

zijn zeker niet minder goed dan arbeiders in vaste dienst.

Naar aanleiding van deze vraag ontwikkelt zich een discussie over de moeilijkheid van een rechtvaardige beloning van de bosarbeid. Gevolg van de rationalisatie is een meerdere productie. De arbeider wenst dit echter ook uit te drukken in een hogere beloning. Dit principe is rechtvaardig en wordt ook in de industrie algemeen toegepast. Een voortbestaan van de loonstop in de bosbouw zal een effectieve rationalisatie altijd blijven bemoeilijken.

Tromp deelt mede, dat de werkgeversorganisaties een zeer loyaal standpunt innemen: het voordeel van de rationalisatie moet door beide partijen gedeeld worden.

Gerbranda vraagt of er verband bestaat tussen de leeftijd van de te vellen opstand en de hoeveelheid calorieën die bij bosarbeid wordt gebruikt.

Kools deelt mede, dat hierover nog niet veel bekend is, maar dat er aanwijzingen zijn, dat dit niet het geval zal zijn. Wel heeft het onderzoek op het gebied van de arbeidsfysiologie opmerkelijke resultaten gegeven. De bosarbeider verbruikt ongeveer 4500 cal. per dag. Een hogere prestatie is niet mogelijk.

Van Oldeneel vraagt of bij de velling en opwerking van hout een scheiding der werkzaamheden te verkiezen is boven een uitvoering van alle werkzaamheden door één persoon. Spr. acht het mogelijk, dat bij volledige vakbekwaamheid de verkregen afwisseling in werkzaamheden psychologisch en fysiologisch juist kan zijn.

Kools kan deze mening onderschrijven. Gebleken is, dat bij afwisseling der werkzaamheden door gebruik van verschillende spiergroepen, vermoeidheid minder sterk optreedt.

Tromp releveert in verband hiermede aan onderzoekingen van Gläser. Deze heeft een onderzoek ingesteld naar het verschil in zwaarte van verschillende werkzaamheden. Elke vakarbeider moet alle werkzaamheden kunnen verrichten. Tot dusverre is betaald naar tijd. Het is rechtvaardig om daarnaast de zwaarte der werkzaamheden in de beloning te betrekken.

Over de vraag of er voor bepaalde werkzaamheden specialisten moeten worden aangesteld, ontwikkelt zich een levendige discussie.

Houtzagers meent, dat b.v. voor de sortering specialisten noodzakelijk zijn.

Memelink heeft ervaren, dat dit geenszins noodzakelijk is.

Kools wijst erop, dat het b.v. bij sorteringen wenselijk is het hout naar centrale plaatsen te brengen, waar een specialist aanwezig is, die aan de arbeiders, die de sortering uitvoeren aanwijzingen geeft.

Op de vraag van Hansen of het wenselijk is, dat de arbeider zijn eigen gereedschap gebruikt, dan wel, dat het gereedschap door de werkgever wordt verstrekt, antwoordt Kools, dat naar zijn mening elke arbeider met eigen gereedschap moet werken. Teneinde dit echter financieel mogelijk te maken, zal men naar een afbetalingssysteem moeten zoeken.

## GRONDBEWERKING EN DIAGNOSE

[232.21 : 237.1 : 114]

C. P. van Goor

Bosbouwproefstation T.N.O.

Zusammenfassung: Bodenbearbeitung und Standortdiagnose

### *Inleiding.*

Tot de belangrijkste bedrijfsmaatregelen in de bosbouw in Nederland behoort zeer zeker de grondbewerking. Het is bovendien vaak een van de meest kostbare. Twee redenen, die een nadere beschouwing over de grondbewerking in al zijn bodemkundige aspecten ten volle rechtvaardigen. Te veel is omtrent het hoe en waarom en de werking van deze maatregel onbekend en te veel wordt nog het nut van de bewerking gemeten naar de onmiddellijke bedrijfsresultaten van de verjonging of de bebossing, zoals een snelle jeugdgroei, een vroege sluiting en een regelmatige bezetting. Wagenknecht (11), Hilf (1).

Grondbewerking is echter niet alleen een cultuurmaatregel, die de concurrerende onkruidvegetatie bestrijdt en zo het kapitaal aan beschikbare

voedingsstoffen en vocht verhoogt, het is tevens, wanneer de bewerking diepte de 15 cm overschrijdt, een melioratie. Het dynamische systeem van krachten, dat de bodem in werkelijkheid is, wordt gestoord. Deze storing is aanleiding tot tal van processen, die de vruchtbaarheid van de grond langdurig gunstig of ongunstig kunnen beïnvloeden.

In de navolgende beschouwing wordt dan ook een scherp onderscheid gemaakt tussen de bewerking als middel tot verbetering van de grond en als cultuurmaatregel. Deze twee principiëel verschillende doelstellingen van de bewerking zijn in de praktijk uiteraard niet te scheiden, hetgeen het probleem van de grondbewerking zo uitermate gecompliceerd maakt. De grootste betekenis heeft de bewerking als middel tot verbetering van gronden. De diepgaande en intensieve invloed op de biologische, chemische en fysische processen in de grond, openen daartoe de mogelijkheid, wanneer deze processen in bepaalde banen worden geleid. Vanzelfsprekend heeft aan een dergelijke maatregel het stellen van een diagnose van de verschijnselen van bodemachteruitgang vooraf te gaan, teneinde nauwkeurig te kunnen vaststellen hoe en waarom de betreffende grond verbetering behoeft. De therapie, die ingeleid wordt door de bewerking moet met deze diagnose in overeenstemming zijn.

#### *De dynamiek van de grondbewerking.*

De toepassing van grondbewerking om bepaalde degradatie- of degeneratieverschijnselen in de grond te bestrijden, vereist, behalve een nauwkeurige kennis van de aard en betekenis dier verschijnselen, ook een inzicht in de dynamiek van de grondbewerking. Onder de dynamiek van de bewerking wordt verstaan het complex van fysische, chemische, colloïdchemische en biologische reacties, die onder invloed van de bewerking in de bodem plaats vinden.

Om deze dynamiek nauwkeurig te kunnen bestuderen wordt uitgegaan van een standaardvoorbeeld, waarin de grond, zonder invloed van grondwater, leemlagen, fysiologisch storende lagen, in evenwicht is met het klimaat. Door van deze bodemtypen — bruine bosgronden — bewerkte en onbewerkte met elkaar te vergelijken, kan men de invloed van de bewerking extraheren.

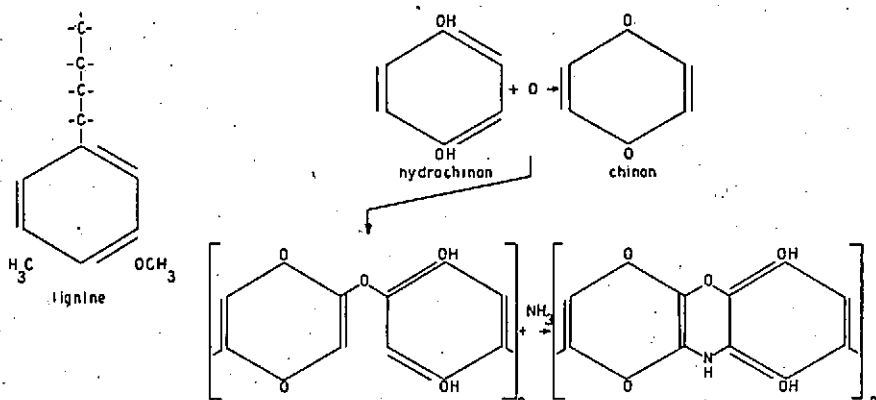
Onder natuurlijke omstandigheden heeft iedere grond een karakteristieke vastheid, die een gevolg is van een bepaalde pakking van de gronddelen. Er bestaat een zekere verhouding tussen de grote en de kleine poriën. De eerste dienen voor de aëratie, de laatste verzorgen de waterhuishouding van de grond. Door bewerking neemt de vastheid sterk af. Dit betekent een toename van de aëratie. Het directe gevolg van de toegenomen aëratie is de versterkte oxydatie van de organische stof in de grond, hetgeen leidt tot verhoogde mineralisatie van de humus in water, koolzuur, mineralen, enz. Gepaard met de hogere luchtzuurstoefvoer begunstigt de mobilisatie van mineralen en voedingsstoffen het milieu voor het edaphon. De biologische activiteit stijgt, hetgeen in het veld tot uiting komt in de ontwikkeling van de bodemflora na een bewerking.

De processen van omzetting van ruwe humus en strooisel en de vorming van echte humus worden door de verhoogde biologische activiteit en de sterkere oxydatie in belangrijke mate gewijzigd en daar het humusvraagstuk voor onze bosgronden een vruchtbaarheidsvraagstuk is, wordt hierop nader ingegaan.

Het strooisel, dit is het gezamenlijke ruwe organische materiaal, dat jaarlijks door afsterving aan de bodem ten goede komt, ondergaat tal van omzettingprocessen. Enerzijds worden hierbij echte humusstoffen, d.w.z. organische verbindingen, die min of meer resistent zijn tegen biologische afbraak en oxydatie, gevormd, terwijl anderzijds uit dit materiaal water, koolzuur, stikstof, fosfaat en mineralen ontstaan. Het eerste proces wordt humificatie genoemd, het tweede is bekend onder de naam mineralisatie.

Het humificatieproces is buitengewoon gecompliceerd. Het aantal uitgangsstoffen is groot. Toch is het — aanvankelijk langs synthetische weg en later ook langs geconditioneerde natuurlijke weg — gelukt om een inzicht in dit proces te verkrijgen. Hudig (3). De grondvorm van de echte humus bestaat uit ringen met een chinoïde karakter. Chinoïdestoffen komen in het organisch materiaal veel voor, o.a. als bouwsteen van het ligninemolecuul. Het humificatieproces is een samenbundeling — polymerisatie en condensatie — van deze ringen, tijdens welk proces gelijktijdig met oxydatie stikstof wordt ingebouwd ter stabilisatie van het gevormde product.

