

I. een hoofdgroep, waarbij het doel is het teveel aan water te doen verdwijnen;

II. een hoofdgroep, waarbij het er om gaat het tekort aan water op te heffen en

III. een hoofdgroep, waarbij er naar gestreefd wordt in ieder voorkomend geval van opbouw van het bodemprofiel en van de samenstelling daarvan de hoogste en laagste grenzen van de lwg-verdeeling vast te stellen en dus ook te constateeren, wanneer er van een teveel resp. een tekort aan water gesproken mag (moet) worden. Dit laatste dus mede in verband met de bedrijfszekerheid.

Aangezien de derde hoofdgroep op zichzelf niet weer besproken zal worden — afgezien dan van in combinatie met de twee eerste hoofdgroepen — volgen hier eerst enkele korte opmerkingen over deze hoofdgroep.

Hoofdgroep III. De groep van het „genoeg” aan water.

Hiertoe behooren vooral de zoo uitzonderlijk belangrijke onderzoekingen naar den invloed van de dikte van de laag grond onder het maaiveld en hoven den grondwaterspiegel, dus van de ligging van den grondwaterspiegel onder het maaiveld, op den plantengroei en bij zandgronden tevens nog van de dikte en ligging van de capillaire laag op den plantengroei. Deze onderzoekingen hebben dus ten doel uit te maken, wanneer er van een teveel aan water, wanneer er van een tekort aan water en wanneer er van een genoeg aan water gesproken mag worden. Deze onderzoekingen zijn naar mijn meening van groot belang en wel omdat de mogelijkheid bestaat hierdoor oogstverbeteringen te verkrijgen, die wellicht veel grooter zijn dan mogelijk is door toepassing van fijner gedifferentieerde giften van kunstmeststoffen. Men denke maar eens aan het verschil in opbrengsten in droge en natte jaren. Deze onderzoekingen beslaan een gebied, dat weinig kleiner is dan dat van de bemesting en mijn inziens even belangrijk is; desalniettemin is dit geheele gebied — vooral in meer direct landbouwkundig opzicht beschouwd — nog vrijwel terra incognita; ik kom hierop nog nader terug.

We gaan nu over tot een bespreking van de

Hoofdgroep I. De groep van het „teveel” aan water.

Deze groep kan men ook de *ontwateringsgroep* noemen. Zij is te verdeelen in de volgende subgroepen, nl.:

A. waarbij het er in groote lijnen om gaat het overtollige water kwijt te raken (hoofdontwatering) en

B. waarbij het er om gaat aan de hoofdontwatering de noodige aanvulling te geven door den aanleg van een detailontwatering.

A. De hoofdontwatering.

We zullen nu beginnen met de hoofdontwatering. Ofschoon de hoofdontwatering, waarbij het er om gaat het overtollige regenwater in groote lijnen tijdig kwijt te raken — in tegenstelling met de detailontwatering, die er op gericht is aan de hoofdontwatering

de eventueel noodige aanvulling te geven — hier van minder belang is dan de detailontwatering, wil ik deze toch in het kort bespreken, aangezien daarbij kwesties naar voren komen, die ook ons bij de bestudeering van de waterhuishouding van den grond wel degelijk rechtstreeks interesseeren en dan ook niet onbesproken kunnen blijven.

In het kort samenvattend kunnen we zeggen, dat de hoofd-ontwatering, hetzij zuiver natuurlijk door beken, hetzij geheel of gedeeltelijk kunstmatig door den aanleg van slooten, kanalen, gekanaliseerde of genormaliseerde beken, enz. ten doel heeft den overtolligen neerslag in eerste instantie tijdig weg te werken. Voor den landbouw is hier direct al van belang de vraag, in hoeverre het zonder detailontwatering — dus alleen door middel van slooten, tochten, kanalen, enz. — mogelijk is een voldoende diepen grondwaterstand te verkrijgen, zonder dat een detailontwatering, zooals bijv. een drainage, noodzakelijk is. Voor verschillende gebieden in ons land is dat probleem van belang en wel voornamelijk daar, waar een niet te dikke laag andere grond (klei-, leem-, veen- of dalgrond) ligt op een zandlaag van een niet te geringe dikte en (of) doorlatendheid. Ook de Veenkoloniën behooren tot deze gebieden en zoo vermoedelijk ook diverse rivierkleistreken in ons land.

Bij de hoofdontwatering spelen nu de volgende problemen een rol. Hoe moeten bij een gegeven vorm en grootte van een bepaald grondgebied (polder of waterschap) de kanalen en slooten loopen, resp. de beken gecorrigeerd dan wel gekanaliseerd worden en wat zijn de benodigde afmetingen van deze slooten en kanalen in verband met de grootte van het gebied, met hun onderlingen afstand, met den overtolligen neerslag, met de regenverdeling, met de ligging van het gemaal, enz.? Voor den landbouw in rechtstreekschen zin is de afstand van de slooten alleen van belang voor zooverre deze samenhangt met een zoo juist mogelijke kavelverdeling en verder ook met de vraag, of het mogelijk is deze zoo te kiezen — mede in verband met het polderpeil en de beheersching daarvan —, dat een detailontwatering vermeden kan worden, waarop ik reeds heb gewezen. Een juist inzicht in het verband tusschen den grondwaterstand onder het maaiveld, den plantengroei en de bedrijfszekerheid kan daarbij niet gemist worden. De ligging van de kanalen is voor den landbouw voornamelijk alleen indirect van belang, bijv. in verband met het vervoer van landbouwproducten, van kunstmeststoffen, enz., waarop ik dan ook niet verder inga.

