe verschillen in de groeiplaats wijzigt, kan de invloed van de lichte houtsoorten op het klimaat van de grond slechts in samenhang met de groeiplaats worden beoordeeld. Hierbij komt nog, dat de onderflora vaak aanzienlijke hoeveelheden strooisel levert, die op hun beurt de toestand van de grond beïnvloeden. Een opstand van lichte houtsoorten moet op een groeiplaats met een bepaalde onderflora ten aanzien van zijn werking op het klimaat van de grond en daardoor op diens toestand, geheel anders beoordeeld worden dan een gelijksoortige opstand op een grond, waarop geen noemenswaardige vegetatie aanwezig is of waarop zich een vegetatie van geheel ander karakter heeft ontwikkeld. Het komt er dus bij de lichte houtsoorten op aan, zich vooraf rekenschap te geven of daarin een dicht bosbessendeck is te verwachten, een begroeiing met milde grassen of een kruidendeck. Ook moet men op de hoogte zijn van de invloed, die de genoemde vegetaties tezamen met

de aanwezige houtsoorten uitoefenen op het klimaat van de grond.

In tegenstelling met de lichthoutopstanden kunnen die van schaduwverdragende houtsoorten en de gemengde opstanden, waarin zoveel schaduwverdragende soorten voorkomen, dat zich geen noemenswaardige onderflora kan ontwikkelen, met betrekking tot hun werking op het klimaat van de grond, in het algemeen als eenvormige objecten worden beschouwd.

### III. De invloed op de toestand van de grond door middel van het strooisel.

#### a. De chemische samenstelling van het strooisel en haar afhankelijkheid van groeiplaats en houtsoort.

Wanneer in een opstand een arme zandlaag op de ene plaats rust op een voor de wortels bereikbare rijkere laag, maar op een andere niet, is in de biologische toestand van de grond een groot verschil waar te nemen. De dieper gelegen lagen spelen, voor zover zij bereikbaar zijn voor de wortels, een rol doordat zij de minerale samenstelling van het strooisel beïnvloeden. Ook is bekend, dat het strooisel op kalkrijke grond een hoger kalkgehalte heeft dan op een kalkarme groeiplaats. Maar toch blijft het asgehalte in zijn geheel ongeveer hetzelfde, doordat ter vervanging van de ontbrekende kalk meer kiezelzuur en op gronden, die rijk zijn aan kali en magnesium ook deze stoffen in het kalkarme strooisel worden opgenomen.<sup>1)</sup> Deze verschillen, die door de groeiplaats worden bepaald, zijn zo groot, dat zelfs houtsoorten, die in hun gemiddeld kalkgehalte sterk uiteen lopen, zoals de beuk, die op dezelfde groeiplaats in zijn strooisel gemiddeld ongeveer 200% van het kalkgehalte bezit van het grovedennenstrooisel, elkaar dan in tegenovergestelde zin kunnen overtreffen.

HESSELMAN heeft er het eerst op gewezen, dat houtsoorten, wier strooisel rijk is aan kalk en basische bufferstoffen, bijzonder gunstige humus leveren. Daaruit zou met grote waarschijnlijkheid volgen, dat strooisel van dezelfde houtsoort al naar zijn kalkgehalte, dus ook al naar zijn groeiplaats, een *verschillende* invloed op de humustoestand uitoefent.

Met zekerheid kon worden aangetoond, dat op basenrijke bruine aarde gevormd beukenstrooisel niet alleen rijker is aan basen, maar ook een hoger gehalte aan acidoiden (stoffen van colloïdale grootte met zure eigenschappen) vertoont dan beukenstrooisel op gepodssoleerde grond<sup>2)</sup>. Dit zou in overeenstemming zijn met de tussen het strooisel van verschillende plantensoorten bestaande wetmatigheid, dat soorten die zijn aangepast aan basenrijke gronden, een hoger gehalte aan acidoiden bezitten dan die, welke de voorkeur geven aan een voedselarm substraat. Aangezien een hoger gehalte aan acidoiden meestal samengaat met een hoger stikstofgehalte, gaat basen - d.i. praktisch kalkrijkdom van het strooisel, in het algemeen met een hoog stikstofgehalte samen.

