

DE TEGENWOORDIGE GRONDSLAGEN VAN DE KEUZE VAN HOUTSOORT

door

J. H. JAGER GERLINGS

(vervolg)

IV. De betekenis van de onderflora.

Terwijl zich in het algemeen houtsoorten en mengingen daarvan, waaronder geen noemenswaardige flora optreedt, wat hun relatieve invloed op de toestand van de grond betreft, nagenoeg normaal gedragen, wisselt de humustoestand sterk zodra, wat onder lichte houtsoorten regel is, zich daaronder een flora ontwikkelt. Deze oefent een zelfstandig, al naar haar aard verschillende invloed uit, die de werking van de houtsoort aanmerkelijk kan overtreffen. Zodanige opstanden zijn, van biologisch standpunt uit gezien, tot op zekere hoogte als mengopstanden te beschouwen, waarbij het karakter der flora voor de beoordeling der menging doorslaggevend is.

Wanneer zich b.v. onder een lariksofstand een gesloten vegetatie van milde grassen, frambozen of brandnetels heeft ontwikkeld, dan is de toestand van de grond uitstekend. Dit is niet alleen in absolute zin het geval, als gevolg, van de goede hoedanigheid van de grond, waarop zich een zodanige flora kan ontwikkelen, maar ook in vergelijking met andere houtsoorten, zoals bv. de beuk, die op zich zelf een gunstiger strooisel hebben dan de lariks, maar een zodanige flora niet tot ontwikkeling laten komen. Op andere groeiplaatsen, waar zich onder de lariks een dicht bosbessendeek heeft ontwikkeld, is de humustoestand daarentegen aanzienlijk ongunstiger dan onder beuken.

De flora is niet alleen een aanwijzing voor de toestand van de grond, maar zij oefent daarop ook een sterke actieve werking uit door haar invloed op het klimaat van de grond, alsmede onder haar strooisel.

Bij een bosbessendeek overweegt in het algemeen de invloed daarvan op het klimaat van de grond; bij een begroeiing met grassen en kruiden, die van het strooisel. De hoeveelheden strooisel, die door deze laatste vegetaties geproduceerd worden, zijn in vergelijking met die van de bomen opmerkelijk groot. Dit is een gevolg van het feit, dat bij de jaarlijks afstervende gras- en kruidenflora de gehele bovengrondse massa strooisel wordt, terwijl bij de houtgewassen slechts een gedeelte van de jaarlijks gevormde stof strooisel vormt en de rest in het houtlichaam wordt vastgelegd. Waar op een vruchtbare groeiplaats in een grovedennen- of lariksofstand een gras- of kruidenflora voorkomt, kan het strooisel daarvan in massa dat van de grovedennen of lariksen overtreffen. Wanneer het gaat om planten, die een bijzonder gunstig strooisel leveren, is het duidelijk waarom de toestand van de grond onder zuivere opstanden van grovedennen of lariks vaak beter is dan bij de gebruikelijke menging van deze houtsoorten met beuk, waarin bij overheersing van het naaldhout, het ongunstige strooisel daarvan dat van de beuk overtreft.

De belangrijke biologische invloed van de onderflora gaf WITTICH aanleiding tot onderzoekingen over de verteerbaarheid en de samenstelling van het strooisel van enige algemeen voorkomende vertegenwoordigers daarvan. Hierbij bleek, dat ook hier het strooisel met een

enge C : N-verhouding bijzonder gemakkelijk verteert. De stikstofrijkste plant uit de onderflora, de brandnetel, met een C : N-verhouding 8, verteert zo snel, dat reeds in het voorjaar nauwelijks nog iets ervan over is. Framboos, braam en bosbes verteren als loofhoutstrooisel met overeenkomstige C : N-verhouding, nl. framboos (C : N 23) ongeveer als haagbeuk; blauwe bosbes (C : N 34) als linde. De blaadjes van de vossenbes zijn naar verhouding moeilijk verteerbaar.

Naar de hoeveelheid treedt het strooisel der bosbessen echter ver terug bij dat der grassen, die daardoor en ook door hun grote verbreiding verreweg de belangrijkste rol spelen. De afbraak van de grassubstantie geschiedt in overeenstemming met haar C : N-verhouding, die gemiddeld ongeveer bij 60 ligt, betrekkelijk langzaam, ongeveer in een tijdsruimte, die voor beukenstrooisel bij goede humustoestand nodig is. De afbraak vindt echter ook bij de minder gunstige grassoorten, alsmede op slechtere gronden waarop de beuk strooiselophoping vertoont, opvallend regelmatig en in de regel zonder storting plaats.