Van veel meer belang is de vraag, welk peil in deze kanalen en slooten, of dus welk polderpeil, in ieder geval gehandhaafd moet worden en aan welke eischen de beheersching daarvan moet voldoen, d.w.z. welke hoogste polderpeilen in den geheelen polder of in gedeelten daarvan nog toelaatbaar worden geacht. In de provincie Groningen is dit bijv. van belang, omdat hier de mogelijkheid zeker niet uitgesloten is te achten, dat de eischen, die thans soms gesteld worden, te streng zijn. Dit probleem is voor bouwland, grasland, tuingrond, enz. en voor klei-, veen-, zandgronden enz. niet hetzelfde; ook het feit of het land al dan niet gedraineerd is, al of niet een verschillende hoogteligging heeft, zal hierop van invloed zijn. Hierbij speelt ook de snelheid van de afgifte van den overtolligen neerslag (bijv. in verband met het feit, of de grond

al of niet gedraineerd is), evenals natuurlijk de verlangde grondwaterstand onder het maaiveld, een belangrijke rol en wel zoowel naar den kant van de opheffing van een teveel als soms ook naar den kant van een tekort aan water. Verder kan men zich afvragen, hoe ten opzichte van den drainafstand en de draindiepte het peil en de beheersching daarvan voor gedraineerde gronden moet zijn, welke vraag ook zoo gesteld kan worden: Wat is goedkoop en beter: een diep peil en een strenge beheersching daarvan met groote draindiepten en dus relatief groote drainafstanden; of een diep peil met een minder strenge beheersching daarvan en dus met kleinere draindiepten en kleinere drainafstanden; of een hooger polderpeil met een strenge beheersching daarvan, maar met nog geringere draindiepten en nog geringere drainafstanden, waarbij in alle gevallen natuurlijk voldoende diepe grondwaterstanden moeten worden verkregen? Ook hierbij speelt het verband tusschen den grondwaterstand onder het maaiveld eenerzijds en den plantengroei en de bedrijfszekerheid anderzijds, een groote rol of behoorde dit althans te doen.

Deze laatste problemen zou men ook kunnen noemen het probleem van het leggen van het juiste verband tusschen de hoofd-ontwatering en de detailontwatering in verband met het scheppen van voldoende lage grondwaterstanden op de beste en goedkoopste manier. Goed opgezette onderzoekingen op dit gebied zouden zeer gewenscht zijn. Een uitgewerkt voorstel daartoe, n.l. een z.g. „Polderonderzoek”, werd opgesteld; tot heden is het echter nog niet tot een uitvoering daarvan gekomen.

Wat betreft de capaciteit van de bemaling — verdere problemen dienaangaande buiten beschouwing latende — kan worden opgemerkt, dat deze niet alleen door den overtolligen neerslag en de regenverdeling (grotere polders hebben immers per 100 ha bemalen oppervlak een kleinere capaciteit van het gemaal noodig dan kleinere polders), maar ook door de snelheid van de waterafgifte door den grond en verder door de kwel, de dijkskwel, den z.g. doorslag enz., mede in verband met den vorm en de grootte van den beschouwden polder of het beschouwde waterschap, wordt beïnvloed; dus behalve door het autochtoon water ook door het allochtoon water, aangezien het overtollige deel van beide moet worden verwijderd.

Onder autochtoon water verstaat men grondwater, dat binnen het beschouwde gebied gevormd is. Allochtoon water is het grondwater, dat elders is weggezakt om binnen het beschouwde gebied weer boven te komen in den vorm van kwelwater, doorslagwater, enz.. Het spreekt van zelf, dat het overtollige deel van beide soorten water niet alleen voor de hoofdontwatering, maar ook voor de detailontwatering van belang is en dat dus bijv. bij het optreden van kwel ook dit water door de drains moet worden afgevoerd en dit dus den drainafstand rechtstreeks moet beïnvloeden.

Tot mijn spijt ontbreekt mij de tijd verder op deze kwel, dijkskwel enz. in te gaan evenals op den invloed, die de vorm en grootte van den beschouwden polder of waterschap daarop heeft.

B. *De Detailontwatering.*

Komen we nu tot de problemen, die bij de detailontwatering — dus de afwatering door greppels en drains (slooten) — naar

voren komen, dan kan begonnen worden met aan het feit te herinneren, dat een jaar of tien geleden de kennis daarvan en het inzicht daarin nog zeer gering waren. Het feit, dat de drooggelegde Wieringermeerpolder — dus een groot gebied — zeer snel van een detailontwatering moest worden voorzien, gaf den grooten stoot om deze kwestie intensief te gaan bestudeeren. Wist men in den tijd daarvoor meestal nog niet beter, dan dat het polderpeil tevens den grondwaterstand aangaf, reeds spoedig werd dit anders en brak zich een beter inzicht baan over de juiste ligging van den grondwaterspiegel in verband met het polderpeil, enz. en van de invloeden, die daarbij een rol spelen, zoodat heden ten dage de practijk zelf daarmede meer en meer op de hoogte komt en o.a. gaat inzien, dat voor het effect van deze detailontwatering — tot uiting komend in de benoodigde drain- en greppelafstanden (slootafstanden) — bijv. ook de doorlatendheid van den grond onder deze detailontwateringssystemen tot soms een groote diepte van 3, 4, 5 en meer meters van grooten invloed is. Langzamerhand wordt men overtuigd van het feit, dat voor een juist inzicht in de drainagebehoefte van den grond (1) de kennis van den opbouw van het bodemprofiel, (2) van de juiste hoogteligging van het maaiveld boven den normalen en hoogsten slootwaterstand in den winter en (3) van de doorlatendheid van den grond niet gemist kan worden.