Een model volgens Wittich (12) van dit proces ziet er aldus uit :



Chinon en hydrochinon — door reductie in vochtig milieu uit chinon ontstaan — geven door polymerisatie en oxydatie een humusstof, die echter nog actieve plaatsen bezit. Door bezetting daarvan met stikstof ontstaat een echte humusstof, die resistent is tegen biologische of oxydatieve afbraak — althans binnen zekere grenzen.

De huidige humuswetenschap, die ons ook het bovenstaande model leverde, leert, dat de voorwaarden voor humificatie zijn :

1. een geremde luchttoevoer. Deze moet echter zo groot zijn, dat zij oxydatief werkt, zonder daarbij alle vrijkomende ammoniakstikstof om te zetten in nitraatstikstof. Voor de stabilisatie van humus is n.l. alleen ammoniakstikstof geschikt, of stikstof in de vorm van polypeptiden, uiteraard ook met een NH karakter. Nitraatstikstof is voedingsstikstof en onwerkzaam als stabilisator van humus.
2. Aanwezigheid van stikstof in ammoniakvorm of eitwitverbindingen.
3. Een milieu met een pH van ten laagste 4,5. Beneden deze pH treedt

de noodzakelijke auto-oxydatie van lignine, voor de levering van chinoidestoffen, niet op.

Het behoeft geen nadere uitleg, dat de hierboven genoemde reacties een biochemisch karakter bezitten. Microbiologisch leven is voor de verming van humus noodzakelijk. Van groot belang zijn vooral de actinomyceten die optimaal voorkomen in de darmen van regenwormen. Dit is dan ook de reden, dat een sterke bezetting van de grond met regenwormen gepaard gaat met een optimale humusvorming.

Door de bewerking nu wordt het natuurlijke humificatieproces van de bosgrond verstoord. Was er voor de bewerking een min of meer evenwichtige verhouding tussen de aanvoer, de mineralisatie en de humificatie van strooisel, waarbij het humusgehalte van de grond door een geregelde toevoer van nieuwe humusstoffen ter vervanging van de gemineraliseerde, constant bleef, na de bewerking is de verhouding tussen aanvoer, mineralisatie en humificatie veranderd. De bewerking bevordert in de eerste plaats de aëratie en ten tweede de biologische activiteit. Door dit laatste neemt de biologische afbraak van het organische materiaal — ook de echte humus — toe. De grotere luchttoevoer maakt de omstandigheden voor een — noodzakelijk grotere — humificatie ongunstiger. De aanwezige stikstof wordt zoveel mogelijk omgezet in nitraatstikstof, dat voor de stabilisatie van de humus onwerkzaam is. Versterkte mineralisatie van het organisch materiaal, dat niet gepaard gaat met een versterkte humificatie van ruw, organisch materiaal, leidt tot kwantitatief verlies van humus.

Zoals reeds werd meegedeeld, ontstaat door de bewerking langs mechanische weg een relatieve verandering in de verhouding van de kleine en grote poriën. Indirect oefent echter de bewerking via de humus eveneens een invloed uit op de poriënverdeling in de grond. De fysische toestand van de zandgronden — het merendeel van onze bosgronden — wordt immers practisch alleen bepaald door de humus. Hoe hoger het humusgehalte — althans tot een bepaalde grens — des te betere kruimelstructuur en groter watercapaciteit. Daalt het humusgehalte door de bewerking, dan neemt tevens de structuur, en wat belangrijk is, de watercapaciteit af.

Enerzijds wordt dus direct de aëratie — grotere doorlatendheid en intensieve verdamping van het bodemwater — verhoogd, anderzijds wordt indirect de watercapaciteit van de grond ongunstig beïnvloed. Bewerking werkt dus verdrogend op de grond, terwijl tevens de kruimelstructuur terugloopt. Dit alles geldt echter alleen voor zandgronden. Gronden met een hoog gehalte aan afslibbaar reageren op een bewerking eveneens met een achteruitgang van de structuur. Hier echter wordt dan de verdamping niet bevorderd, maar verhinderd, door het dichtslibben van de grond. Voor de Nederlandse bosbouw zijn deze gronden echter van geen belang.

De invloed, die de grondbewerking uitoefent op de chemische en colloidchemische processen in de grond is eveneens diepgaand en intensief. In de eerste plaats wordt, door de mineralisatie van de humus, het gehalte aan direct opneembare voedingsstoffen aanzienlijk verhoogd. De humus op onze bosgronden zal over het algemeen weinig mineralen bevatten, maar daarentegen wel veel fosfaat en stikstof. De, na een bewerking vaak optredende, milde bodemflora, toont deze mobilisatie

van voedingstoffen duidelijk aan. Tevens wijst deze flora op een overmaat van opneembare voedingsstoffen, die niet door de opstand worden opgenomen. De geringere watercapaciteit, de grotere doorlatendheid en het in overmaat aanwezig zijn van opneembare — d.i. oplosbare — voedingstoffen, leidt tot uitspoeling en dus kwantitatief verlies.

In de tweede plaats neemt door de afname van het bufferende colloïdale materiaal — de humus — de aciditeit toe. Het humiede klimaat werkt door de vegetatie verzurend op de grond. De sterkere mineralisatie van het organisch materiaal in de bovengrond heeft echter een zwakke daling van de aciditeit ten gevolge. Met de diepte van het profiel neemt na de bewerking de pH echter minder sterk toe dan oorspronkelijk. Is de pH lager dan 4,7, dan treedt hydrolyse van silicaten op, waarbij van de afbraakproducten vooral ijzer en aluminium in sol-vorm gemobiliseerd blijven. Bij aanwezigheid van humus reageren ijzer en aluminium tot vorming van ijzer- en aluminium humaten, die als gelen worden vastgelegd en geïnactiveerd. Is humus niet beschikbaar, dan blijven deze colloïden actief en leggen fosfaat ionen, onopneembaar voor de planten vast. Ligt dus als gevolg van bewerking de pH in de ondergrond beneden het kritische punt en ontbreekt humus, dan treden storingen in de fosfaat-huishouding op, terwijl bovendien vrij aluminium als een gif op verschillende planten werkt. Van Goor (4) Nemec (8).

In de derde plaats veroorzaakt bewerking een regressie van de bodemontwikkeling. Regressie betekent verjonging en is het tegenovergestelde van bodemrijping. Evengoed als een volkomen steriele grond, die alleen maar bestaat uit anorganisch materiaal — nieuwe grond, rotsen enz. — onder invloed van klimaat zich ontwikkelt tot een rijp bodemtype, kan een rijp bodemtype, meestal als gevolg van een catastrofe — wegspoelen van de bovengrond, grondverschuiving etc. — naar een jongere fase teruggezet worden. Van hieruit begint dan weer de ontwikkeling naar het rijpe bodemtype.

De belangrijkste facetten van de bodemontwikkeling onder ons Nederlandse klimaat zijn humusinfiltratie en kleivorming. Kleivorming vindt plaats door hydrolyse van silicaten en nieuwvormingen uit de hydrolyseproducten. Voor de hydrolyse is een lage pH noodzakelijk, terwijl eveneens de nieuwvorming in een neutraal of zwak zuur milieu plaats vindt. Een lage pH ontstaat hoofdzakelijk alleen onder de  $\text{CO}_2$  afscheidende vegetatie en het organisch materiaal. Door de neergaande waterstroom in het profiel worden de inspoeling van humus, de vorming van klei en het transport daarvan bevorderd. Deze inspoeling en de kleivorming bereiken een maximum. De bodem is rijp of volontwikkeld: bodemclimax. Klei- en humuscolloïden, die — vooral in zuur milieu — gemakkelijk transportabel zijn en zo verloren kunnen gaan, vormen met elkaar colloïdale verbindingen. Deze verbindingen zijn geocoaguleerd en weinig transportabel. Pallmann c.s. (9)

De bodemclimax van onze hoge zandgronden wordt gekarakteriseerd als een bruine bosgrond. Zij bevat:

1. een zekere hoeveelheid nieuwgevormd anorganisch colloïdaal materiaal, o.a. klei,
2. een uit- en inspoelingshorizont,
3. een aanzienlijke humusinfiltratie.

Wordt deze grond bewerkt, zodat meer organisch materiaal geminera-

liseerd dan gehumificeerd wordt — verlies — dan komen de anorganische colloïden vrij en worden met het bodemwater weggespoeld. Tevens neemt door de toegenomen zuurgraad de hydrolyse van silicaten — ook de secundaire — toe, terwijl de nieuwvorming afneemt. Uiteindelijk ontstaat een grond, waarin en de humusinfiltratie en de nieuwvorming van klei, alsook het kleigehalte zijn afgenomen. Dit betekent dat de ontwikkelingsphase van de grond een jongere is dan voorheen. De bodem is door de bewerking verjongd.