Het gehalte aan basen is bij de grassen opvallend klein. Dit blijkt uit het volgende overzicht van de gemiddelde waarden van de verschillende bij de verteringsproef betrokken grassoorten in vergelijking met de daarbij betrokken 17 loofhoutsoorten :

	as	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
grassen	5,0	3,13	0,36	0,06	0,39	0,14	0,15 %
loofhoutstrooisel	7,9	1,78	2,62	0,17	0,51	0,24	0,24 %

Bijzonder opvallend is het geringe kalkgehalte, dat in doorsnede slechts 14% bedraagt van dat van het loofhoutstrooisel. Zelfs het kalkrijkste van de onderzochte grassoorten (*Dactylis glomerata*) had nog niet de helft van het kalkgehalte van het kalkarmste loofhoutstrooisel, nl. dat van beuk op zandgrond. Het strooisel van veel kruiden en struiken gaf geheel andere cijfers te zien, bv. brandnetel 4,4% en blauwe bosbes 2,5%. Opvallend was, dat men ondanks het geringe basengehalte van het strooisel onder een grasdek een naar verhouding gunstige biologische toestand aantreft en de afbraak ongehoord verloopt. Dit is te verklaren uit de geringe neiging van zijn strooisel om te verzuren, hetgeen bij de armoede aan basen bijzonder opmerkelijk is.

Bij de vertering der grassen is het aanvangsproduct niet alleen in vergelijking met het naaldhoutstrooisel, maar ook met dat van de loofhoutsoorten, reeds opvallend arm aan vrije zuren en acidoiden¹⁾. Bovendien spelen tengevolge van diens eigenaardige samenstelling, (gering gehalte aan lignine), bij de vertering optredende zure tussenproducten slechts een geringe rol. Hierdoor neigen de grassen, ondanks hun geringe gehalte aan basische bufferstoffen, wat hun totaal effect betreft, minder tot verzuring dan het strooisel van veel loofhoutsoorten.

Een grasvegetatie bestaande uit gunstige soorten milde grassen is als een natuurlijk en volstrekt niet ongewenst plantengemeenschap te beschouwen. Daaronder kunnen zich de biologische processen even ongestoord afspelen als in een ideaal samengesteld mengbos. Dat zulk een grasdek, gezien uit bosbouwtechnisch oogpunt, intussen niet wenselijk

¹⁾ WITTICH, l.c. 1944.

is, behoeft niet te worden gezegd want, afgezien van de moeilijkheden bij verjonging, geschiedt de productie van de grasmassa ten koste van de houtproductie. Anderzijds blijft de grond in het algemeen biologisch gezond. Hoewel de grasvorming in opstanden moet worden vermeden, behoeft men deze opstanden als het grasdek eenmaal aanwezig is, niet uit angst voor achteruitgang van de grond voortijdig te vellen. Men kan ze zonder bezwaar zo lang laten produceren, als de productie in de zin van het bedrijfsdoel bevredigend is. Wel moet men echter bedenken, dat de grassen, niettegenstaande hun ontzurende werking, het loofhout in één opzicht nooit kunnen vervangen, namelijk ten aanzien van hun taak, de ondergrond te ontsluiten en van daaruit de kalk door middel van het strooisel naar boven te brengen. Afgezien van hun meest geringe worteldiepte is daartoe het kalkgehalte van de grassen te gering, zelfs als men in aanmerking neemt, dat ze bij gelijke belichtingstoestand ongeveer de dubbele hoeveelheid strooisel leveren.

De ontzurende werking van de grassen en die van loofhoutstrooisel berust op geheel verschillende eigenschappen. De grassen zijn arm aan zuren en acidoiden en vormen slechts weinig zure tussenproducten. Het loofhoutstrooisel daarentegen is van huis uit zeer rijk daaraan, maar voor de neutralisering daarvan bevatten zij ook overeenkomstig grote hoeveelheden kalk. Na afbraak van deze zure verbindingen komen de daarvoor gebruikte, aan de ondergrond ontleende hoeveelheden kalk vrij en verrijken daarmee de bovengrond.