Zooals U bekend is, voeren drains het overtollige water af. Daarmede wordt r o c h t s r e e k s niets anders bereikt, dan dat de grondwaterspiegel tusschen deze drains lager wordt. Is en blijft deze grondwaterspiegel voldoende laag, dan wordt als gevolg daarvan de grond steviger en kan hij beter uitdrogen dan dit bij hogere grondwaterstanden het geval zal kunnen zijn. Een voldoende lage grondwaterspiegel wil dus zeggen een voldoende bedrijfszekerheid en een voldoende l.w.g.-verdeeling voor den plantengroei of althans de mogelijkheid daarvan. De eischen aan deze drainage te stellen worden dus bepaald door een voldoende snellen afvoer van dit overtollige water, zoodat de grondwaterspiegel tusschen deze drains voldoende laag blijft. Men kan dit uitdrukken door den eisch te stellen, dat per etmaal zoo en zooveel water moet worden afgevoerd, waarbij de grondwaterspiegel tusschen de detailontwateringssystemen bij dezen afvoer niet hoger mag oploopen dan tot een bepaalde waarde. Voor bouwland op kleigronden zonder kwel meenen wij, dat als 5 mm overtollige neerslag per 24 uur kan worden afgevoerd, zonder dat de grondwaterstand hooger oploopt dan tot 50 cm onder het maaiveld, de drainage aan voldoende eischen voldoet (1). Voor grasland, voor tuingronden, voor gevallen, waarbij kwel optreedt, voor sport- en vliegvelden, enz. enz. zijn deze eischen anders, maar zij kunnen op analoge wijze worden aangegeven. Drainage- en andere detailontwaterings-vraagstukken zijn dus te herleiden tot stroomingsvraagstukken van water in den grond.

Om dit probleem te kunnen oplossen, moet in de eerste plaats het verband bekend zijn tusschen den afvoer en den grondwaterstand en de verdere factoren, zooals de doorlatendheid van den grond, de dikte van de watervoerende lagen, dus de profielopbouw,

enz. Welnu, dit verband is bekend, hetgeen ik hier echter niet verder bespreken kan.

Verder is het echter ook nu weer noodzakelijk te weten, hoe de verhouding tusschen den grondwaterstand onder het maaiveld enerzijds en den plantengroei (groeiverloop, opbrengst en kwaliteit) en de bedrijfszekerheid anderzijds is. Zooals ik reeds bij de bespreking van de derde groep van het „genoeg aan water” heb opgemerkt, is hierover vrijwel niets met zekerheid bekend. Wanneer men nu beseft, dat detailontwateringssystemen als drains, greppels en soms ook slooten, niets anders kunnen doen dan een betere beheersching van den grondwaterstand te geven door een tijdigen afvoer van den overtolligen neerslag, en dat men in ons land steeds met den overtolligen neerslag te kampen heeft en sedert eeuwen en eeuwen te kampen heeft gehad, dan is het toch wel verbijsterend te moeten erkennen, dat — afgezien van slechts enkele en dan nog meestal globale gegevens — men feitelijk niets met zekerheid weet over de verhouding van de waterhuishouding en dus ook over de ligging van den grondwaterstand en de teelt van landbouwgewassen en dat het eerste werkelijke proefveld nog steeds moet worden aangelegd om daarin een goed gefundeerd inzicht te verkrijgen; afgezien dan van de proefnemingen van Prof. Dr. A. H. Blaauw te Wageningen over het verband tusschen den grondwaterstand (waterhuishouding) en de teelt van bloembollen in duinzandgronden en van enkele andere onderzoekingen, waarvan de eerstgenoemde als voorbeeld mag worden genoemd, van wat men door dergelijke onderzoekingen wel kan bereiken.

De bovenbedoelde proefvelden zouden groot genoeg moeten zijn om in een vijftal afdeelingen, alle met verschillende doch (voorloopig) constante sloot- en grondwaterstanden, te kunnen worden ingedeeld. In iedere van deze vijf afdeelingen zouden dan jaarlijks minstens 3 gewassen in een voldoende herhaling geteeld kunnen worden, terwijl tevens nog terrein beschikbaar moet zijn om hierin andere onderzoekingen (bodemkundige, wortelonderzoek, enz.) te kunnen verrichten.

Een mogelijk resultaat van een dergelijk proefveldonderzoek (natuurlijk op verschillende proefvelden, in verband met de verschillende samenstelling van het bodemprofiel, zooals deze in ons land voorkomen) zou kunnen zijn, dat de landbouwgewassen zich veel minder gevoelig voor hoge grondwaterstanden zouden kunnen toonen te zijn dan heden wel wordt aangenomen, hetgeen bijv. kan blijken uit de neiging om het polderpeil hoe langer hoe dieper onder het maaiveld te nemen, zij het dan ook, dat ook andere kwesties als bijv. de grondbewerking en de structuur van den grond (bedrijfszekerheid) daarbij niet uit het oog verloren mogen worden. Gesteld echter eens, dat mocht blijken, dat veel hogere grondwaterstanden toelaatbaar zijn dan nu wordt aangenomen — en wat weet men hierover eigenlijk — dan kan dit van de grootste beteekenis zijn voor de hoofdontwatering, aangezien men deze hoofdontwatering — voor zooverre geen scheepvaartbelangen of dergelijke niet-landbouwkundige belangen van invloed zijn — hierop dan zal willen instellen, waarbij tal van problemen naar voren komen, die bij de bespreking van de hoofdontwatering reeds zijn aangegeven en waardoor deze hoofdontwatering radicaal zou

kunnen worden gewijzigd, wat betreft de te stellen eischen aan het peil en de peilbeheersching. Verder spreekt het wel vanzelf, dat bedoelde onderzoekingen ook voor de, aan de detailontwatering te stellen, eischen van het grootste belang zijn.

Ook over den afvoer van water door drains of greppels van dag tot dag, in verloop van het jaar en van jaar tot jaar, is men nog onvoldoende ingelicht; en staat het met den afvoer van overtollig water van niet begreppelde of gedraineerde gronden niet evenzoo? Uit onze onderzoekingen is ons gebleken, dat een afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur slechts zelden overschreden wordt. Onderzoekingen van Ir. J. G. M a s c h a u p t met behulp van lysimeters in den tuin van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen gaan in dezelfde richting, vooral als men bedenkt, dat in deze lysimeters geen grondwaterberging optreedt, wat in gedraineerd of begreppeld land en natuurlijk ook in gronden zonder detailontwateringssysteem steeds in meer of mindere mate het geval is. Dit neemt echter niet weg, dat onderzoekingen op uitgebreider schaal noodzakelijk blijven, waarvoor naar mijn meening onderzoekingen omtrent de waterbalans van polders of waterschappen met goed te controleeren gemalen, liggende in weide-, landbouw- en tuinbouwstreken, bestaande uit klei-, zand- of veen-(dal-)grond, al of niet geheel of althans hoofdzakelijk gedraineerd zijnde, enz., ten zeerste gewenscht zouden zijn. Bij het reeds eerder genoemde „Polder-onderzoek” zijn dergelijke onderzoekingen voorgesteld.