Deze voor het strooisel van *verschillende* houtsoorten bestaande regel vond WITTICH ten opzichte van *dezelfde* houtsoort niet bevestigd. Het

<sup>1)</sup> WITTICH, Zeitschr. f. Forst. u. Jagdw. 1942, 7 u. 8.

<sup>2)</sup> MATTSON, S. und KOUTLER-ANDERSON, E. Annals of the Agricultural College of Sweden. 9, 1941; 10, 1942; 11, 1943.

stikstofgehalte van het strooisel deed zich namelijk kennen als een eigenschap van de soort, d.w.z. dat kalkarm en kalkrijk strooisel van dezelfde houtsoort zich in het algemeen niet naar het stikstofgehalte onderscheiden. Slechts bij extreme kalkarmoede vond hij een afname van het stikstofgehalte<sup>1)</sup>.

Vergelijkt men het strooisel van *verschillende* houtsoorten, die op *dezelfde* groeiplaats zijn gegroeid, dan ziet men karakteristieke verschillen in het gehalte aan mineralen. Tegenover de kalk zijn de hoeveelheden van de overige basen steeds van geringe betekenis, zoals blijkt uit onderstaande gemiddelde waarden voor 17 loofhoutsoorten, gegroeid op jong-diluviale grondmorene bij Eberswalde:

as	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
7,9	1,78	2,62	0,17	0,51	0,24	0,24%

Tussen naaldhout en loofhout zijn de verschillen in het kalkgehalte bijzonder groot. Het kalkarmste loofhoutstrooisel is op dezelfde groeiplaats nog altijd kalkrijker dan het kalkrijkste naaldhoutstrooisel. Maar ook binnen deze beide houtsoortengroepen zijn duidelijke verschillen. Bijzonder kalkrijk is het strooisel van es, iep, acacia; dan volgen ratel-populier, grijze els, linde en esdoorn<sup>2)</sup>. Ook in het gehalte aan de belangrijkste groepen van organische verbindingen bestaan karakteristieke verschillen tussen de onderscheiden houtsoorten.

Volgens de onderzoeken van WITTICH oefent, behalve de door het kalkgehalte beïnvloede reactiegraad, de C : N-verhouding van het strooisel een beslissende invloed uit op de verteerbaarheid daarvan en treden de organische bestanddelen ervan hierbij ver in betekenis terug.

*b. De invloed van de groeiplaats op de ontbinding van het strooisel.*

Om de invloed van een houtsoort op de grond na te gaan, moet men de aard van de groeiplaats mede in aanmerking nemen. Zo kan men b.v. het verschil tussen de werking van een grovedennen- en een beukenopstand niet afleiden uit de gemiddelde toestand van de grond zoals we die gewoonlijk onder beukenopstanden en onder grovedennen aantreffen. Beide houtsoorten komen immers op allerlei groeiplaatsen voor. Vergelijkt men het strooisel van beide houtsoorten, gegroeid op *gelijke* groeiplaats, dan vindt men bv. wat het kalkgehalte betreft, lang niet zulke grote verschillen als de gemiddelde cijfers voor een beuken- en een grovedennenopstand aangeven. Maar het is eveneens verkeerd in het andere uiterste te vervallen, door de eigenaardige invloed van een houtsoort op de toestand van de grond als practisch onbetekenend te beschouwen en de waargenomen verschillen daaruit te verklaren, dat de als gunstig bekend zijnde houtsoorten overwegend op goede groeiplaatsen voorkomen, de ruwehumusvormers daarentegen meestal op de armere.

Op grond van onderzoeken<sup>3)</sup> kwam WITTICH tot de slotsom, dat

<sup>1)</sup> WITTICH, Landwirtsch. Zwischennutzung im Walde als Meliorationsmittel und Hilfe für die Ernährung. Schaper, Hannover, 1947.

<sup>2)</sup> WITTICH, Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. I. Forstarchiv 1939, 5-6. II. idem, 1943, 1-2. III. idem, 3-4. IV. (Die Streu der Bodenflora) idem, 1944, 5-6.