Of een bepaalde flora gunstig is of ongunstig werkt, is in het algemeen niet te zeggen, maar alleen met betrekking tot de omstandigheden, waarop zij wijzigend inwerkt. Een grasdek onder acacia of es, met hun ongewoon waardevol strooisel, kan begrijpelijkerwijze slechts verslechtering betekenen. Onder houtsoorten met zulk ongunstig strooisel als groveden en lariks, betekent het een aanmerkelijke verbetering van de biologische toestand.

Heide werkt bijna overal achteruitgang in de hand. Geheel verschillend is de werking van een bosbessendek. In een grovedennenbos staan de ongunstige invloed op het klimaat van de grond nadeel van de afsluitende ligging van het strooisel tegenover de gunstige werking van het goed verteerbare, aan bufferstoffen rijke bosbessenstrooisel tegenover elkaar. Dit voordeel ontbreekt in loofhoutopstanden met gunstig strooisel, zodat hier slechts de ongunstige werking van het bosbessendek overblijft. Voor de vossen geldt in beginsel hetzelfde, alleen is de totale werking ervan aanmerkelijk slechter dan van de blauwe bosbes, daar haar strooisel ongunstiger is.

V. De betekenis van de wortelontwikkeling.

a. Algemene opmerkingen.

De wijze van doorworteling van de bosgrond wordt niet alleen bepaald door de houtsoort, maar hangt grotendeels af van de gesteldheid van de grond. Groveden, eik en lariks bv. vormen onder daartoe gunstige omstandigheden een paalwortel en de beuk een hartwortelsysteem, maar onder andere omstandigheden vormen zij een daarvan afwijkend wortelgestel.

De vorm en de aard van het wortelgestel zijn eigenschappen van de houtsoort, maar of deze eigenschappen tot uiting komen, hangt af van de omstandigheden die zich op de groeiplaats voordoen. De vorm van het wortelgestel is doordoor geen typisch kenmerk van een houtsoort; de aard daarvan komt tot uitdrukking in de wortelenergie, d.i. het vermogen om in de grond door te dringen.

Voor de toestand van de grond kan de doorworteling een beslissende betekenis hebben. WITTICH licht dit toe aan het volgende voorbeeld. Op lage, gleiachtige leemgrond treft men dikwijls op geringe diepte een ondoordringbare laag aan, die wordt gevormd door ingespoelde, gedispergeerde leemdeeltjes. Onder een ondoeltreffende begroeiing leidt dit in de winter en in het voorjaar tot overmaat van vocht met de bekende schadelijke gevolgen daarvan. In de zomer lijden zulke gronden onder sterke uitdroging. De fijnspar blijft onder deze omstandigheden in de grenslaag tussen ruwehumus en minerale grond wórtelen; hij kan geen verbetering in de toestand van de grond brengen en maakt hem eerder slechter. Andere houtsoorten daarentegen dringen door de verdichte laag heen en scheppen daardoor een verticale drainering. Het water kan dan in tijden van overvloed langs de banen van de verteerde wortels naar beneden afvloeien en tegelijkertijd wordt dan voor voldoende lucht-circulatie gezorgd. Terwijl de fijnspar kwijnt en zijn opbrengst ver beneden boniteit V ligt, groeien hier gezonde eikenopstanden, die vaak zelfs tot de hoogste opbrengstklasse behoren.

Wij hebben hier dus een géval, waarin de grond door de specifieke physiologische eigenschappen van een houtsoort ingrijpend wordt gewijzigd.

De mogelijkheden om de doorworteling door middel van de keuze van houtsoort in een bepaalde richting te leiden en zodoende tot een hogere productie te komen, zijn vele, maar het betreft hier een moeilijk vraagstuk. Enerzijds omdat de wortelontwikkeling bij dezelfde houtsoort al naar zijn groeiplaats zo sterk wisselt en bovendien, omdat algemene regels voor de ontwikkeling van het wortelgestel, ondanks de onderzoeken van WIEDEMANN¹⁾ en KRAUSZ²⁾, nog steeds onvolledig zijn.

Het gaat hierbij om de physische eigenschappen van de grond en om de chemische.

De mogelijkheid om door middel van de beworteling in te werken op de physische eigenschappen van de grond werd reeds toegelicht aan het door WITTICH gegeven voorbeeld. Dit vraagstuk heeft een bijzondere betekenis voor gronden, die neiging hebben tot verdichting, zoals bv. fijnkorrelige, kalkarme leemgronden, zware kleigronden e.d. Het gaat dan om het vervangen van de ontbrekende poriën door een net van kanalen dat ontstaat door het verteren van de afgestorven wortels.