Dat ook voor de teelt van tuinbouwgewassen in den laatsten tijd een analoge kwestie, zij het dan ook eenigszins in omgekeerden zin, naar voren komt, moge uit het volgende duidelijk worden. Naar de meening van den Rijkstuinbouwconsulent te Hoorn, den Heer Ir. C. R i e t s e m a, treden in sommige tuinbouwstreken van Noord-Holland moeilijkheden op bij den aanslag van een tweede tuinbouwgewas, dat na een eerste gewas (bijv. vroege aardappelen) wordt verbouwd. Ir. Rietsema wijt dit verschijnsel aan te diepe slotwaterstanden en dus tevens aan te diepe grondwaterstanden, gezien de smalle perceelen in de betreffende tuinbouwstreken. Hij waarschuwt in dit verband voor het omzetten van uitgestrekte tuinbouwstreken, waarbij de slotten grotendeels zullen verdwijnen, slechte lagen uit het bodemprofiel zullen worden weggewerkt en deze gronden daarna zullen worden gedraineerd, zoolang deze kwestie niet is onderzocht, aangezien de resultaten naar zijn meening wel eens in plaats van een verbetering een verslechtering van den toestand zouden kunnen beteekenen. Aangezien verder niemand twijfelt aan de groote voordeelen, die de genoemde cultuurtechnische maatregelen overigens kunnen geven, is deze kwestie dus in een acuut stadium gekomen.

In samenwerking met Ir. Rietsema is nu een voorstel over de te nemen proefnemingen uitgewerkt en de inrichting van een proefveld om deze kwestie te onderzoeken aangegeven.

Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat nog meer gevallen te noemen zouden zijn, waarbij een juist inzicht in het verband van den grondwaterstand onder het maaiveld enerzijds en den plantengroei en de bedrijfszekerheid anderzijds niet gemist kan worden; de tijd laat mij echter niet toe daarop verder nog in te gaan.

Hoofdgroep II. De groep van het „tekort” aan water.

Komen we nu tot de bespreking van de groep, waarbij het water-tekort of dus de last van droogte wordt onderzocht, benevens de maatregelen om deze op te heffen, dan moet worden opgemerkt, dat deze groep ook weer in een aantal subgroepen verdeeld kan worden, n.l.:

A. Een groep van onderzoekingen (problemen) enz., die beoogen om de oorzaak van het watertekort vast te stellen en dit zoo mogelijk te voorspellen;

B. Een groep van onderzoekingen (problemen) enz., die den last van droogte door infiltratie trachten op te heffen;

C. Een groep van onderzoekingen (problemen) enz., waarbij het er om gaat den hinder van droogte door het plaatsen van stuwen tegen te gaan;

D. Een groep van onderzoekingen (problemen) enz., waarbij hetzelfde doel nagestreefd wordt door bevloeiing of beregening van den grond en

E. Een groep van onderzoekingen, enz., die hetzelfde trachten te bereiken door meer zuiver landbouwkundige maatregelen te treffen, zooals bijv. door het toepassen van een juiste grondbewerking, een groenbemesting, een bemesting met stalmest, het kweken van rassen, die resistenter zijn tegen droogte, enz..

A. Onderzoekingen en problemen om den hinder van droogte vast te stellen en te voorspellen (voornamelijk bodemkundig opgevat).

De oorzaken van het optreden van den hinder van droogte zijn voornamelijk de volgende:

1. Te diepe grondwaterstanden in verband met het watervasthoudend vermogen van de daarboven gelegen grondlagen (bewortelde lagen); voor zooverre het zandgronden betreft mede in verband met de dikte van de capillaire laag.

2. Het voorkomen van slecht doorlatende of te zure lagen (bijv. spalterveen- of sterk zure veenlagen, ijzeroerlagen). Ook te harde lagen (ijzeroerlagen) kunnen slecht zijn voor de watervoorziening van de planten en mogelijk reeds gewoon, hard, dicht, maar overigens niet (als bij ijzeroer) samengekit, zand of zandkluiten.

3. Het nog aanwezig zijn van plantensoorten (grasland), die bij hogere grondwaterstanden groeiden en waarbij — om welke reden dan ook — diepere grondwaterstanden zijn opgetreden. Dit zijn dus terreinen, die in een overgangsstadium verkeeren en waar het plantenbestand nog niet op den nieuwen toestand is ingesteld, hetgeen tot stand komt, doordat de samenstelling van het plantenbestand zich gaandeweg wijzigt.

De binnen deze subgroep vallende onderzoekingen hebben meestal slechts in een bepaalde streek plaats gehad en zijn direct op de practijk gericht geweest.