<sup>3)</sup> WITTICH, Untersuchungen in Nordwestdeutschland über den Einfluss der Holzart auf den Bodenzustand. Mitt. a. Forstw. u. Forstwissenschaft, 1933, blz. 115 e.v.

de toestand van de grond onder een *gunstige* houtsoort of houtsoortenmenging op *slechte* grond beslist ongunstiger is dan die onder de *ongunstigste* houtsoorten op een *goede* groeiplaats. Hieruit volgt, dat daar, waar veel onwerkzame gronden voorkomen, ook relatief gunstige houtsoorten als de beuk, waaronder men in het algemeen een goede toestand van de grond pleegt aan te treffen, zure ruwehumus vormen. De hieruit te maken gevolgtrekking, dat de beuk in bedoelde streken een geheel andere physiologische werking zou uitoefenen, is niet juist. Het gaat hier, zoals uit de overeenkomstige houding van alle houtsoorten kon worden aangetoond, om door de groeiplaats bepaalde, graduele verschillen in de toestand van de grond, die niet alleen de beuk, maar alle houtsoorten betreffen. Wat aan beuk wordt ten laste gelegd, is in werkelijkheid niets anders dan een gevolg van de ongunst van de groeiplaats. Het is beter te zeggen, dat onder de ongunstige groeiplaatsomstandigheden zoals die veelal in Noordwest-Duitsland en ook in ons land voorkomen, zelfs een relatief gunstige houtsoort als de beuk zure ruwehumus vormt.

De verschillen in humustoestand, die zich onder *dezelfde* houtsoort resp. houtsoortenmenging op *verschillende* groeiplaatsen voordoen als, lopen, voor zover zich geen bijzondere omstandigheden voordoen als, bv. stagnerend water, ongeveer parallel met het kalkgehalte van het strooisel. De gedachte ligt dus voor de hand, dat deze verschillen een gevolg zijn van het verschil in kalkgehalte van het strooisel. Ten aanzien van de mate van verzuring, resp. de graad der verzadiging met basen, is deze samenhang duidelijk, maar toch is deze zaak niet zo eenvoudig.

WITTICH wijst er op, dat milde, dus met basen verzadigde humus, van huis uit zuurder is, d.w.z. meer en sterkere zuurgroepen bevat, dus rijker is aan acidoiden dan zure humus. Deze zuurgroepen zijn echter in tegenstelling met de naar aantal veel geringere der zure humus, in hoge mate met basen verzadigd. Verlied later door uitwassing zijn basen, dan is hij tengevolge van het grote aantal der zuurgroepen gemakkelijker dispergeerbaar en daardoor voor de grond gevaarlijker dan onverzadigde, van huis uit zure humus.

Intussen is de samenhang tussen de snelheid van de ontbinding en het kalkgehalte van het strooisel duidelijk, wanneer men bedenkt hoezeer de biologische werkzaamheid van de grond van de reactiegraad afhangt. Daarentegen was het niet duidelijk, of de grotere rijkdom aan kalk, die voor het gunstige verloop van de vertering van het strooisel nodig is, reeds in de bladeren of de naalden aanwezig moet zijn, of dat het voldoende is wanneer het substraat waarop het strooisel ligt, door een hoog kalkgehalte in een gunstige biologische toestand verkeert. Dit is een punt van grote praktische betekenis.

Om dit vraagstuk op te lossen nam WITTICH proeven over de vertering van kalkrijk en kalkarm strooisel van dezelfde houtsoorten, dat hij onder natuurlijke omstandigheden naast elkaar in een opstand legde, waarvan de grond een gunstige humustoestand vertoonde. In de opstanden waaruit deze strooiselsoorten afkomstig waren, was een groot verschil in de humustoestand aanwezig en was te zien, dat het ter plaatse gebleven, vers gevallen strooisel, voor zover de grond kalkrijk was, veel sneller in ontbinding overging dan dat op arme zandgrond. Daartegenover bleek er geen verschil in de snelheid van de ontbinding te bestaan

wanneer het strooisel op dezelfde grond gebracht werd, althans voorzover het stikstofgehalte van elke soort strooisel overeenkwam met het karakteristieke gehalte daaraan voor elke soort. Wanneer echter door extreme omstandigheden niet alleen gebrek aan kalk maar ook gebrek aan stikstof optrad, dan vertoonde zich wel verschil in verband met de grote betekenis van de C : N-verhouding voor de strooiselvertering,