Dit systeem van kanalen moet op vlak terrein zorgen voor een snelle afvoer van het overtollige water in de ondergrond en tegelijker tijd voor een betere luchtwisseling in de grond. Het komt hierbij minder aan op sterk

¹⁾ WIEDEMANN, E., Der gleichaltrige Fichten- Buchenbestand. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1942, I.

²⁾ KRAUSZ, WOBST und GÄRTNER, Thar. Forstl. Jb. 1934, blz. 290 e.v.
KRAUSZ, und WOBST, idem 1935, blz. 12 e.v.
KRAUSZ, MÜLLER und GÄRTNER, idem 1939, blz. 481 e.v.

vertakte zijwortels dan op omlaag gerichte, grovere wortels. Anderszijds moet tijdens watergebrek in de zomer het indringen van de regen worden vergemakkelijkt, want op gronden, die zo fijnkorrelig zijn en weinig poriën bevatten, blijft de regen vaak aan de oppervlakte staan vanwaar hij zonder nut te doen verdampt. Voor dit doel zijn vooral de wortelgestellen van jonge bomen, die de bovenlaag van de grond sterk doorwortelen, van grote betekenis. Na iedere dunning sterven hier wortels af, verteren en vormen dan steeds weer nieuwe kanalen in de grond, hetgeen belangrijk is omdat deze kanalen op kalkarme gronden met slechte structuur snel vervallen.

Op hellingen bestaat geen gevaar voor overtollig nat worden van ondoorlatende gronden, omdat het neerslagwater vooral in de regenrijke tijd over de oppervlakte wegvloeit. Maar ook dit is ongewenst omdat het dan voor de opstand verloren gaat. Ook kan dan de waterhuishouding van een streek in gevaar komen omdat deze vaak afhankelijk is van de watervoorziening van uit de hoger gelegen streken¹⁾. De bezetting met bos van deze gebieden moet zodanig zijn, dat het overtollige water door de hoger gelegen, met bos bezette streken wordt opgenomen, bronnen voedt en geleidelijk omlaag vloeit.

In de geschetste gevallen betreft het de fysische eigenschappen van de grond en gaat het in de eerste plaats om de werking van afgestorven wortels. Waar het om de chemische eigenschappen van de grond gaat, komt het aan op de werking van de levende wortels, die de basen uit de ondergrond door middel van het strooisel in de bovengrond brengen en zo doende de tendens tot verzuring tegenwerken en de grond biologisch gezond houden. Dit is vooral belangrijk bij de teelt van zuivere naaldhoutopstanden. De betekenis van deze taak van de wortels is vooral groot bij gronden met een arme, tot verzuring neigende bovenlaag, die op een mineraal rijkere laag rust. Het is duidelijk, dat op deze gronden een houtsoort, die met haar wortels in zulk een basenrijker laag vermag door te dringen en daardoor strooisel vormt, dat rijk is aan mineralen en vooral aan kalk, de voorkeur verdient boven een, die door haar geringe wortelenergie daartoe niet in staat is.

In ons humide klimaat speelt de natuurlijke tendens tot uitloging en daarmee tot verarming van de bovengrond een belangrijke rol. Het is daarom nodig, dat de opstand een daaraan tegengestelde werking uitoefent. Dit kan bereikt worden door een zo diep mogelijk gaande doorworteling van de grond met grovere en fijnere wortels, die tot in de aan mineralen rijkere ondergrond reiken en wel niet alleen onder de boomstronken, maar over de gehele oppervlakte van de opstand.

Waar men met verarming van de bovengrond heeft te doen, laten sommige houtsoorten zich met hun wortelgestel in de verarmde bovenlaag dringen. De fijnspar is hiervan een treffend voorbeeld. Andere daarentegen weten onder zulke omstandigheden met de rijkere ondergrond verbinding te houden of, indien deze door ongeëigende houtsoorten is verloren gegaan, weer te herstellen.

Behalve de geschiktheid om met hun wortels over een zo groot mogelijke oppervlakte tot in de rijkere ondergrond door te dringen, is het

¹⁾ KRAUSZ, WOBST, und GÄRTNER, Thar. Forstl. Jb. 1934, blz. 290 e.v.