Om nu over de problemen, die bij dergelijke vraagstukken naar voren komen, nader ingelicht te worden, zijn twee methoden van onderzoek mogelijk, waarvan de eerste methode mijns inziens veel beter en juist is en verre de voorkeur verdient boven de tweede methode. Deze methoden zijn de volgende, n.l.:

a. Door rechtstreeksche proefnemingen te doen, die ook nu — als zoo vaak — hierop neerkomen, dat op gronden met verschillende bodemprofielen proefvelden worden aangelegd, die in minstens 5 afdeelingen onderverdeeld kunnen worden en waarbinnen onderling verschillende doch — voorloopig althans — ieder op zich zelf constante grondwaterstanden optreden. Ook zijn in het laboratorium in daarvoor geschikte bakken dergelijke onderzoekingen mogelijk of althans nuttig in verband met deze proefnemingen op proefvelden. Deze proefnemingen zijn, aangezien ook meer zuivere zandgronden in dit onderzoek betrokken moeten worden, tevens te benutten ter bestudeering van het infiltratieprobleem. Gezien de onmogelijkheid tot heden dergelijke proefvelden aangelegd te krijgen, zal deze methode wel niet spoedig toegepast worden, tenzij in een acuut geval, zooals in het besproken geval in de tuinbouwstreek in Noord-Holland.

b. Door een soort statistisch onderzoek in te stellen, hierop neerkomend, dat op een 100 à 200 plekken in ons land, waar last van droogte wordt ondervonden, de samenstelling en opbouw van het bodemprofiel tot voldoende diepte wordt nagegaan, evenals de grondwaterstand onder het maaiveld. De samenhang tusschen den opbouw en de samenstelling van het bodemprofiel en den optredenden grondwaterstand eenerzijds en den hinder van droogte anderzijds komt daarbij tot uiting, zij het dan ook, dat het hier onzeker kan zijn door welke oorzaak nu feitelijk de hinder van droogte ontstaan is, n.l. door een onjuiste landbouwkundige behandeling van den grond dan wel door te diepe grondwaterstanden. Onderzoekingen in dezen geest zijn reeds eenigermate door het Bodemkundig Instituut verricht; echter in onvoldoende mate.

Zijn de besproken onderzoekingen, en wel het beste volgens de eerste methode, verricht, dan is te voorspellen of in bepaalde gevallen last van droogte zal worden ondervonden. Dit laatste is noodzakelijk, indien — door welke oorzaak dan ook — een daling van den grondwaterspiegel optreedt en de al of niet schadelijke invloed van deze daling op den plantengroei moet worden vastgesteld. Dergelijke vraagstukken komen herhaaldelijk voor; de tijd ontbreekt mij echter daarop nader in te gaan.

B. *Onderzoekingen (problemen) enz., die den last van droogte door infiltratie trachten op te heffen.*

Infiltratie beoogt het opheffen van den last van droogte door het brengen van water tot een bepaald peil in greppels (in slooten, enz.) op bepaalden onderlingen afstand, waardoor de grondwaterstand in de tusschen gelegen strooken in voldoende mate stijgt, en door toevloeiing van water constant is te houden.

De hierbij optredende problemen zijn voornamelijk de volgende:

- a. Welke grond kan met succes worden geïnfilteerd;
- b. Welke onderlinge afstand van de greppels (drains, slooten) moet in elk afzonderlijk geval worden gekozen en welke afmetingen moeten deze greppels en slooten hebben;
- c. Hoe diep moet het waterpeil in deze greppels (in deze slooten, boven deze drains) onder het maaiveld zijn en

d. Wanneer moet in het voorjaar met de infiltratie worden begonnen en hoeveel water moet daarvoor beschikbaar zijn?

Gedeeltelijk zijn deze problemen — evenals trouwens detail-ontwateringsproblemen — voor berekening vatbaar, aangezien de dikte en doorlatendheid van het watervoerend profiel hier van primair belang zijn. Er blijven echter problemen over, als bijv. vooral ook de juiste ligging van den grondwaterstand en het capillair oppervlak (voor zandgronden) onder het maaiveld in verband met den plantengroei, en het watergebruik door dezen plantengroei, die op andere wijze moeten worden opgelost. Onderzoekingen daarover met behulp van speciaal daarvoor geschikte proefvelden — zij het dan ook, voor zoover mij bekend, alleen voor grasland — zijn in de laatste jaren in den Wieringermeerpolder genomen.

C. Onderzoekingen (problemen), waarbij het er om gaat den hinder van droogte door het plaatsen van stuwen of door het treffen van analoge maatregelen tegen te gaan.

De opheffing van den last van droogte door het plaatsen van stuwen in open waterleidingen en de problemen, die daarbij optreden, zijn verwant aan die, welke bij infiltratie naar voren komen. Deze problemen zijn hier echter ingewikkelder, aangezien de opbouw en de doorlatendheid van het profiel tot groote diepte (10, 20 en meer meters diepte), afhankelijk van de dikte van de watervoerende laag, van invloed zijn, en verder de, door de stuw van het water, verkregen resultaten door gewone infiltratie zoo noodig kunnen resp. moeten worden verbeterd.

Deze methode wordt het meest toegepast in zandige streken met een niet te steil verhang in het maaiveld, waar de hoofd-ontwatering door beken (al of niet genormaliseerd) geschiedt en het waterpeil in deze beken door het plaatsen van stuwen tot een hooger peil moet worden opgevoerd. Dergelijke problemen zijn met behulp van onze huidige kennis ook zonder het plaatsen van proefstuwen oplosbaar. Het spreekt echter wel haast vanzelf, dat ook hier een juist inzicht in de verhouding tusschen den plantengroei enerzijds en den grondwaterstand onder het maaiveld en de dikte van de capillaire laag anderzijds, evenals het watergebruik van dag tot dag zoowel voor gras- als andere gewassen, niet gemist kan worden. Het onderzoek in het Waterschap „De Regge”, dat door het Bodenkundig Instituut wordt uitgevoerd, behoort bijv. hiertoe.

D. Onderzoekingen (problemen) enz., waarbij hetzelfde doel wordt nagestreefd door bevoëning of beregening van den grond.

Bij de bevoëning of beregening van gronden wordt tweeërlei doel nagestreefd, n.l. (1) de zuivering van het afvalwater van steden, fabriekscomplexen of soms ook van afzonderlijke fabrieken en (2) de verbetering van gronden door toevoeging van water en de in het afvalwater aanwezige plantenvoedende bestanddeelen.