Uit de genoemde proeven bleek, dat zolang de biologische toestand van de grond dezelfde is, kalkrijk en kalkarm strooisel even snel worden ontbonden. Hieruit kan men afleiden, hoe het met de strooiselvertering in een gemengd bos zal gaan. Wanneer men een houtsoort met kalkarm strooisel, bv. de groveden, mengt met loofhoutsoorten met kalkrijk strooisel, dan zal geleidelijk, wanneer wij voorlopig afzien van de werking van de in het algemeen met een hoger kalkgehalte samengaande gunstige C : N-verhouding, de biologische toestand van de grond door de verbetering van de reactiegraad gunstiger worden en daardoor een snellere afbraak van het grovedennenstrooisel worden bereikt. Omgekeerd zal echter wanneer wij aan loofhout de groveden toevoegen, de reactiegraad en de biologische toestand van de grond door de bijmenging van het naaldenstrooisel geleidelijk slechter worden en daardoor een langzamere ontbinding van het loofhoutstrooisel worden verkregen. Wij hebben dus in een mengopstand van houtsoorten met gunstig en ongunstig strooisel een gemiddelde biologische toestand, waarin het strooisel van de gunstige houtsoorten langzamer en dat van de ongunstige sneller verteert dan in een zuivere opstand met gelijk opstandsklimaat.

Het wordt hierdoor ook begrijpelijk, dat zich bv. bij de bebossing van woeste grond of van gronden, die aan strooiselroof blootstonden, ook wanneer het strooisel een normaal kalkgehalte bezit, tengevolge van het onvoldoende leven in de grond gedurende de eerste tijd een ongunstiger vertering van de humus plaats heeft dan overigens onder de betrokken opstandsoort zou plaats hebben. Eerst geleidelijk ontwikkelt zich een voor die opstand normale biologische toestand. Ook de gunstige of ongunstige invloed van een vroegere opstand wordt hierdoor duidelijk. Is niet verzuring, maar stagnerend water of het tegenovergestelde daarvan, extreme uitdroging de oorzaak van remmingen in de afbraak van de humus, dan worden de verschillen in de ontbindingsmogelijkheid van strooisel met verschillend kalkgehalte daardoor in sterke mate verkleind of zelfs opgeheven.

*c. De invloed van de houtsoort op de ontbinding van het strooisel.*

Uit het voorgaande volgt, dat wij onderscheid moeten maken tussen de verteerbaarheid van het strooisel van de verschillende houtsoorten bij een bepaalde biologische toestand van de grond en hun verteerbaarheid onder de omstandigheden zoals die zich geleidelijk ontwikkelen onder de specifieke invloed van hun strooisel. Het eerst bedoelde geval vindt men in gemengde opstanden, waarin onder de invloed van de in menging zijnde houtsoorten een gemiddelde biologische toestand van de grond is ontstaan en waarin het strooisel dus onder omstandigheden verteert, welke in meerdere of mindere mate afwijken van die, welke zich onder de invloed van elke houtsoort alleen zou hebben ontwikkeld. Het tweede geval geldt voor zuivere opstanden, waarin zich langzamer-



hand een bepaalde biologische toestand heeft ontwikkeld; die kenmerkend is voor de betrokken houtsoort.

WITTICH heeft beide gevallen onderzocht. In het eerste werd het strooisel van verschillende houtsoorten in natuurlijke hoeveelheden in een gemengde opstand uitgelegd en de gang van de ontbinding ervan gedurende vijf jaren achtereenvolgens waargenomen<sup>1)</sup>. Hierbij kwamen, ondanks de voor alle houtsoorten gelijke biologische toestand, grote verschillen in de verteerbaarheid van de verschillende strooiselsoorten voor den dag. Strooisel met een zeer enge C : N-verhouding, zoals dat van zwarte en grijze els, es, iep en acacia verteerde binnen enkele maanden na het begin van de vegetatietijd, terwijl het strooisel van Amerikaanse eik en beuk, met een wijde C : N-verhouding, meer dan twee jaren voor hun ontbinding nodig hadden. De overige loofhoutsoorten lagen daar tussen in.

Wat betreft de snelheid van de vertering van hun strooisel kon voor de onderzochte loofhoutsoorten de volgende reeks worden opgesteld: iep en zwarte els — es — grijze els — acacia — vogelkers — haagbeuk — tamme kastanje — gewone esdoorn — linde — eik en berk — ratel-populier — Amerikaanse eik — beuk.