KRAUSZ und WOBST, idem, 1935, blz. 12 e.v.

KRAUSZ, MÜLLER und GÄRTNER, idem, 1939, blz. 481 e.v.

basengehalte van het strooisel belangrijk. Doordat de opgenomen voedingsstoffen in het bos weer grotendeels met het strooisel in de grond terecht komen, wordt met houtsoorten, die hoge eisen aan de mineraalrijkdom van de grond stellen, dus veel mineralen daaruit opnemen, de beste biologische toestand daarvan verkregen. Men moet hierbij echter wel bedenken, dat het verkeerd zou zijn te trachten op arme gronden de bovengrond met basen te verrijken door middel van veeleisende houtsoorten, indien dit zou gaan ten koste van de houtproductie. Immers weinig eisende houtsoorten, die aan zodanige groeiplaatsen zijn aangepast, presteren onder deze omstandigheden beslist meer. Daarom verdient het aanbeveling juist op arme groeiplaatsen naar rationele methoden te zoeken en de vraag onder het oog te zien, in hoeverre de verarming van de bovengrond door kunstmatige toevoer van basen kan worden verbeterd.

b). De wortelontwikkeling bij enige houtsoorten.

1. Fijnspar.

WITTICH staat uitvoerig stil bij de wortelontwikkeling van de fijnspar, waaromtrent de meeste onderzoeken zijn verricht en waardoor bij deze houtsoort in vergelijking met andere een vrij duidelijk beeld van de wortelvorming onder verschillende omstandigheden is verkregen.

Hoewel de fijnspar bij ons in de bosbouw een ondergeschikte rol speelt en de mededelingen van WITTICH voornamelijk betrekking hebben op bergachtig terrein, is het toch van belang er kennis van te nemen.

De fijnspar neigt meer dan andere bomen tot vlakstrijkende beworteling, doordat hij onder ongunstige omstandigheden uit diepere lagen van de grond naar hogere wordt gedreven. Dit wordt toegeschreven aan zuurstofgebrek, mechanische belemmeringen en gevoeligheid voor zuren.

Op natte gronden speelt ongetwijfeld zuurstofgebrek een beslissende rol. Verdichte grondlagen werken weliswaar belemmerend op de groei, maar zij zijn zelden van dien aard, dat de wortels, zij het ten koste van veel energie, daarin niet vermogen door te dringen. Dat het reagerend loodzand wordt vermeden, heeft volgens WITTICH rechtstreeks niets met de werking van zuren te maken, maar is veel eerder een gevolg van minerale armoede, waardoor bij de wortels geen neiging wordt opgewekt daarin door te dringen. Het verschillend gedrag van de fijnsparwortels vindt volgens hem in de meeste gevallen zijn verklaring in het al of niet optreden van prikkelwerkingen. Zo zou van loodzand geen prikkel op de fijnsparwortels uitgaan.

Op mineraalrijke verweringsgronden in bergachtig terrein, waarin al naar de klimatologische omstandigheden vaak podsolering en ruwehumusvorming optreedt, vergenoegt de fijnspar zich in hoofdzaak met de doorworteling van de ruwehumuslaag, indien deze ook gedurende de vegetatietijd voldoende vochtig blijft. De uitgeloopte bovengrond wekt dan geen neiging op tot doorworteling, terwijl de voor de fijnspar in de eerste plaats noodzakelijke stikstof- en vochtvoorziening meestal door de ruwehumuslaag wordt verzekerd. Maar ook onder zulke omstandigheden dringt steeds een deel der wortels — bij sterke podsolering slechts weinig, bij zwakke meer — in de diepere minerale grond door. Wanneer deze wortels tot de verdichte B-laag reiken, vormen ze, indien deze nog niet

al te zeer verdicht is en daardoor het karakter van een bank vertoont, een tweede, dieper wortelgestel met wel is waar slechts zwakke zijwortels.

Indien de vochtigheidstoestand minder gunstig is, treden op de onderhavige gronden afwijkingen van deze wortelvorming op. Hoe meer de ruwehumuslaag aan tijdelijke uitdroging is blootgesteld, des te meer vormt de fijnspar ook op gepodsoleerde grond een diepgaand wortelgestel en des te minder is hij dan met zijn wortels ingesteld op de ruwehumuslaag. Bij vaker optredende sterke uitdroging ontbreekt bijna elke doorworteling van de ruwehumus. De fijnspar is dan gedwongen door te dringen tot in de minerale grond.