Bepalen we ons tot de bevoëning — beregening wordt in ons land nog weinig toegepast — dan kan worden opgemerkt, dat deze hierop neerkomt, dat men water over den grond, die een zwakke helling heeft, laat loopen. Het water dringt in den grond

en wordt daar — afgezien van het water, dat verdampt of door de planten wordt verbruikt — gefiltreerd, terwijl de organische bestanddeelen door bacteriologische processen voor verreweg het grootste deel worden verwijderd. Het gefiltreerde water sijpelt in den grond naar de in dezen grond liggende drainreeksen en loopt hier doorheen in gezuiverden toestand in de sloot uit.

Aangezien ook andere methoden voor de zuivering van afvalwater mogelijk zijn (bijv. de biologische), waarmede de bevoeiingsmethode moet concurreeren, heeft het probleem in zijn geheel beschouwd een sterk economischen inslag. In verband hiermede komen in ons land vrijwel alleen die gronden — althans tot heden en voor zoover mij bekend — voor bevoeiing in aanmerking, die een sterke verhooging van de opbrengst tengevolge van deze bevoeiing te zien zullen geven, d.w.z. dus gronden, die aan alles te kort hebben, of dus wel voornamelijk hooggelegen, armelijke zandgronden. In andere landen worden echter ook leemgronden en zelfs kleigronden bevoeid.

Het aantal vloeivelden in ons land is zeker nog niet groot en het grootste gedeelte daarvan is zonder twijfel grasland, hetgeen verband houdt met de noodzakelijkheid het afvalwater meestal gedurende het geheele jaar door bevoeiing te kunnen reinigen (bijv. het afvalwater van steden).

In ons land bestaan, voor zooverre mij bekend, geen rechtstreeksche bevoeiingsproefvelden om de problemen, die bij de bevoeiing naar voren komen, te bestudeeren; in andere landen bestaan deze wel, maar vaak zijn de omstandigheden — ook wat betreft den bodem — zoo verschillend, dat de aldaar verkregen resultaten hier slechts met groote voorzichtigheid kunnen worden toegepast.

Bij de bevoeiing in ons land kan men m.i. tweeërlei problemen onderscheiden, n.l. de zoo te noemen maximum- en minimumproblemen.

Bedenkt men, dat zoowel het afvalwater van steden als van fabriekcomplexen en zelfs van afzonderlijke fabrieken (bijv. aardappelmeelfabrieken) door bevoeiing wordt gereinigd, en bedenkt men tevens — zooals ook reeds is opgemerkt —, dat ook andere methoden voor de reiniging van het afvalwater bestaan, waartegen de bevoeiingsmethode moet concurreeren, en bedenkt men ten slotte, dat de aanleg van de transportbuizen, van de bevoeiingsinstallaties op het vloeiveld zelf, en ook de aanleg en het onderhoud van het vloeiveld veel geld vragen, en dat deze kosten bij een vergrooing van het vloeiveld — afgezien van andere bezwaren — sterk stijgen, dan zal het duidelijk zijn, dat er een zoo te noemen „maximumvraagstuk” moet bestaan, hoewel ook andere omstandigheden als bijv. de oppervlakte van, voor bevoeiing dankbare, gronden in den naasten omtrek hierop van invloed zullen zijn.

Het maximum vraagstuk luidt aldus, dat de maximale hoeveelheid vloeiwatervat wordt gevraagd, die jaarlijks (en per keer) gegeven kan worden, zonder dat de oogst, in vergelijking met de opbrengsten, die bij kleinere giften aan afvalwater bereikbaar zijn, teveel terugloopt en zonder daarbij de economie van de bevoeiing, als geheel beschouwd, uit het oog te verliezen. Tevens moet daarbij noch de reiniging van het afvalwater, noch de snelheid daarvan

in gevaar komen door een te sterke slibafzetting of humusvorming in de bovenste laag van het vloeiveld.

Voor dergelijke bevoeiingen als hier geschetst, komen vrijwel alleen graslanden in aanmerking, aangezien de bevoeiing het geheele jaar door moet kunnen geschieden. Tevens speelt bij dergelijke bevoeiingen de bevochtigende waarde van het water een grotere rol dan zijn gehalte aan plantenvoedende bestanddeelen.

Er bestaat onder daarvoor gunstige omstandigheden echter ook een zoo te noemen „minimumprobleem”, waarbij het er juist om gaat met de beschikbare hoeveelheid afvalwater een zoo groot mogelijke oppervlakte te bevoeien, zonder dat de oogstvermeerdering te sterk terugloopt, vergeleken met de vermeerdering, die bereikt zou kunnen worden bij iets grotere giften aan vloeewater, en zonder ook nu de economie van de bevoeiing, als geheel beschouwd, uit het oog te verliezen. Uit den aard der zaak speelt hier het gehalte aan plantenvoedende bestanddeelen van het afvalwater een grotere rol dan in het eerst besproken geval. De waarde van dit gehalte is belangrijker dan de bevochtigende waarde van het afvalwater in die gevallen, waarbij alleen afvalwater in de herfst- en winterperiode beschikbaar is (bijv. bij aardappelmeelfabrieken).

Naast de genoemde, zijn nog vele andere vragen van belang als bijv.:

a. Welke gronden zijn in verband met den opbouw, de samenstelling en de doorlatendheid van het bodemprofiel geschikt voor bevoeiing (en welke meer voor beregening)?

b. Van welke fabrieken is het afvalwater geschikt voor bevoeiing en van welke fabrieken (bijv. kunstzijdefabrieken) is dit ongeschikt? Wat voor verschil maakt het, wanneer dit water gemengd wordt met afvalwater van steden (neutralisatie van schadelijke bestanddeelen)?

Het is niet mogelijk hierop thans verder in te gaan.

Over beregening zal ik volstaan met de opmerking, dat hierbij het beschikbare afvalwater — wat betreft zijn bevochtigende waarde — beter benut kan worden dan dit bij bevoeiing mogelijk is; er behoeft immers geen water af te vloeien. Verder kunnen alle gronden beregend worden, hetgeen niet het geval is met bevoeiing, waartegenover echter ook weer nadeelen staan. Verder zal bij beregening wel alleen het minimumvraagstuk van belang zijn.