#### *Samenvatting :*

De dynamiek van de grondbewerking omvat de volgende functies :

1. de mechanische functie.  
Vernietigen en breken van vaste lagen in de grond. Het mengen of omkeren van de verschillende horizonten van het profiel. Het losmaken van de grond. Het verhogen van het percentage grote poriën.
2. de biologische functie.  
Het verhogen van de biologische bodemactiviteit door verhoging van luchttoevoer en de mobilisatie van voedingsstoffen.
3. de fysieke functie.  
Verhoging van aëratie en verlaging van watercapaciteit langs directe en indirecte weg. Het verlagen van de stabiliteit van de structuur. Verhoging van doorlatendheid. Vermindering van actueel vochtgehalte.
4. De chemische functie.  
Wijziging ten gunste van het gehalte opneembare voedingsstoffen. Toename van de uitspoeling van voedingsstoffen. Verandering van zuurgraad, waarbij storingen in de fosfaathuishouding kunnen optreden. Verlaging van het kapitaal van voedingsstoffen.
5. de colloïdchemische functie.  
Afbraak en uitspoeling van humus- en anorganische colloïden. Verjonging van de bodemontwikkeling.

#### *De achteruitgang van de grond.*

In de bosbouw is de algemeen gebruikte term voor de achteruitgang van de grond : degradatie. De bodemkundigen gebruiken dit woord eveneens, echter in een andere zin, ofschoon ook in die kringen, evenals in de bosbouw, omtrent degradatie vrij veel begripsverwarring bestaat. Degradatie in bodemkundige zin is een afwijking van de normale bodemontwikkeling onder een bepaald klimaat en dit hoeft derhalve geenszins een verslechtering te betekenen, al is het in de meeste gevallen wel zo. Een bruine bosgrond met gleyverschijnselen is in de bodemkundige betekenis van het woord een gedegradeerde bruine bosgrond. De vruchtbaarheid wordt daar bepaald door de kwaliteit van het grondwater en kan aanzienlijk hoger zijn, dan in het geval er geen grondwater is en het profiel niet gedegradéerd wordt genoemd.

Pallman (10) heeft het begrip *degradatie* nauwkeurig omschreven als *een afwijking van het normale volontwikkelde bodemtype door factoren die niet tot het klimaat behoren*. Het is gewenst in de bosbouw aan deze begripsomschrijving aan te sluiten en alleen te spreken van degradatie, wanneer het bodemtype in de zin van Pallmann is veranderd.

In dit geval kennen wij in Nederland slechts één werkelijk belangrijk



is evenals de daarop liggende ruwe humus arm aan alle voedingsstoffen. De B horizont is zeer zeker ook niet rijk te noemen. Een groot deel ervan is door uitspoeling verloren gegaan. Een deel van de voedingsstoffen van het gehele profiel — P, N, K, basen etc. — zijn echter in de B horizont geaccumuleerd in een voor de planten moeilijk opneembare vorm.

## 2. Degeneratie.

Van degeneratie bestaan verschillende aspecten; voor de bosbouw zijn echter twee principiële verschillende verschijningsvormen het belangrijkste, te weten:

- a. biologische degeneratie, waarbij zich ruwe humus ophoopt,
- b. bodemkundige degeneratie, waarbij door verlies van organische stof de variabele bodemfactoren achteruit gaan.

### a) Biologische degeneratie.

De degradatie van een bruine bosgrond naar een heidepodsol wordt steeds ingeleid door een biologische degeneratie. Onder jonge heide op de goede gronden van het gestuwd praeglaciaal kan men dit stadium aantreffen. Biologische degeneratie zonder degradatie.

Ook kan het voorkomen, dat door verkeerde houtsoortenkeuze, onjuiste behandeling, veeweide, de biologische activiteit daalt en ruwe humus wordt gevormd. De kwaliteit van deze ruwe humus zal echter — gezien de intensieve beworteling — beter zijn dan die van heidehumus. Door de aanwezigheid van de opstand heerst er een bepaald microklimaat dat niet ongunstig is voor het edaphon. Dit heeft tot gevolg, dat de biologische activiteit hoger is dan op de heide. Een zekere humusvorming heeft nog steeds plaats, terwijl door deze biologische activiteit en de beworteling menging van humus en minerale grond wordt bevorderd.

Er heeft zeer zeker podsolering plaats onder invloed van de ruwe humus. De voortschrijding van deze podsolering wordt echter verhinderd door de beworteling — vermenging van de grond — en de voedingsstoffenomloop, al is deze laatste op een niveau, dat lager is dan normaal.

Vorming van een echt heidepodsol zal eerst na eeuwen mogelijk zijn wanneer de beworteling van het profiel verdwijnt, zodat enerzijds de voedingsstoffenomloop wordt gedrukt en anderzijds de infiltratie van organische stof geconcentreerd wordt op een bepaalde laag.

Zolang het bos zich handhaaft, blijft het bodemtype onveranderd. Hier kan derhalve niet gesproken worden van degradatie. De biologische degeneratie van een bruin bosgrondprofiel wordt gekenmerkt door een verandering van de A horizont. Er vormt zich een dikkere  $A_0$ , een donkerder  $A_1$  en een lichtere  $A_2$ . De rest van het profiel is ongewijzigd.

### b) Bodemkundige degeneratie.

Loopt het humusgehalte in de zandige bruine bosgronden door een of andere oorzaak terug, dan neemt de vruchtbaarheid af. De fysische eigenschappen van de grond immers worden beheerst door de humus. Met het humusgehalte stijgt de watercapaciteit.



Ook de chemische en biologische factoren zijn gunstiger ontwikkeld, naarmate het humusgehalte in de grond hoger is.

Het humusgehalte vermindert als gevolg van twee oorzaken :

1. de mineralisatie overheerst de humificatie.  
Dit is het geval, wanneer door te diepe bewerking van een grond, die in climaxphase verkeert, de biologische activiteit en de oxydatie te sterk wordt verhoogd. Van Goor (4).
2. de aanvoer van echte humus daalt.

De mineralisatie van alle organische stof gaat steeds door. Onder natuurlijke omstandigheden wordt het afgebroken materiaal geheel vervangen door nieuw materiaal. Wordt echter strooiselroof gepleegd, dan houdt de aanvoer van nieuw materiaal op, of daalt aanzienlijk.

Strooiselroof veroorzaakt derhalve evenals diepe bewerking degeneratie van de variabele bodemfactoren en leidt tot vruchtbaarheidsverlies.

Samengevat is de achteruitgang van de grond als volgt te classificeren :

1. degradatie.  
Verandering van bodemtype naar het seniele stadium, gepaard gaande met vruchtbaarheidsverlies.
2. degeneratie.
  - a. biologische degeneratie:  
Daling van biologische bodemactiviteit, vorming van ruwe humus, gering vruchtbaarheidsverlies. Geen verandering van bodemtype.
  - b. bodemkundige degeneratie.  
Storing humusverzorging door strooiselroof of verhoging biologische bodemactiviteit, achteruitgang van variabele bodemfactoren, min of meer ernstig vruchtbaarheidsverlies. Geen verandering van bodemtype.

#### *Diagnose, therapie en grondbewerking.*

Voorwaarde voor een doeltreffende therapie is een juist stellen van de diagnose. Door een juiste diagnose worden de oorzaken van de bodemachteruitgang aan de hand van de symptomen vastgesteld. Het opheffen of bestrijden van de werkelijke oorzaken is het begin van herstel. Dit herstel is wat de bosgronden betreft een zeer geleidelijk proces, dat al naar de graad van achteruitgang, decennia tot eeuwen eist. De grondbewerking speelt hierbij een inleidende rol. Zij maakt de milieuomstandigheden voor die componenten van de groeiplaats, die het regeneratieproces voltooien, gunstig. Grondbewerking is dus een deel van de therapie, maar wordt evengoed geheel bepaald door de diagnose van de groeiplaats. De diagnose van de drie behandelde vormen van bodemachteruitgang — de meest algemene in Nederland — is derhalve bepalend voor de wijze van bewerking. Van 't Hof (2), Mulder (7). Diagnose en bewerking van deze drie verschijnselen worden achtereenvolgens besproken.

1. Diagnose en bewerking van tot heidepodsol gedegradeerde gronden.

Voor zover de diagnose betrekking heeft op de wijze van bewerking van deze gronden wordt zij als volgt gesteld.

*De loodzandvormige uitloging van de A horizon en de relatieve verrijkte en min of meer scherp begrensde, vaste B horizon wijzen op het seniele stadium van bodemontwikkeling. Herstel vereist regressie van die bodemontwikkeling, door homogenisering van het profiel.*

De bewerking, die de juiste therapie dient in te leiden, omvat op grond van bovenstaande diagnose, het verstoren van de verschillende horizonten van het profiel, voor zover deze behoren tot het degradatiebeeld, en het zo intensief mogelijk mengen van de arme A en relatief rijke B horizonten. Het eerste is noodzakelijk om de fysiologisch storende B op te heffen, het tweede dient om de fysische, chemische en biologische toestand van het profiel over de gehele diepte zo gelijkmatig mogelijk te maken. De mechanische functie van de grondbewerking is bij de therapie van deze vorm van bodemachteruitgang essentieel. Het is evenwel wenselijk nader in te gaan op de invloed van de overige functies van de grondbewerking en de consequenties daarvan. In de eerste plaats wordt de biologische activiteit door deze steeds diepe en intensieve bewerking sterk verhoogd. De grotere aëratie van de aanvankelijk dichte grond, de geringe stabiliteit van de organische stof en de intensieve menging van bodemlagen, toegevoegd aan de hogere biologische activiteit, doen de mineralisatie van het meestal vrij geringe humuskapitaal sterk toenemen. Behoud van zoveel mogelijk organisch materiaal in de vorm van echte humus is op deze gronden gewenst. Daarom moeten de biologische processen, waarlangs humus kan worden verkregen met behulp van kalk ter verhoging van de pH en lupinen voor de noodzakelijke biologische stikstof in bepaalde banen worden geleid. De zuurgraad is zonder deze maatregelen te hoog en het stikstofgehalte te laag voor een goede humificatie. Een uitzondering hierop vormen de humusrijke geveldpodsolen, waar door een intensieve bewerking de pH, als gevolg van sterke mineralisatie van humus, voldoende kan worden verhoogd.