Op mineraalrijke verweringsgronden in bergachtig terrein heeft bij de verwerking ten gevolge van het hoge basengehalte kleivorming plaats, zodat deze gronden, wanneer zij voldoende tijd hebben gehad voor hun ontwikkeling, meer of minder leemhoudend zijn. De humuslaag is dan tengevolge van de gunstige reactiegraad ook onder fijnspar in het algemeen dun; vaak vindt men zelfs milde humusvorming, terwijl de minerale grond door zijn hoge reserve aan mineralen en grote watercapaciteit als gevolg van zijn kleigehalte, op de wortels een sterke prikkel uitoefent. Onder zodanige omstandigheden vinden wij een voldoende diepgaande beworteling, ook in de grond tussen de bomen. Onder bijzonder gunstige omstandigheden, bv. op lemige basaltgrond, wordt dikwijls zelfs de gehele in de opstand beschikbare wortelruimte benut.

Op gronden met eenzijdige korrelgrootte, waartoe in de eerste plaats loessgronden behoren, dringt de fijnspar, indien de grond nog voldoende rijk is aan basen, met zijn wortels daarin tot meer dan een voet diepte door. Hoe verder de uitloging van de kalk is voortgeschreden, dus hoe sterker de degradatie, des te meer worden de wortels naar boven gedrongen. Neigen deze gronden tot gleivorming, dan strijken de wortels in de tussen de bomen gelegen grond geheel vlak, aan de grens van de minerale grond en in de ruwehumus. De minerale grond is dan, althans tussen de bomen, bijna vrij van wortels. Onder de wortelstronk vindt men slechts enkele zwakke nevenwortels, maar naar omlaag gerichte hoofdwortels ontbreken geheel. De doordrenking van de grond met water in verschillende jaargetijden en het daardoor veroorzaakte gebrek aan zuurstof maken het voor de fijnspar onmogelijk onder deze omstandigheden dieper in de minerale grond door te dringen. Aangezien de bovengrond aan sterke wisseling van overmaat aan water en verdroging is blootgesteld, kwijnt de fijnspar, die met zijn wortels op deze laag is aangewezen.

Hoe staat het nu met de wortelvorming van de fijnspar op diluviale gronden? Op open gronden, waarvan de luchtcirculatie nog niet door latere degradatie is verstoord, vertoont de fijnspar een opvallend diepe wortelontwikkeling. Zelfs op ouddiluviale zandgrond vond WITTICH ondanks de vorming van ruwehumus, meestal een doorwortelingsdiepte van 2—3 meter. Dit betekent voor de grond een aanzienlijke verbetering van de waterhuishouding, die tot uiting komt in een opvallend hoge opbrengstprestatie (meestal boniteit II) voor het onderhavige bodemsubstraat.

Ook op jong-diluviale keileemgrond met nog kalkhoudende ondergrond en dientengevolge gunstige structuur, vertoont de fijnspar, vooral wanneer de leem met een laag zand is overdekt, een bevredigend diepgaand wortelgestel. Weliswaar heeft hij geen aansluiting met de kalkrijke onder-

grond, zodat, wanneer hij niet is gemengd met diepwortelende houtsoorten, afname is te verwachten van de verzadiging van de bovengrond en van de humus met basen en daardoor achteruitgang van de structuur van de grond en, tén gevolge van dien, verdringing van de fijnsparwortels naar de bovenste rand van de keileem.

Ten gevolge van de verarming aan basen is de structuur van keileemgronden van het oud-diluvium, zelfs bij zandige leem zó ongunstig, dat vooral bij vlakke ligging van het terrein en in inzinkingen, daarin in sommige jaargetijden vaak stagnerend water en gleiachtige verschijnselen in de grond voorkomen. Grondlagen met stagnerend water worden door de fijnsparwortels vermeden. Gewoonlijk is echter de keileem met een zandlaag overdekt, waardoor de stuwung van water zich beperkt tot de ondergrond en waardoor deze gronden niet zo ongunstig zijn als gronden met stagnerend water aan de oppervlakte, die aan wisseling van overmaat van water en uitdroging lijden. De keileem wordt dan echter niet door de fijnspar benut.

Op natte gronden blijven de zijwortels wegens gebrek aan zuurstof uitsluitend in de humuslaag.