E. Onderzoekingen (problemen) enz., die ten doel hebben den hinder van droogte te voorkomen door het nemen van meer landbouwkundige maatregelen.

Hiertoe behoort bijv. een doelmatige grondbewerking (z.g. „dry farming”), het geven van groen- en stalmestbemestingen en mogelijk ook het kweken van tegen droogte resistentere rassen.

Het aantal onderzoekingen op het gebied van de z.g. „dry farming” (methode van grondbewerking om de verdamping van water uit den grond zoo gering mogelijk te doen zijn) is, voor zoover mij bekend, in ons land nog zeer gering. Ook hier ligt nog een gebied van onderzoek braak. Wel zijn reeds in de practijk verschillende waarnemingen verricht over den invloed van stalmest- en groenbemesting op de structuur en tevens op het watervasthoudend vermogen van den grond, en ik denk daarbij vooral aan de onderzoekingen verricht door Ir. O. J. Cleveringa.

Zonder aan de waarde van deze onderzoeken tekort te willen doen, lijkt het mij toe, dat uitgebreidere proefnemingen gewenscht zijn, waarbij het er vooral op aan zal komen de noodige vochtbepalingen te doen en bij gebruik van stalmest of groenbemesting de bemestende waarde daarvan en de daardoor ontstane oogstverbeteringen te scheiden van de bevochtigingswaarde (hooger watervasthoudend vermogen) en de structuurverbetering van den grond. Het spreekt daarbij wel vanzelf, dat ook de structuur, en wel, naast den samenhang van de deeltjes, ook de verhouding van fijne en grove poriën, enz., onderzocht dienen te worden.

Hiermede moet ik volstaan. Gaarne hoop ik de uitgebreidheid van dit gebied van onderzoek te hebben aangetoond; een tweetal andere hoofdafdeelingen, die men ook nog in het gebied betreffende de waterhuishouding van den grond kan onderscheiden, heb ik in het geheel niet besproken. Nog meer echter dan de uitgebreidheid van dit onderwerp stel ik er prijs op naar ik hoop te hebben aangetoond, hoeveel op dit terrein nog onbekend of althans onvoldoende bekend is en hoe noodzakelijk het is deze kennis aan te vullen.

¹⁾ Men zie bijv. ook in dit verband: Die Ermittlung der Abflussspende bei Dränungen, von Provinzial-Kulturbaumeister Ermert, Königsberg; Deutsche Landeskultur-Zeitung, 1940, Heft 12 (Ausgabe A, 9 Jahrgang), blz. 239.

DISCUSSIE.

Ir. T. K. Huizinga, Directeur van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft:

In de voordracht van *Dr. Hooghoudt*, die ik met belangstelling gevolgd heb, werd gesproken over het vaststellen van de hoogte van den grondwaterspiegel, waarbij tevens enkele malen de wenschelijkheid werd uitgesproken dit peil uit landbouwkundig oogpunt te verlagen.

Gaarne zou ik over het verlagen van dit grondwaterpeil eenige waarschuwendende woorden willen laten hooren. Het is toch bekend, dat in vele terreinen van ons Hollandsch veengebied door het verlagen van den grondwaterspiegel ook het maaiveld gaat dalen. De oorzaak hiervan is te zoeken in de groote samendrukbaarheid van dit dikke veepakket en de verhoogde belasting, die door verlaging van den waterspiegel ontstaat. Er komt toch door deze verlaging een grooter veepakket (volumegegewicht omstreeks 1) boven water, waardoor zijn gewicht met rond 1 ton per m² waterstandsverlaging toeneemt. Het is den landbouwers in deze streken voldoende bekend, dat verlaging van den waterspiegel niet mogelijk is.

Wanneer nu de grondslag bovendien niet homogeen is, zooals b.v. in den polder Zegveld, zoo zullen de zettingen ongelijk worden, een reden waarom thans reeds in genoemden polder verschillende hoogten met de daaraan verbonden moeilijkheden aanwezig zijn.

Ook de verlaging van het waterpeil in den toekomstigen N.O. polder zal een verlaging van den druk in de zandpakketten onder het Overijsselsch en Friesch veengebied teweeg brengen, waardoor aldaar zettingen zijn te verwachten.

Met nadruk meen ik daarom ook de landbouwkundigen op deze gevaren, ontstaan door verandering van waterpeilen bij sterk samendrukbare grondsoorten, te moeten wijzen.

Antwoord. Gaarne wil ik beginnen met *Ir. Huizinga* dank te zeggen voor zijn opmerking, in zoverre ik deze gaarne als een aanvulling van mijn voordracht zou willen beschouwen. Inderdaad moet ook naar mijn meening met het genoemde feit rekening worden gehouden, indien de opbouw van het bodemprofiel daartoe aanleiding geeft; een feit overigens, dat mij en velen met mij wel bekend was. Overigens heb ik niet de wenschelijkheid

uitgesproken overal dit peil te verlagen; integendeel heb ik er zelfs den nadruk op gelegd, dat deze peilen in sommige polders in ons land mogelijk reeds te diep zijn, of wel even goed met een minder diep peil volstaan zou kunnen worden, hetgeen echter onderzocht dient te worden.

De Heer *Dr. E. J. à Campo*:

Uit de voordracht van *Dr. Hooghoudt* krijg ik den indruk, dat er, op het gebied van de waterhuishouding in den grond, tot heden nog weinig of niets onderzocht is.

Is de geachte spreker hier niet al te pessimistisch? Ik wil verwijzen naar deel VI van het „Handbuch der Bodenlehre“ van Blanck, waarin *F. Zunker* zeer uitvoerig en zooveel mogelijk exact de onderzoekingen op dit gebied behandelt.

Is nu de geachte spreker van meening, dat al die formules waardeloos zijn en het memoreeren niet waard?