Het nauwe verband tussen de vertering en de C : N-verhouding van het strooisel blijkt uit de volgende tabel :

acacia	14	iep	28	esdoorn	52
zwarte els	15	linde	37	Amerik. eik	53
grijze els	19	eik	47	populier	63
es	21	fijnspar	48	groveden	66
vogelkers	22	berk	50	douglas	77
haagbeuk	23	beuk	51	lariks	113

Voorzover bladeren door de woelende werking van dieren in de grond raakten had de ontbinding sneller plaats, maar het is belangrijk, dat voor een volledige ontbinding van het loofhoutstrooisel het inwerken daarvan in de minerale grond niet nodig bleek. Bij het strooisel van de naaldhoutsoorten bleek de woelarbeit van dieren echter onontbeerlijk te zijn voor de ongestoorde ontbinding daarvan, zelfs op een grond, die biologisch zo gunstig was, dat hij in een toestand van milde humusvorming verkeerde. Voor zover de naalden door de werkzaamheid van dieren in de grond raakten, verteerden zij naar verhouding snel, maar zolang zij bovenop de grond bleven liggen bleken zij zeer weerstandskrchtig. Zelfs naalden, die na vijf jaren toevallig nog niet in de grond waren terecht gekomen hadden uiterlijk nog hun oorspronkelijke structuur behouden. Bij geringe arbeidsprestatie van buiten de minerale grond werkzame organismen moet zich dus bij naaldhout een laag ruwehumus vormen. Het scheppen en instandhouden van een zodanige toestand van de grond, dat zich daarin een rijk dierenleven kan ontwikkelen, door bijmenging van loofhout of door andere maatregelen, is dientengevolge voorwaarde voor een ongestoorde ontbinding van het strooisel van naaldhout en voor de instandhouding van een toestand waarin zich milde humus kan vormen.

Niettemin bleek de arbeidsprestatie van de woelend werkende dieren groot. Na twee jaren was van fijnspar, douglas en groveden omstreeks

<sup>1)</sup> WITTICH, l.c. 1939, 1943, 1944.

80% der naalden in de grond gewerkt, waar zij snel konden verteren. Alleen het lariksstrooisel, dat de dieren om de een of andere reden niet aanstaat, maakte een uitzondering; het bleef bovenop de grond liggen.

Aangezien het geheel van het toeval afhangt wanneer een naald door de woelende arbeid van dieren in de grond terecht komt, kan ook daar waar de fauna van de grond meewerkt, van een gelijkmatige vertering van het naaldenstrooisel geen sprake zijn. Een deel der naalden, dat reeds spoedig in de grond terecht komt, kan reeds gedurende verscheiden jaren verteerd zijn, wanneer andere naalden die toevallig niet bij deze woelende werking waren betrokken, hun uiterlijke structuur nog zo goed als onveranderd behouden.

2/ Om de ontbinding van strooisel te onderzoeken onder de biologische omstandigheden, die iedere houtsoort of een bepaalde menging van houtsoorten in het leven roept, was het nodig opstanden, die naast elkaar op dezelfde grond staan, met elkaar te vergelijken. Hierbij kon niet alleen de verteerbaarheid van de verschillende strooiselsoorten, maar ook hun invloed op de toestand van de grond worden bepaald. Beide verschijnselen behoeven niet beslist samen te gaan, omdat bv. ook de anatomische bouw van het strooisel hierbij een rol speelt. Volgens WITTICH zijn deze invloeden echter niet groot, zodat men kan zeggen, dat de snelheid van de vertering en de biologische toestand van de grond ongeveer parallel lopen.

Men neemt vaak aan, dat het strooisel van de verschillende houtsoorten in vergelijking met elkaar al naar de aard van de groeiplaats moet worden gerangschikt. Zo zou bv. op een of andere grond door diens bijzondere eigenschappen, het strooisel van de lariks gunstiger zijn dan dat van de beuk, maar op een andere omgekeerd. Uitgebreide onderzoekingen hebben echter aangetoond, dat dit slechts onder zeer bijzondere omstandigheden het geval is, bv. wanneer zich in de grond een vruchtbare onderlaag bevindt, die voor de ene houtsoort wel, doch voor de andere niet bereikbaar is door het verschil in diepte van het wortelgestel. Feitelijk hebben we dan niet meer te maken met houtsoorten op dezelfde grond.