In de tweede plaats wordt de fysische toestand van de grond zowel direct als indirect geheel veranderd. Direct door de mechanische functie van de bewerking en indirect door de humificatie en mineralisatie. De fysische toestand zal het gunstigst zijn bij een zo hoog mogelijke humificatie. Ook daarom is het gewenst de biologische processen in goede banen te leiden. In ieder geval wordt door de fysische functie van de grondbewerking de oorspronkelijke fysische toestand aanzienlijk verbeterd.

Ten derde worden de chemische eigenschappen van de oorspronkelijke grond door deze bewerking in belangrijke mate begunstigd. Door de mineralisatie neemt de zuurgraad af, en de opneembaarheid van de voedingsstoffen toe. Om deze mobilisatie van voedingsstoffen niet geheel te laten verlopen in een uitspoeling is ook hier optimale humificatie gewenst.

In de vierde plaats is de colloïdchemische functie van de bewerking, naast de mechanische van uitzonderlijk belang. De mechanische functie maakt de omstandigheden voor een hernieuwde bodemontwikkeling gunstig. Deze nieuwe bodemontwikkeling leidt dan uiteindelijk tot het volledig herstel van het volontwikkelde rijpe bodemtype. Dit is

echter een proces van eeuwen, dat bovendien slechts onder een bosvegetatie tot stand komt en in stand blijft.

Samenvattend zijn volgende conclusies vast te stellen :

- a. Regeneratie van heidepodsolgronden is alleen mogelijk door regressie van de profielontwikkeling. Dit vereist een intensieve menging van de A en B horizont. De diepte van de bewerking wordt bepaald door de onderzijde van de B.
- b. Is het gehalte aan organische stof normaal — droge heidegronden — dan dienen ter voorkoming van een naderhand intredende verslechtering van de grond door de sterke mineralisatie, de stormachtig verlopende biologische processen doelbewust in de richting van optimale humificatie geleid te worden.
- c. In verband met de lage pH en het lage stikstofgehalte zijn kalkbemesting en verbouw van leguminosen ter begunstiging van het milieu voor humificatie onontbeerlijk.

Behalve door intensieve en diepe bewerking tracht men in de bosbouw regeneratie van heidegronden ook langs andere wegen te bereiken. Twee ervan, de meest algemene, worden thans besproken in het licht van diagnose en therapie. Bewerking van heidepodsolen zonder de bank hierin te betrekken is onjuist. Het waarom behoeft na voorgaande uiteenzettingen zeker geen nadere toelichting. Deze wijze van bewerking laten we dus buiten beschouwing. De te bespreken wijzen van bewerking zijn : bewerking met op de plaats laten van de lagen en bewerking, waarbij de lagen worden gekeerd. Bij de eerste methode van bewerking wordt de B gebroken met behulp van een ondergronder, terwijl de ruwe humus oppervlakkig gemengd wordt met de A horizont. De voor de regeneratie vereiste homogenisering van het profiel wordt dan niet bewerkstelligd door de bewerking, maar men tracht deze te verkrijgen langs natuurlijke weg. Door het breken van de fysiologisch storende B horizont, is de mogelijkheid geopend om een bos aan te leggen, waarvan de wortels doordringen in de B en de daaronder gelegen C. Er ontstaat dan een soort natuurlijke pompwerking, waarbij de voedingsstoffen in mineralen uit de B horizont en de ondergrond worden omhoog gebracht en via het strooisel de A horizont aanrijken. Door de mengende werking van de wortels zal de B verder verstoord worden en geen kans krijgen zich op-nieuw te ontwikkelen.

Inderdaad is dit een methode, die het voordeel biedt, de biologische processen in de grond als gevolg van de bewerking minder stormachtig te doen verlopen, zodat verliezen door uitspoeling practisch geheel worden voorkomen.

Bij de nadelen van deze methode zinkt echter dit voordeel in het niet. Het eerste nadeel is, dat „oplossing” van de B horizont door de wortels vele generaties bos vraagt, dit is een gevolg van de relatief geringe wortelenergie — in vergelijking b.v. met een grasmat — en van het tamelijk geringe opnemend vermogen aan mineralen en voedingsstoffen.

Het tweede nadeel is, dat de grijze loodzandlaag, waarin geen sili-caten meer voorkomen langs deze weg practisch nooit in een humeuze, donker gekleurde humushorizont kan veranderen. Ter stabilisatie van

de gevormde humus is geen materiaal aanwezig, zodat de uitspoeling van humus doorgaat. Vanzelfsprekend brengt het strooisel stabiliserende producten als ijzer en aluminium mee in de grond, maar deze hoeveelheden zijn uiterst gering.

Ten derde is reeds het voedingsstoffenkapitaal van de grond zover gedaald, dat het kapitaal dat in circulatie komt het milieu voor een humificatie niet gunstig kan beïnvloeden. Door bemesting kan men hieraan tegemoet komen, al is het absorberend vermogen van de grond gering en de uitspoeling derhalve groot.

De mogelijkheid tot regeneratie langs deze weg bestaat, maar het is een kwestie van eeuwen. Door intensieve bewerking wordt het grootste deel van de voor de homogeniteit van het profiel vereiste tijd, teruggebracht tot een of enkele jaren.

Daar de tweede methode van bewerking, die nogal veel in handwerk uitgevoerd wordt — werklozen — waarbij de B naar boven wordt gespit en de A in de ondergrond verdwijnt, als onjuist te beschouwen is, zal duidelijk zijn. De mobilisatie van voedingsstoffen in de B door de mineralisatie van de humus en de oxydatie, verloopt na het bovenspitten stormachtig. Dit wordt gedemonstreerd door de nitraatflora. De bosvegetatie zal in vele gevallen niet in staat zijn alle gemobiliseerde voedingsstoffen op te nemen, zodat een groot deel met het neerslagwater naar beneden wordt getransporteerd. Zodra de B verlaten wordt zijn de mogelijkheden voor adsorptie uitgesloten. De A verlaten bestaat n.l. uit ruwe humus, die niet humificeert maar wegens het tekort aan lucht en licht en biologisch leven geconserveerd wordt, en loodzand. De adsorptiecapaciteit hiervan is klein of zelfs nihil. Deze methode van bewerking is als ongunstig te beschouwen.

*De inleidende therapie van tot heidepodsolen gedegradeerde bosgronden die geheel in overeenstemming is met de diagnose van het degradatiebeeld, is een homogenisatie en diepe grondbewerking, waarbij de gestolde mogelijke mobilisatie van het podsolprofiel wordt bewerkstelligd. Jansen (5).*

## 2. Diagnose en bewerking van biologisch gedegeneerde gronden.

De diagnose van dit degeneratiebeeld kan als volgt gesteld worden. *Door de aanvoer van moeilijk verteerbaar strooisel — beuk, den, bossen — daalt de biologische bodemactiviteit, hetgeen leidt tot een ophoping van ruwe humus en het uit de roulatie nemen van een deel van het voedingsstoffenkapitaal. Door de wortelwerking van de vegetatie, het microklimaat en de — zij het minder sterke — humificatie van het strooisel en de ruwe humus, blijft de oorspronkelijke opbouw van het profiel behouden en ontstaat geen podsol. Voorwaarde voor regeneratie is het in omloop brengen van het vastgelegde voedingsstoffenkapitaal.*

De op deze diagnose ingestelde therapie, voor zover deze de bewerking betreft, houdt in het handhaven van de profielopbouw — bodemclimax — en het activeren van de ruwe humus. De bewerking dient zo oppervlakkig mogelijk te zijn. Bij de regeneratie van deze vorm van bodemachteruitgang is de biologische functie van de bewerking het belangrijkste. De fysische, chemische en colloïdchemische toestand van de grond is goed en alleen de biologische vereist verbetering. De biologische processen die door een bewerking plaats

vinden, moeten echter zodanig geleid worden, dat uit de ruwe humus — de grondstof van de echte humus — zoveel mogelijk echte humus wordt gevormd. Omzetting van de ruwe humus zonder meer is eenvoudig. Meestal gelukt dat reeds door kaalkap en bodemverwonding door uitsleep. Getuige de optredende nitraatflora. Dit is echter een omzetting in vrij ongunstige vorm, daar praktisch geen humus wordt gevormd, maar mineralisatie plaats heeft. De luchttoevoer is te groot en de oxydatie te heftig. Reeds eerder werd vastgesteld, dat voor een optimale humificatie de luchttoevoer geremd moet worden, hetgeen bereikt kan worden door de ruwe humus intensief met de minerale grond te mengen. Deze mogelijkheid wordt begrensd door de eis, dat de profielopbouw niet verstoord mag worden, zodat de bewerking beperkt dient te blijven tot de A horizont, hetgeen normaliter betekent een diepte van 5 à 15 cm. Dit is echter voor een goed verlopend humificatieproces meer dan voldoende.

Het milieu kan voor dit humificatieproces begunstigd worden door een lichte kalkbemesting — verhoging pH — en een verbouw van leguminosen. Dit laatste heeft tevens een gunstige invloed op het microklimaat en remt de zuurstoftoevoer.

Samenvattend zijn de volgende conclusies vast te stellen :

- a. Bij de regeneratie van biologisch gedegeneerde gronden is de biologische functie van de groundbewerking het belangrijkste.
- b. De climaxphase, waarin de bodemontwikkeling verkeert, vereist handhaving van de profielopbouw en derhalve uiterst oppervlakkige bewerking.
- c. Optimale benutting van de ruwe humus als grondstof voor de echte humus, vragen — i.v.m. een geremde luchtzuurstoftoevoer — een menging van dit materiaal met de minerale grond. Kalk en leguminosen zijn hierbij onontbeerlijke hulpmiddelen.