2. Groveden.

Voor de groveden is het voorkomen van een paalwortel tot bepaalde groeiplaatsen beperkt. In bergachtig terrein vormt hij vaak een hartwortelvormig wortelgestel. Kenmerkend voor de groveden is, dat het zwaartepunt van de beworteling binnen de omtrek van de wortelstronk ligt en dat men daar bijna altijd een goede ontsluiting van de ondergrond aantreft door diepgaande wortels. Dit geldt ook voor gleiachtige gronden, waarin hij in hoge mate kan meewerken tot de drainering daarvan¹⁾. De wortelwerking buiten de wortelstronk is daarentegen slechts gering. De grond tussen de bomen, die volgens WITTICH in oude opstanden meer dan twee derden van de gehele oppervlakte beslaat, wordt slechts gebrekkig benut. Alleen reeds in verband hiermede is de bijmenging van houtsoorten, die de tussen gelegen grond goed doorwortelen, zoals eik en beuk, gewenst.

Vaak ziet men een ophoping van wortels aan de grens tussen humus en minerale grond, maar zelden in de ruwehumuslaag. In overeenstemming met de geringe eisen, die de groveden stelt, wordt loodzand beter doorworteld dan door de fijnspar.

3. Lariks.

De lariks heeft een sterke aanleg voor een diepgaand wortelgestel. Zelfs in uitgesproken gleiachtige gronden vindt men behalve oppervlakkig in de minerale grond verlopende hoofdwortels, onder de wortelstronk talrijke middelmatig zware wortels, die diep in de minerale ondergrond indringen en hier een goede drainering tot stand brengen. Daarentegen vermijden de larikswortels volgens VOLGER²⁾ de uitgebleekte horizont en blijven dan in de humus zitten. Diepgaande onderzoeken hebben hierover echter nog niet plaats gehad. Waarschijnlijk heeft men hier te doen met overeenkomstige chemotactische prikkelwerkingen zoals bij

¹⁾ KRAUSZ, L.C. 1939.

²⁾ VOLGER, K., Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, I. 1936, blz. 488 e.v.

de fijnspar en die waarschijnlijk eveneens bij de lariks, al naar de vochttoestand van de humus, overeenkomstige variaties van de wortelvorming tengevolge hebben.

4. *Zilverden.*

Kenmerkend is de grote wortelenergie op verdichte gronden en de goede en gelijkmatige doorworteling, ook van de minerale grond tussen de bomen. De zilverden is in dit opzicht een ideale houtsoort.

5. *Douglas.*

Over het wortelsysteem van de douglas is volgens WITTICH nog weinig bekend. In verband met de grote betekenis van deze snel groeiende houtsoort voor de bosbouw acht hij het dringend gewenst dat in deze leemte spoedig wordt voorzien. Het wortelgestel komt, volgens hem, overeen met dat van de fijnspar, maar het gaat wat dieper in de minerale grond. Op fijnkorrelige gronden neigt de douglas tot vlakke beworteling¹⁾. Ogenschijnlijk is hij evenals de fijnspar gevoelig voor zuurstofgebrek, maar of hij zich even sterk tot in of tot aan de rand van de ruwehumus laat verdringen, is twijfelachtig. Wanneer de luchtwisseling toereikend is, zoals in grofkorrelige gronden, dringt hij volgens waarneming van WITTICH in mechanisch verdichte lagen goed door.

De loofhoutsoorten hebben in het algemeen grotere behoefte aan mineralen. In verband hiermede zijn zij geneigd zich met al hun wortels breeduit en tot op grote diepte in te stellen op het benutten van de diepere grondlagen met hun reserve materiaal.