Afgezien van zulke bijzondere gevallen leerden de onderzoekingen, dat ondanks de grote verschillen in de humustoestand, de onderlinge verhouding tussen de verschillende houtsoorten, wat hun strooiselontbinding en toestand van de grond betreft, onder dezelfde houtsoort of houtsoortenmenging ongeveer dezelfde is, onafhankelijk van de groeiplaats, voorzover zij op dezelfde grond staan binnen klimatologisch ongeveer gelijke gebieden.

Terwijl het strooisel van de schaduwverdragende houtsoorten en van de mengopstanden van schaduwverdragende en lighthoutsoorten tamelijk nauwkeurig naar hun invloed op de ontbinding en op de zuurgraad onderling kon worden gerangschikt, was dit voor de lighthoutsoorten slechts ten naastbij mogelijk, omdat zich hieronder een vegetatie ontwikkelt, die een eigen invloed op de toestand van de grond uitoefent. Maar toch was het mogelijk de lighthoutsoorten ten opzichte van elkaar te vergelijken. Want aangezien de inmenging van eik in een beukenopstand de toestand van de grond verbetert, maar die van lariks hem slechter maakt, kan daaruit de gevolgtrekking worden gemaakt, dat het eikenstrooisel gunstiger, dat van de lariks daarentegen ongunstiger is

dan dat van de beuk. Uit de op deze wijze verzamelde gegevens bleek, zoals reeds gezegd, dat verschillen tussen de verteringssnelheid van de verschillende strooiselsoorten weliswaar groot zijn, maar overigens, evenals hun invloed op de toestand van de grond, nagenoeg overeenkomen met de onderlinge rangschikking, die op grond van de verteringsproef kon worden vastgesteld.

Tussen het loofhout en het naaldhout bestaat een duidelijk verschil. Het strooisel van de gunstigste naaldhoutsoort, de douglas, moet iets ongunstiger worden beoordeeld dan dat van de beuk. Ondanks de slechte toestand van het beukenstrooisel, die veroorzaakt wordt door de ongunst van de groeiplaatsverhoudingen zowel in het Noordwestduitse bosgebied als in ons land, wint hij het niettemin toch van de naaldhoutsoorten. De overige loofhoutsoorten winnen het in meerdere of mindere mate van de beuk. De reeds eerder aangegeven onderlinge rangschikking van de houtsoorten kan in het algemeen, zoals reeds gezegd, ook hier als grondslag dienen.

Bij de keuze van houtsoort moet echter in de praktijk onder bepaalde omstandigheden ook rekening worden gehouden met de individuele eigenschappen van de houtsoorten. Gaat het er b.v. om, de zuurgraad van een grond door middel van de keuze van houtsoort te verbeteren, dan moet men houtsoorten kiezen met kalkrijk strooisel; zijn echter remmingen in de strooiselontbinding, zoals ook in ons land veelvuldig onder grovedennen voorkomen, tevens toe te schrijven aan gebrek aan opneembare stikstof, dan moet men de voorkeur geven aan houtsoorten, die bovendien uitmunten door een enge C : N-verhouding.

Van de naaldhoutsoorten is de douglas de meest gunstige houtsoort. Zijn strooisel is opvallend gunstiger dan dat van de zilverden, die hem echter belangrijk overtreft door zijn grotere wortelenergie en die het daardoor in zijn totale werking van de douglas wint. De lariks, ook de Japanse, doet zich kennen als een houtsoort met uitgesproken moeilijk verteerbaar en biologisch weinig gunstig strooisel. Bij menging van de lariks in beukenopstanden wordt de toestand van de humus, in tegenstelling met de veelverbreide opvatting, ondanks de versterkte lichtinval, niet verbeterd, maar in overeenstemming met de graad zijner bijmenging, slechter<sup>1)</sup>. Het ongunstigste is volgens WITTICH het grovedennenstrooisel. Zijn bijmenging in een fijnsparrenopstand b.v. betekent, volgens zijn onderzoekingen, een aanzienlijke verslechtering van de humustoestand. Wanneer desniettemin zuivere grovedennenopstanden op veel groeiplaatsen een betere toestand van de grond te zien geven dan fijnsparrenopstanden, is dit een gevolg van het gunstige opstandsklimaat onder deze lighthoutsoort.

(Wordt vervolgd)

<sup>1)</sup> WITTICH, Der Einfluss der Lärche auf den biologischen Zustand des Bodens. Untersuchungen in Mitteldeutschland. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1936, 401.