Wordt i.p.v. deze oppervlakkige bewerking, waarbij dus de opbouw van het profiel niet wordt gestoord, een diepere bewerking toegepast, waarbij materiaal van A en B horizont wordt gemengd, dan is deze niet meer in overeenstemming met de diagnose van het degeneratiebeeld. De diagnose legt nadruk op de biologische functie van de bewerking en niet op de mechanische, fysische of chemische. Een dergelijke bewerking brengt vergaande consequenties voor de vruchtbaarheid van de grond met zich mede. Oorspronkelijk daalt het humusgehalte door de grotere luchtzuurstoftoevoer en gaat de fysische, chemische en colloïdchemische toestand van de grond achteruit. Diepe bewerking leidt tot regressie van de bodemontwikkeling, hetgeen hier als ongunstig moet worden beschouwd. Een en ander is reeds duidelijk toegelicht bij de dynamiek van de bewerking. Niettemin wordt in Nederland de te diepe groundbewerking op deze gronden nog zeer veel toegepast.

*De inleidende therapie van biologisch gedegeneerde gronden, die geheel in overeenstemming is met de diagnose van het degeneratiebeeld is een oppervlakkige bewerking, waarbij de ruwe humus intensief met de minerale grond van de A horizont wordt gemengd en de opbouw van het profiel niet wordt gestoord. Mulder (7).*

3. Diagnose en bewerking van bodemkundig gedegeneerde gronden. Deze vorm van bodemachteruitgang wordt, zoals reeds eerder werd

vermeld, gevonden op gronden die zonder noodzaak te diep zijn bewerkt en op gronden waar strooiselroof toepassing vond. Verlies van echte humus is hoofdoorzaak. De diagnose die hier gesteld kan worden luidt aldus :

*Door het verlies aan colloïdale humus, zijn de variabele factoren in betekenis achteruitgegaan en is de vruchtbaarheid gedaald. Herstel is alleen mogelijk door verhoging van het humusgehalte.*

De hierop aansluitende therapie voor zover deze de bewerking betreft is duidelijk. Iedere verstoring van het profiel zal tot een verdergaande afbraak van het aanwezige humuskapitaal leiden. Daar wegens de roof van strooisel of de sterkere mineralisatie weinig huwe humus aanwezig is, is de biologische functie van de bewerking te sterk om niet ook de reeds omgezette humus aan te tasten. Zelfs bij een zeer oppervlakkige bewerking. Ook de andere functies van de bodembewerking zullen alle leiden tot een verdere achteruitgang.

*Bij de regeneratie van bodemkundig gedegeneerde gronden is het achterwege laten van iedere bewerking volkomen in overeenstemming met de diagnose van het degeneratiebeeld. Aanvoer van nieuwe echte humus is voor de regeneratie essentiël, deze aanvoer wordt door bewerking verhinderd.*

Uit het voorgaande blijkt, dat de wijze van bodembewerking bepaald wordt door de diagnose van de achteruitgang van de grond. Is deze overeenstemming tussen diagnose en bewerking niet aanwezig, dan is of de bewerking niet effectief of zij leidt tot langdurige vruchtbaarheidsverliezen en degeneratie. Is daarentegen de grondbewerking wel aangepast aan de diagnose, dan wordt daarmee de regeneratie daadwerkelijk en doeltreffend geleid.

#### *Grondbewerking als cultuurmaatregel.*

Voorwaarde voor ieder soort van verjonging is een geschikte toestand van de grond. Het zaad moet er zich tot een plant kunnen ontwikkelen.

Bij de verjonging zijn twee stadia te onderscheiden, die ieder voor zich speciale eisen aan de bodem stellen en wel :

- a) de kieming van het zaad,
  - b) de verdere groei van de jonge plant.
- a). Iedere bosbouwer is er zeer zeker van overtuigd, dat bij de aanleg van een bos, zaaien de voorkeur heeft boven planten, al zal 'in bepaalde gevallen om praktische redenen zaaien niet steeds mogelijk zijn. De eisen die voor beplantingen aan de grond worden gesteld i.v.m. het aanslaan zijn echter van andere aard dan die waaraan moet worden voldaan voor het welslagen van een bezaaiing. Zij komen meer overeen met de eisen die voor de verdere groei van de jonge aanplant worden gesteld. Deze worden aanstonds besproken.

De voor de kieming belangrijkste bodemfactoren zijn vochtigheid en aciditeit. Bij de vochtigheid is naast de absolute hoeveelheid, de bestendigheid van het actuele vochtgehalte van betekenis. Snelle afwisselingen van uitdroging en bevochtiging werken remmend op de kieming. De kieming zal een regelmatig verloop hebben bij een laag maar constant vochtgehalte, dan bij een hoge maar sterk wisselende vochtigheid. Dit is dan ook de reden, dat in de meestal sterk

in vochtigheid variërende humuslaag, het percentage kiemplanten veel lager is dan in de drogere minerale grond.

De ervaringen in de practijk wijzen eveneens in de richting, dat *de kieming van het zaad wordt begunstigd, wanneer dit plaats heeft in de minerale grond.*

Voor de grondbewerking betekent dit, dat het kiembed moet worden voorbereid door het opzij trekken van de ruwe humus of door het intensief mengen van dit materiaal met de minerale grond. Bij het laatste procédé wordt vanzelfsprekend een grotere watercapaciteit bereikt. De temperatuur speelt bij de kieming eveneens een grote rol, maar kan niet door de bewerking in een beslissende mate worden beïnvloed. Het op rillen trekken van de humus heeft voor de kieming dit nadeel, dat de vrijgekomen minerale grond een ongunstige fysieke structuur bezit.

De aciditeit beïnvloedt eveneens de kieming van het zaad. Te lage en te hoge pH remmen de kieming van de bij ons gebruikelijke houtsoorten. Het gunstige traject is gelegen tussen de 4,5 en 5,5. Vanzelfsprekend kan men hiertoe de meestal zuurdere bosgrond kalken, maar gezien de eis die aan de fysieke toestand van de grond wordt gesteld, is een oppervlakkige bewerking, waarbij de ruwe humus met de minerale grond wordt gemengd, meer aan te bevelen. Door de dan intredende mineralisatie loopt n.l. de pH. op en blijft constant op een niveau, dat het gunstigst is voor de kieming.

*Voor een juiste voorbereiding van het kiembed is een oppervlakkige bewerking met een intensieve menging van de ruwe humus met de minerale grond het meest aan te bevelen.*

- b). Is de kiemplant eenmaal goed aangeslagen, dan worden voor de verdere ontwikkeling van de plant — dit geldt tevens voor de aanplanting — eisen van andere aard aan de bodem gesteld. Een goede kieming is geen garantie voor een goed verloop van de verdere groei. Beslissende factoren hiervoor zijn :

1. vochtgehalte,
2. gehalte aan voedingsstoffen,
3. wortelconcurrentie.

Hoe meer vocht en voedingsstoffen beschikbaar, hoe beter groei. De absolute hoeveelheid van beide wordt voor een groot gedeelte bepaald door het humusgehalte. Door een oppervlakkige bewerking, waarbij de ruwe humus met de minerale grond wordt vermengd, neemt de watercapaciteit toe, terwijl tevens door de gedeeltelijke mineralisatie van de ruwe humus voedingsstoffen in een gemakkelijk opneembare vorm ter beschikking komen. Is geen ruwe humus aanwezig, dan verkeert de bovengrond in een toestand, waarvan het absolute gehalte aan vocht en voedingsstoffen niet door een bewerking verhoogd, maar wel verlaagd kan worden.

De absolute hoeveelheid aan vocht en voedingsstoffen alleen is echter niet belangrijk. Bepalend is de beschikbare hoeveelheid. Een welige onkruidvegetatie kan deze zo sterk doen dalen, dat de jonge opstand onvoldoende ter beschikking heeft en gaat kwijnen. Een oppervlakkige bewerking begunstigt de groeiomstandigheden voor alle planten door de goede structuur, de mobilisatie van voedingsstoffen en de goede hoedanigheid van het kiembed. Behalve de hout-

gewassen zullen ook de onkruiden hierop reageren met een sterke ontwikkeling. De wortelconcurrentie van de onkruidvegetatie kan zo groot zijn, dat de boscultuur mislukt.

Een van de belangrijkste aspecten bij de verjonging is deze wortelconcurrentie. Zij is zelfs zo overheersend, dat men vaak de bodembewerking alleen met de onkruidbestrijding als doel toepast. Inderdaad kan de wortelconcurrentie door een bodembewerking doelmatig bestreden worden. Deze moet zo diep zijn, dat de kiemenbevattende bovenlaag naar beneden en de steriele ondergrond naar boven wordt gewerkt. Of zij moet diep, intensief en frequent zijn, zodat door verscheuring de onkruidvegetatie voor enkele jaren wordt uitgeschakeld. De bewerking moet bovendien volleggronds worden uitgevoerd. Deze vorm van bodembewerking, die door uitschakeling van de wortelconcurrentie het beschikbare kapitaal aan vocht en voedingsstoffen verhoogt, maar door mineralisatie en uitspoeling het absolute gehalte doet dalen, vergroot de mogelijkheden voor een snelle groei en vroege sluiting van de jonge cultuur aanzienlijk. De aldus aangelegde culturen zijn dan ook bijna steeds regelmatig bezet en vertonen de beste jeugdgroei.