6. *Beuk.*

Bij de beuk is de beworteling van de wortelstronk op de meeste groeiplaatsen nog wat beter dan bij de groveden, maar hij overtreft deze ver wat betreft de doorworteling van de tussen gelegen grond. Evenals de zilverspar doorwortelt hij meestal de gehele wortelruimte van de opstand en wel in mineraalrijke grond tamelijk gelijkmatig, maar in oppervlakkig verarmde grond valt het zwaartepunt van de beworteling vooral op de rijkere ondergrond. Daar de beuk op uitnemende wijze de grond tussen de bomen benut, eigent hij zich in het bijzonder voor bijmenging in opstanden van groveden en lariks, wier wortelgestel overwegend tot de wortelstronk is beperkt. Op neerslagrijke groeiplaatsen vindt men vaak een neiging tot vervlaking van het wortelgestel, maar dan is de bovenste laag van de minerale grond intensief doorworteld, zodat het niet tot een ophoping van wortels in de ruwehumuslaag komt zoals bij de fijnspar²⁾. In leem- en vooral loessgrond is de doorworteling verschillend al naar mate van ontwikkeling van de grond. In gronden, die nog in het geheel niet of slechts weinig zijn gedegradieerd, dus tot het type van bruine aarde of podsolachtige bruine aarde behoren en waarin nog voldoende luchtwisseling kan plaatshebben, vinden wij het bekende hartwortelsysteem. Ook hier is de doorworteling van de tussen gelegen grond nog bevredigend. Hoe meer deze gronden echter gleyverschijnselen vertonen, vervlakt het wortelgestel en neemt de doorworte-

¹⁾ GROTH, Wurzelbildung der Douglasie. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1927, blz. 186 e.v.

²⁾ KRAUSZ, L.c. 1934.

ling van de grond tussen de bomen af. De beuk houdt geen stand op sterk gleiachtige gronden.

7. Eik.

Kenmerkend voor de eik is de opvallend grote wortelenergie. Op normale gronden vertoont hij evenals de beuk een uitstekende doorworteling van de gehele ter beschikking staande wortelruimte. Hij overtreft de beuk echter door zijn ongewone wortelenergie op verdichte en in het bijzonder op gleiachtige gronden. Wij vinden dan aan de wortelstronk in plaats van de anders karakteristieke hartwortels, enige hoofdwortels van middelmatige dikte, die in min of meer vertikale richting in de grond dringen. De hoofdmassa van de wortels dringt schuin omlaag in de minerale grond waarbij zij geleidelijk een aanmerkelijke diepte bereiken, zodat de aansluiting met de diepere grondlagen buiten de eigenlijke wortelstronk ligt, in tegenstelling met groveden en lariks, die hij op deze gronden daardoor op uitnemende wijze kan aanvullen.

8. Haagbeuk.

De stam lost zich onmiddellijk aan de wortelhals op in talrijke zijwortels, waardoor de voor de haagbeuk karakteristieke lijsten aan de stam ontstaan. De afzonderlijke wortels lopen deels vlak, deels dringen zij evenals bij de eik, hoewel niet zo diep, schuin omlaag in de ondergrond, ook indien deze verdicht is. Vanuit deze zijwaarts gerichte hoofdwortels gaan krachtige zinkers omlaag.

Over de afhankelijkheid van het wortelsysteem van de overige loofhoutsoorten van de groeiplaats is tot nu toe slechts weinig bekend.

Van beslissende betekenis is de wortelwerking voor verdichte en vooral voor gleiachtige gronden. Voor het herstel van de drainering in verticale richting, die zo nodig is voor deze gronden, zijn, zoals uit het bovenstaande blijkt, eik, lariks, groveden en haagbeuk bijzonder geschikt. Van deze houtsoorten maakt de eik de gehele wortelruimte los, de lariks en de groveden in hoofdzaak binnen het bereik van de wortelstronk, terwijl de haagbeuk in dit opzicht tussen deze beide in staat. Een aanvulling van de doorworteling door weehout is gewenst, vooral door els en berk, die volgens KRAUSZ weliswaar overwegend de bovengrond, maar deze echter zeer intensief doorwortelen.

Bij verdichte gronden kunnen ook voor daarvoor gevoelige houtsoorten diepere grondlagen worden ontsloten door pionierhoutsoorten met grote wortelenergie. In het bijzonder geldt dit voor gleiachtige gronden, waarin door opheffing van periodieke overmaat van water, door het scheppen van een vertikale drainage, een volkomen wijziging van de toestand van de grond kan worden verkregen. Onder minder extreme omstandigheden is de invloed van diepwortelende houtsoorten op bijgemengde houtsoorten, die een neiging tot vlakke beworteling hebben, meestal gering; hij wordt in het algemeen erg overschat. Wel is een directe invloed mogelijk, bv. waar door bijmenging van een biologisch gunstige houtsoort in plaats van een laag ruwehumus, milde humusvorming intreedt en de wortels daardoor worden gedwongen van de ruwehumuslaag in de minerale grond over te gaan.

(wordt vervolgd).