*Voor een snelle en regelmatige jeugdgroei van een jonge cultuur is een diepe en intensieve volleggrondbewerking, waarbij de onkruidvegetatie voor enkele jaren wordt uitgeschakeld, het meest doeltreffend.*

#### Samenvatting :

1. De ruwe humus is voor de kieming van zaden een ongunstig milieu, dat door een oppervlakkige bewerking met menging van de ruwe humus met de minerale grond in een gunstige toestand wordt gebracht.
2. Voor de verdere ontwikkeling van de jonge cultuur is de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen en water van grote betekenis. Deze wordt hoofdzakelijk bepaald door de af- of aanwezigheid van een concurrerende onkruidvegetatie. Diepe bewerking met vernietiging van deze onkruidvegetatie is als cultuurmaatregel het meest effectief.

#### *Discussie en conclusies.*

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt duidelijk, dat er op bepaalde punten tussen de bewerking als cultuurmaatregel en als maatregel voor bodemverbetering tegenstrijdigheden bestaan, die een nadere discussie behoeven.

Als cultuurmaatregel is, ter bestrijding van de onkruidvegetatie, diepe en intensieve volleggrondbewerking gewenst. Deze vorm van bodembewerking is als maatregel van bodemverbetering echter alleen op haar plaats bij de regeneratie van heidepodsolen. Op de podsolgronden is echter de onkruidvegetatie meestal van dien aard, dat zij geen ernstige gevaren voor de jonge cultuur als wortelconcurrent in zich bergt. Het zijn juist de open, vruchtbaarder gronden, die van een sterke onkruidgroei na kaalkap te lijden hebben. Hier is echter, bodemkundig gezien, een diepe volleggrondbewerking ongewenst. De schade, die daar door een diepe bewerking wordt aangericht, is vele malen groter en langduriger dan het kortstondige nut ervan voor de jonge cultuur. Het verlies aan vruchtbaarheid heeft bovendien tot gevolg, dat de goede veelbelovende



jeugdgroei van de jonge cultuur kortstondig is en na een aantal jaren minder wordt dan op een onbewerkte grond.

Ter demonstratie mogen hier de gegevens van een onderzoek van Wittich (13) worden vermeld. Wittich heeft behalve bodemkundige ook houtmeetskundige analyses verricht op open gronden met een zware grasmat van *Deschampsia flexuosa*, in een gebied, dat met Nederland te vergelijken is. Hij vergelijkt daar opstanden, die aangelegd zijn na een diepe vollegrondbewerking en die, die alleen een door een bosploeg geploegde voor als bodemvoorbereiding meekregen. De cultuur van de vollegrondbewerking vertoont een zeer regelmatige bezetting en een snelle groei in tegenstelling met de bosploegcultuur met vele open plaatsen en een onregelmatige groei.

Op grond van houtmeetskundige gegevens stelt hij echter vast:

1. dat de eerste 10 jaren de lopende hoogteaanas van de bosploeg-culturen laag is en blijft in tegenstelling tot de culturen met vollegrondbewerking.
2. dat na het intreden van de sluiting —  $\pm$  10 jaar — de lopende hoogteaanas van de bosploeg-culturen sterk toeneemt en binnen 5 jaar die van de culturen met volle bewerking verre overtreft.
3. dat de totale houtproductie van de bosploeg-culturen het hoogste is.

Enige cijfers betreffende het grondvlak van 18-jarige vergelijkingsobjecten die naast elkaar zijn gelegen volgen hieronder.

	grondvlak in m <sup>2</sup>			
	15	16	20	19
volle bewerking	15	16	20	19
bosploeg	20	35	25	26,5

Het optreden van groeistoornissen in aanvankelijk goedgroeïende culturen op diep bewerkte grond is ook ten onzent bekend.

*Het is in verband met de schade, die diepe en intensieve grondbewerking op open gronden aanricht aan opstand en bodem, niet verantwoord deze vorm van grondbewerking toe te passen als cultuurmaatregel ter bestrijding van de onkruidvegetatie. Het praktische nut als cultuurmaatregel is kortstondig, gering en beperkt.*

Voor de groeiplaatstypen, die op een open grond voorkomen en lijden onder een sterke onkruidvegetatie, dient naar andere wegen ter oplossing van het onkruidprobleem te worden gezocht.

In de eerste plaats komt op gronden, die door de aanwezigheid van een opstand geen onkruidvegetatie van betekenis bezitten, de oplossing van het voorkomen van een verwildering ter sprake. Voorkomen is ook hier beter dan genezen. Kaalkap zal de onkruidvegetatie haar kans geven door toevoer van licht en de mineralisatie door bodemverwonding. Aanbeveling verdient derhalve, op die gronden te breken met het kaalkap-systeem. Het scherm van de oude opstand stelt ons in staat de bodemvegetatie in toom te houden, terwijl verjonging goed mogelijk is.

Is er reeds — door open stand, ziekten en beschadigingen enz. — een sterkere onkruidvegetatie ontstaan, dan biedt het chemische onkruidbestrijdingsmiddel ons de mogelijkheid de strijd zonder bewerking aan te binden. Het scherm remt de terugkeer van het onkruid, terwijl bij

juiste keuze van bestrijdingsmiddel reeds zeer spoedig na de behandeling geplant of gezaaid kan worden. Vanzelfsprekend zijn de houtteeltkundige problemen bij deze vormen van bosbehandeling gecompliceerder dan bij kaalkap. De risico's zijn echter kleiner.

Het kaalkapsysteem zal op heidepodsolen zolang er een bank in de grond aanwezig is het meest aanbeveling verdienen. Diepe grondbewerking is daar gewenst en alleen goed mogelijk in combinatie met kaalkap.

Is de bank reeds gebroken, dan dient ook hier van een intensieve en diepe bewerking te worden afgezien. Gevaren op het gebied van bosbescherming — schot in de groveden — en de op die gronden weinig optredende verwildering zijn echter een aanbeveling voor kaalkap. Ook gronden, waarop strooiselroof is gepleegd neigen niet licht tot verwildering.

De open gronden, die eenmaal diep bewerkt zijn zullen echter na kaalkap licht verwilderen, vooral met *Deschampsia flexuosa*. Diepe bewerking moet ook hier tot elke prijs vermeden worden, zodat van kaalkap op deze gronden zoveel mogelijk moet worden afgezien.

Een op zichzelf staand probleem vormen de sterk verwilderde, in de oorlog kaalgekapt percelen, die nog niet herbebost zijn. Om hier langs andere weg, dan diepe grondbewerking een einde te maken aan de wortelconcurrentie van de onkruidvegetatie, staan volgende mogelijkheden voor de bosbouw open.

- a. Het verbranden van de verwildering met direct daarop volgend een intensieve oppervlakkige bewerking. Zo spoedig mogelijk moet hierop een snelgroeiend gewas worden gebracht, dat in staat is de zich herstellende bodemvegetatie te onderdrukken. Lupinen, breedwerpig gezaaid met daar doorheen geplante schermhoutsoorten schijnen hiervoor geschikt. Onder dit scherm kan dan later de hoofdhoutsoort gebracht worden.
- b. In plaats van verbranden van verwildering bestaat de mogelijkheid van chemische bestrijding. Dit behoeft, in vergelijking met de hoge kosten van diepe grondbewerking, zeker niet minder economisch geacht te worden. Is de bestrijding effectief geweest dan is het gewenst direct daarop met de herbebossing te beginnen, zo nodig met een pionieropstand.
- c. In de verwilderde grond worden zo goed mogelijk voren geploegd, waarin weinig eisende pionierhoutsoorten, die een zware wortelconcurrentie verdragen, worden gezaaid. Vooral de gewone groveden, maar ook wel de Corsicaanse den komen hiervoor in aanmerking. Er moet evenwel gezaaid worden. Bepantingen zullen waanschijnlijk de wortelconcurrentie niet het hoofd kunnen bieden.

Is het uitgesloten de herbebossing van deze soort gronden volgens een van bovengenoemde methoden uit te voeren en blijft alleen een intensieve en diepe grondbewerking over, dan zal men de dan plaats vindende processen in de grond zo moeten leiden, dat de aangebrachte schade minimaal is. Van belang is hierbij de biologische activiteit te remmen door zo snel mogelijk een gesloten vegetatie aan te brengen. Lupinen zijn hiervoor geschikt en leiden bovendien tot een remming van de mineralisatie en bevordering van de humificatie. Het is tevens gewenst, dat de bewerking zo danig wordt uitgevoerd, dat de verschillende horizonten intensief worden gemengd of op hun plaats blijven en geen omkering

van de lagen ontstaat. Achteruitgang van de vruchtbaarheid is echter in ieder geval te verwachten.

*Het criterium voor de wijze van grondbewerking is de opbouw van het bodemprofiel en de daaraan gestelde diagnose betreffende de vruchtbaarheidstoestand. De bosbouwkundige eisen aangaande verjonging, bebossing en herbebossing moeten ondergeschikt zijn aan de eisen die door het bodemprofiel aan de bewerking worden gesteld. Slechts dan is duurzaam behoud van de optimale vruchtbaarheid, of, in gevallen van ernstige bodemachteruitgang regelmatige stijging van de vruchtbaarheid, gewaarborgd.*

## ZUSAMMENFASSUNG

Als Massnahme zur Bodenregeneration soll die Bearbeitung mit der Diagnose der Bodendegeneration bzw. Bodendegradation in Übereinstimmung sein. Die Dynamik der Bodenbearbeitung umfasst eine mechanische, biologische, physische, chemische und kolloïdchemische Funktion. Jede dieser Funktionen hat ihre eigene Bedeutung für die verschiedenen Formen von Degeneration und Degradation. Bei der Regeneration von zu Heidepodsolen degradierten Böden, wird der Nachdruck auf die mechanische und kolloïdchemische Funktion gelegt. Die mechanische Funktion bietet die Möglichkeit, eine Homogenisierung des Profils zu erreichen, damit die Verhältnisse für eine Regression der Bodenentwicklung — kolloïdchemische Funktion — günstig werden. Bodenbearbeitung hat in diesem Falle tief, intensiv, mehrfach und während einiger Jahre stattzufinden. Nur dann ist die Bearbeitung im Einklang mit der Standortdiagnose.

Biologisch degenerierte Böden, d.h. bei denen der Bodentypus ungedändert ist, und sich infolge Senkung der biologischen Bodenaktivität Rohhumus gebildet hat, werden regeneriert durch Erhöhung dieser biologischen Bodenaktivität. In diesem Falle ist die biologische Funktion der Bodenbearbeitung wesentlich. Der Profilaufbau soll beibehalten bleiben, und auch die physischen und chemischen Eigenschaften des Bodens sind fast oder ganz optimal entwickelt. Die Bodenbearbeitung ist also oberflächlich auszuführen, wobei den Bedingungen für optimale Humifikation entsprechend, der Auflagehumus intensiv mit dem Mineralboden gemischt wird. Bei tiefer Bodenbearbeitung, die also nicht mit der Diagnose im Einklang ist, würden die daraufhin stattfindenden physischen, chemischen und kolloïdchemischen Prozesse zu einem ernststen Fruchtbarkeitsverlust führen. Verbesserung bodenkundlich degenerierter Böden — wo durch Streunützung oder unnötige tiefe Bearbeitung als Folge der Humusverluste die variablen Bodenfaktoren zurückgegangen sind — ist nur durch Zufuhr echter Humusstoffe möglich. Da Auflagehumus hier meistens fehlt, muss jede Bodenbearbeitung vermieden werden. Jede Störung des Bodenzustands würde zu weiterem Fruchtbarkeitsverlust führen.

Obwohl Bodenbearbeitung als Kulturmassnahme sehr viel angewendet wird, ist und bleibt die Standortdiagnose entscheidend für Art und Weise dieser Bearbeitung. Die günstige Wirkung der Bodenbearbeitung als Kulturmassnahme ist kurzfristig, während ihr Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit in günstigem oder ungünstigem Sinne sehr lange Zeit nachwirken kann. Die betriebstechnischen Forderungen hinsichtlich Ver-

jüngung. Aufforstung u.s.w. haben daher immer den Bedingungen, welke der individuelle Standort der Bodenbearbeitung stellt, ondergeordnet zu sein.

#### LITERATUUR

1. Hilf, H. H. Der Einfluss der Bodenbearbeitung auf das Wachstum von Laubholz auf armen Sandböden.  
Forstarchiv 16, 1940 (96—104).
2. Van 't Hof, C. M. Heideontginning en boomboshervorming.  
Ned. Boschb. Tijdschr. 7, 1934 (247—260).
3. Hudig, J. en N. H. Siewertsz van Reesema. Het probleem van de stabiliteit van humusstoffen.  
Landbouwk. Tijdschr. 52, 1940 (371 ; 529 en 577).
4. Van Goor, C. P. Bewerking en vruchtbaarheid van droge bosgronden. Uitvoerige verslagen van het Bosbouwproefstation T.N.O. Bd 1, nr 2, 1952.
5. Jansen, J. J. M. De grondbewerking bij herbebossing.  
Ned. Boschb. Tijdschr. 18, 1946 (206—209).
6. Laatsch, W. Die Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden.  
1938.
7. Mulder, J. C. E. C. N. De tegenwoordige bebossing in de houtvesterij „Hoog-Soeren“.  
Ned. Boschb. Tijdschr. 8, 1935 (90—100).
8. Nemeč, A. Die Störungen der Phosphorsäure-ernährung bei Wachstumskümmernden Fichten- und Kiefernkulturen.  
Die Phosphorsäure 8, 1939 (178—196).
9. Pallmann, H. E. Frei en H. Hamdi. Die Filtrationsverlagerungen hochdispenser Verwitterungsprodukte im Bodenprofil.  
Ber. Schweiz. Bot. Ges. 53 A, 1943 (175—191).
10. Pallman, H., F. Richard en R. Bach. Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensozianalyse.  
Intern. Verb. forstl. Versuchsanstalten. Comptes rendu 10e Congres 1948, 1949 (57—95).
11. Wagenknecht, E. Über den Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf das Wachstum von Kiefernkulturen.  
Z. f. Forst- und Jagdwesen 73, 1941 (297—342 ; 369—399).
12. Wittich, W. Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus. 1952.
13. Wittich, W. Untersuchungen über den Einfluss intensiver Bodenbearbeitung auf Hohenlubbichower und Biesenthaler Sandböden.  
1926.

---

#### DISCUSSIE IN DE ALGEMENE BIJEENKOMST OP 28 NOVEMBER

Blokhuis vraagt of het humusverlies bij diepe grondbewerking niet wordt gecompenseerd door een hogere houtproductie.

Van Goor betwijfelt of diepe grondbewerking een duurzaam hogere houtproductie tot gevolg heeft. Over het algemeen blijkt de hogere houtproductie slechts een tijdelijk karakter te hebben. Na een aantal jaren, afhankelijk van de groeiplaats treedt een terugslag in groei op.

Schelling meent, dat op de lage gronden het humusvraagstuk niet van overwegend belang is. Op deze gronden is het grondwater de belangrijkste factor, welke de bodem-

vruchtbaarheid bepaalt. Dat men in Drente vaak grondwater aantreft, is volgens spr. toe te schrijven aan het feit, dat op deze gronden. In de veelal zeer dichte keileemlaag, de poriën steeds vrij veel water bevatten. Een regenbui heeft dan tot gevolg, dat de grondwaterstand plotseling 60—80 cm stijgt.

Van Heeckeren vraagt, of men bij de regeneratie van gedegradeerde gronden gunstige uitwerking kan verwachten van een compostbemesting.

Van Goor acht een compostbemesting inderdaad het nuttig, daar compost kalk bevat en bacteriënrijk is. Een compostbemesting activeert het humificatie proces in sterke mate.

Van Broekhuizen vraagt, of het op het strooisel van de ruwe humus, gemengd met kalk, voldoende is om humificatie van het strooisel te bevorderen.

Van Goor ontkent deze mogelijkheid. Door het op rillen trekken, wordt de luchtzuurstoftoevoer verhoogd, terwijl zij juist geremd moet worden. Dit laatste wordt pas bereikt door vermenging met de minerale grond. Het op rillen trekken van de ruwe humus leidt niet tot maximale humificatie, maar tot verturving van het strooisel, en anderzijds tot mineralisatie.

Houtzagers kan deze gedachtingang niet onderschrijven. Volgens spr. zou juist door vermenging met de bovengrond een grotere luchtzuurstoftoevoer optreden.

Tromp vraagt, hoe de luchtzuurstoftoevoer kan worden geremd bij een oppervlakkige intensieve bewerking bij de regeneratie van een open grond met dikke strooisellaag.

Van Goor is van mening, dat dit kan worden bereikt door intensieve menging van de ruwe humus met de bovengrond. Toevoer van voldoende stikstof, in de vorm van ammoniak- of eiwitverbindingen (leguminosen) is echter vereist om de mineralisatie te remmen en de humificatie te bevorderen.

Houtzagers acht bij een degeneratie tengevolge van verkeerde houtsoortenkeuze de functie van de macro- en microfauna en -flora zeer belangrijk. Bekalking en toevoer van lucht is, volgens spr. niet voldoende om de ruwe humus tot omzetting te brengen.

Van Goor kan deze mening wel onderschrijven. Men mag echter nooit vergeten, dat de groundbewerking slechts de inleiding is tot regeneratie. Pas daarna komt de biologische verbetering ter sprake. Zo worden b.v. door een lupinebemesting de omstandigheden gunstig voor een ontwikkeling van de regenworm.

Houtzagers meent, dat ook door een verkeerde houtsoortenkeuze de groeiplaats kan degenereren, waarbij zich uit een bruine bosgrond een podsol vormt.

Van Goor ontkent deze mogelijkheid, dat zich onder een bos een podsolprofiel kan ontwikkelen. Wel kan worden vastgesteld, dat onder bepaalde omstandigheden een begin van podsolvorming optreedt. Een heidepodsol is echter gebonden aan een heidevegetatie.

Jansen vraagt, welke verhouding tussen ruwe humus en minerale grond bij de groundbewerking optimaal is, om de gunstige omstandigheden te scheppen voor de vorming van een gezonde bosgrond.

Van Goor acht een vermenging, tot een diepte van de A-horizont van het profiel ongeveer 15 cm — het gunstigst, althans indien wij niet met heidepodsolen te maken hebben.

Veenendaal meent aan een menging van de hoofdhoutsoorten met stikstofverzamelende houtsoorten, zoals els en acacia ter regeneratie van biologisch gedegeneerde gronden de voorkeur te geven boven een lupinebemesting, daar deze soorten langer in stand kunnen worden gehouden, terwijl leegkap geen noodzakelijke voorwaarde is.

Van Goor is van mening, dat het van primair belang is, dat stikstof langs natuurlijke weg wordt toegevoerd. Dit kan dus worden bereikt door middel van verplegende houtsoorten, maar evengoed door lupine. Een en ander zal van de omstandigheden afhangen.

Schelling vraagt, of de lage gronden op dezelfde wijze kunnen korden behandeld als de hoge zandgronden.

Van Goor meent, dat de probleemstelling hier geheel anders luidt. Op de lage zandgronden wordt de vruchtbaarheid van de grond in eerste instantie bepaald door stand en aard van het grondwater. Ook op de keileem in Drente liggen de problemen geheel anders.

Van Oosten Slingeland vraagt, of de grond ook kan degenereren door een verkeerde houtsoortenkeuze.

Van Goor heeft bij zijn onderzoek steeds weer vastgesteld, dat de degeneratie niet of in geringe mate wordt bepaald door de houtsoort. De invloed van de bodembehandeling is primair. Dit onderzoek zal evenwel nog worden voortgezet.

Schelling meent, dat de omzetting van podsol in een bruine bosgrond onder meer afhankelijk is van de mineralogische rijkdom van de grond.

Van Goor kan dit standpunt onderschrijven. Zo zal b.v. een podsol op de fluvio glaciële grond door bosbessing nooit kunnen worden geregenereerd tot een bruine bosgrond. Men zal hoogstens kunnen komen tot een loodzandrijke profiel.

Ten Bruggencate vraagt, hoe de landbouwvoorbouw als methode van bodemverbetering moet worden gewaardeerd.

Van Goor acht landbouwcultuur geen wezenlijke voorwaarde voor de bodemverbetering. Door een landbouwcultuur wordt, zover de huidige onderzoekingen daarop wijzen de gemelioreerde grond niet verder verbeterd. De landbouwcultuur moet daarom worden opgevat als een middel om de hoge kosten van de noodzakelijke bewerkingen, en bemestingen enigszins te kunnen bestrijden.

#### DISCUSSIE IN DE SECTIE OP 29 NOVEMBER

Tijdens de bijeenkomst wordt een uiteenzetting over de humificatie van het strooisel en de ruwe humus gegeven. Het gehalte aan humus is in belangrijke mate bepalend voor het productievermogen van de bosgronden. In de bodem vindende steeds bepalend van afbraak en opbouw van organische stof plaats. Het streven van de bosbouwer moet er op gericht zijn, deze processen te leiden in de richting van opbouw van zoveel mogelijk echte humusstoffen. Hiertoe kan men niet komen met uitsluitend een kalkgift. In het algemeen is te zeggen, dat

1. de ruwe humus moet worden vermengd met de  $A_1$  laag: oppervlakkige grondbewerking;
2. de zuurgraad moet worden gebracht op een pH-waarde tussen 4 en 5: kalkbemesting;
3. stikstof voor inbouw in het huminezuurmelecuul moet worden aangevoerd: leguminosen.

Is aan de bovengenoemde drie voorwaarden voldaan, dan zal zich een rijker bodemleven ontwikkelen, hetgeen de humificatie bevordert.

Oudemans noemt als practisch bezwaar van de lupineteelt, dat er een heel pakket oudemans ondergeploegd, wat de grond te los maakt.

Van Goor meent echter, dat de ondergeploegde lupine het humusgehalte niet wezenlijk kan verhogen. Belangrijk is de werking der wortelknolletjes.

J. J. M. Jansen vertelt van zijn werkwijze in Drenthe, waar hij zonder bekalking — alle het slakkenmeel bevat enige kalk — doch louter door bewerking een stijking der pH in de bovengrond verkrijgt van 3.8 tot 5. Een hoeveelheid van 500 kg slakkenmeel en de verbouw van een voorvrucht als gele lupine brengen na een over drie jaren uitgestrepte grond bewerking de grond in een goede conditie. De door van Schermbek verzorgende en door van Oosten Slingeland hier vermelde doorteelt van als bodemverzorgend gekwalificeerde houtsoorten acht Jansen bodemkundig overbodig en economisch onverantwoord.

Vlioger brengt in herinnering de afwijzende houding van inleider t.o.v. de strooksgewijze grondbewerking, waarbij ruwe humus op rillen wordt getrokken, en vraagt zich af, of die bewerking wel zo slecht is. Hij heeft in het Noorden gunstige ervaringen. Men constateert een betere groei der jonge beplanting nabij de rillen. Volgens van Goor is dat mogelijk een kwestie van mineralisatie en kan geen punt zijn, dat vóór deze bewerking pleit. Alle voor de humificatie noodzakelijke maatregelen ontbreken bij deze werkwijze.

J. J. M. Jansen stelt het zo: Voor verjonging van een cultuur is grondbewerking in het algemeen nodig. Vollegrondbewerking onder scherm is niet practisch, dus strooksgewijze bewerking. Hierbij is dan de vegetatie op rillen te trekken. De achterblijvende humus wordt gekalkt en de grond bewerkt. Door mineralisatie komen voedingsstoffen vrij voor de jonge opstand, terwijl op de rillen een zekere nog niet geactiveerde humusreserve achterblijft voor latere besteding.

Schelling stelt de vraag of de door van Goor beoogde betere toestand met een kleinere C/N verhouding wel in stand kan worden gehouden.

Van Goor vermeldt zijn onderzoekingen, waarbij hij is uitgegaan van de climaxtoestand. Criterium bij de beoordeling van de bodemtoestand is het N-gehalte van de humus. Dit N-gehalte kan oplopen tot 3%. Bij de hoombossen op de Veluwe ligt dit N-gehalte onder 2%. In deze toestand is dus verbetering mogelijk.

Schelling kan de gewenste bodemverbetering begripen, als grotere houtproductie ervan het gevolg is. Mocht dit echter niet het geval zijn, dan kan men de — veelal dure — maatregelen beter achterwege laten en tevreden zijn met een wat lager N-gehalte in de humus.

Van Vloten vraagt, wat bekend is van de invloed van de houtsoort op het bodemprofiel.

Van Goor antwoordt, dat diepe grondbewerking op gronden met een ongestoord profiel steeds een achteruitgang te zien geeft, ongeacht de houtsoort, o.a. in humusgehalte, waterbergend vermogen, aeratie, P-gehalte. Dit is de conclusie van waarnemingen in 50 verschillende opstanden. Zeker is, dat de menselijke invloed veel meer ten kwade heeft gewerkt dan de vegetatie. De bodemkundige verschillen tussen het eikenbos in Doorwerth en de Veluwe boombossen, voor zover zij staan op onbewerkte grond, zijn minimaal; minimaal zijn eveneens de verschillen tussen boombos en groveden op onbewerkte grond. Bodemkundig gesproken geven eenvormige bossen blijkbaar geen ernstig nadeel.

Vlieger kan de conclusie van van Goor moeilijk aanvaarden. Men constateert toch een achteruitgang in groei in een volgende generatie.

Schelling vermeldt onderzoeken in het Montferland, waar het profiel onder denbossen van 4e generatie niet slechter was dan dat onder dennen van 1e generatie. Wel moeten hier nog metingen worden verricht, maar de indruk is, dat de houtproductie niet merkbaar is gedaald.

Van Vloten vraagt, mede naar aanleiding van wat daags tevoren reeds naar voren was gekomen, of men typen in de bruine bosgronden kan onderscheiden.

Van Goor geeft daarop een uitvoerig exposé van vier profieltypen in de bruine bosgrond, die hij door vier verschillende plantencombinaties gekarakteriseerd vond. Alle onderzochte groeiplaatsen behoorden tot het *Querceto Betulem typicum*.

Schelling betwijfelt de door van Goor geponeerde samenhang. Hij vond zulke ingewikkelde variaties in het bodemtype, dat hij niet zonder meer op grond van de vier genoemde plantengesellschaften tot een bepaald bodemtype zou durven besluiten.

Sissingh geeft toe, dat er een bepaalde samenhang is tussen vegetatie en bodemprofiel, maar het gaat om de interpretatie. Dus moet men de gehele vegetatie in zijn waarneming betrekken.

Van Goor brengt in herinnering, dat de gevormde groeiplaatstypen naar de bodemflora gekarakteriseerd alleen betrekking hebben op de onbewerkte gronden van het gestuwd-praeglaciaal. Zij hebben een meer wetenschappelijk dan praktische betekenis.

Schelling geeft een uiteenzetting van zijn — nog zeer jonge — onderzoeken over vegetatieprofielen. Een eerste onderscheid moet worden gemaakt tussen de droge en de natte profielen, die niet resp. wel onder invloed staan van het grondwater. Er valt dan een hele scala op te stellen van profieltypen, gelegen tussen het volslagen podsol type en het volledig ontwikkelde type der bruine bosgrond.

Voor de lemige bruine bosgrond noemt hij de volgende factoren, die op de plantengroei van invloed zijn:

1. het leemgehalte
2. korrelgrootte van het zand
3. aard en dikte van de humeuze laag.

Voegt men hierbij de door van Goor genoemde variabele factoren, dan wordt het een zodanig ingewikkeld systeem, dat men er niet uit kan komen zonder splitsing naar variabele en invariabele bodemfactoren, waartoe van Vloten adviseert.

Hoewel de laatste bodemkundige kwesties niet afgehandeld kunnen worden, moet de bespreking worden besloten.

De conclusies waartoe deze discussie aanleiding geeft:

1. Op de bruine bosgronden is bodembewerking alleen op zijn plaats, als deze dient voor het scheppen van een goed kiembed van de volgende bosgeneratie. De mate waarin en de wijze waarop de bodem bewerkt zal moeten worden, is afhankelijk van bodemtype en mate van degeneratie.
2. De bodembewerking is slechts een onderdeel van het proces, dat het herstel der voedingsstoffenkringloop op het oog heeft. Verhoging van pH en P-gehalte zijn hierbij wenselijk, zo niet noodzakelijk.
3. Nader onderzoek zal licht moeten verschaffen over de optimale kwanta der toe te voegen voedingsstoffen in verband met het bodemtype en aan te brengen beplanting.
4. Uitbreiding der onderzoeken van het Bosbouwproefstation in de bossen van Brabant en Drenthe is ten zeerste gewenst.
5. De manier, waarop wetenschap en praktijk bij deze bijeenkomst met elkaar in contact zijn gekomen, doet de aanwezigen naar een volgende bijeenkomst vragen.
6. Velen sluiten zich bij het denkbeeld aan om door middel van een excursie nader te verduidelijken, wat heden is besproken.