Antwoord. Inderdaad is er, wat de waterhuishouding van Nederlandse gronden betreft, nog weinig onderzocht en ik blijf dan ook van meening hier niet te pessimistisch te zijn geweest. Alleen wil ik er wel den nadruk op leggen, er aan het begin van mijn voordracht de aandacht op te hebben gevestigd, meer te willen ingaan op hetgeen *niet* dan op hetgeen *wel* bekend is. Wanneer nu *Dr. à Campo* verwijst naar de artikelen van diverse onderzoekers in deel VI van het „Handbuch der Bodenlehre“ van Blanck, zoo kan ik hierop misschien het beste op deze wijze antwoorden, dat ik in mijn eigen publicaties diverse malen gebruik maak van de daarin behandelde stof. De in dit deel weergegeven formules (berekeningen, enz.) zijn dan ook geenszins voor ons land waardeloos; zoo bijv. niet die, welke betrekking hebben op zandgronden. Onze rivier- en zeekleigronden wijken in hun gedrag echter vaak scherp af van dat van klei- en leemgronden in andere landen, waarbij het verschil in ouderdom waarschijnlijk ook een belangrijke rol speelt. Een voorbeeld moge dit verduidelijken: terwijl in andere landen zware kleigronden altijd intensief gedraineerd moeten worden, kennen we in ons land zeer zware kleigronden, die zoo doorlatend zijn (de ondergrond speelt overigens ook een belangrijke rol), dat drainage niet noodig is, zooals dit bijv. in den IJpolder en in enkele van de jongste Dollardpolders voorkomt. Dit feit demonstreert duidelijk, dat de geheele waterhuishouding in ons land veelal anders is, hetgeen voor een belangrijk deel mede veroorzaakt wordt door het feit, dat in ons land een samenhangende grondwaterspiegel op relatief geringe diepte aanwezig is, terwijl elders een samenhangende grondwaterspiegel meestal veel dieper ligt. Dit heeft tot gevolg, dat bedoelde formules (berekeningen, uiteenzettingen, enz.) niet zonder meer kunnen worden toegepast en voor ons land inderdaad dan ook van weinig of geen waarde kunnen zijn. Bovendien moet echter niet vergeten worden, dat bijv. de formules (berekeningen, enz.), die door *Prof. Zunker* in genoemd boek behandeld worden, ook wel eens niets anders willen zijn dan een vergroting van het inzicht, zonder dat het de bedoeling is deze berekeningen direct in de praktijk toe te passen. Gaarne hoop ik dan ook duidelijk te hebben gemaakt, dat ik geenszins de formules (berekeningen enz.) waardeloos acht en het niet de moeite waard heb gevonden, zooals de geachte spreker het heeft gemeend te moeten uitdrukken, deze te memoreeren. Men diene echter te bedenken, dat alle gronden nu eenmaal niet dezelfde zijn en ons land hierin zeker een uitzonderlijke positie inneemt. Afgezien van het bovenstaande wil ik hier echter nog aan toevoegen dat, had ik het genoemde „Handbuch der Bodenlehre“ gememoreerd, ik zeker verplicht zou zijn geweest ook andere literatuur te noemen, aangezien het genoemde „Handbuch“ zeker niet de eenige lectuur is, die over dit onderwerp bestaat. Voor die andere literatuur gelden echter analoge opmerkingen.

De Heer *A. H. v. d. Velde*:

De spreker heeft de vraag behandeld, hoe de zuivering van afvalwater dienstbaar gemaakt kan worden aan een landbouwbelang. Maar er is ook een andere zijde van dit vraagstuk, nl. hoe de landbouw dienstbaar gemaakt kan worden aan de zuivering van afvalwater. Het is van belang de zaak zóó te stellen, dat bij de keuze van een systeem van zuivering het goede resultaat daarvan voorop moet staan en dit niet in gevaar mag worden gebracht.

omdat b.v. de oogst der landbouwgewassen zou kunnen lijden als afvalwater op de vloeivelden wordt gebracht.

Antwoord. Het komt mij voor, dat de Heer van de Velde een onjuisten indruk van mijn betoeg heeft gekregen. Ik heb immers uitdrukkelijk opgemerkt, dat de zuivering van het afvalwater niet in gevaar moet worden gebracht. Het feit, dat ik het z.g. maximum-probleem heb besproken, bewijst dit verder. Het behoeft immers toch geen verdere toelichting, dat hierbij de landbouw schade lijdt, d.w.z., dat betere resultaten met geringere hoeveelheden vloeiwatervloeiing verkregen zouden zijn. Wat ik naar voren heb willen brengen is, op welke wijze bij het behoud van een goede zuivering van het afvalwater, en rekening houdende met andere omstandigheden, de landbouw het beste gediend zou kunnen worden.

Ir. P. A. v. d. Ban:

De Heer Hooghoudt heeft meegedeeld, dat van de waterhuishouding van den grond uit landbouwoogpunt hoegenaamd niets bekend is en dat dit op proefvelden onderzocht moet worden. Ik acht het onjuist, om te zeggen, dat er zoo weinig van bekend is, omdat de praktijkkennis toch zeer groot is. De praktijk weet uit ervaring heel goed, in welke polders doorlatende en in welke minder doorlatende grond gevonden wordt. In Holland, Zeeland en West-Brabant liggen die polders dikwijls vlak naast elkaar en weet men uit ervaring toch goed hoe groot de perceelen genomen kunnen worden en hoe groot de afstanden tusschen de drainreeksen bij een bepaalde diepte mogen zijn. Het kan zijn, dat het mogelijk is door nauwkeurig onderzoek hierin kleine verbeteringen te brengen, maar vermoedelijk zal het onderzoek toch grootendeels tot resultaat hebben, dat in de praktijk getrokken conclusies juist zijn.

Er is op gewezen, dat de waterhuishouding op proefvelden onderzocht moet worden, maar er is niet gezegd op welke wijze die proefvelden aangelegd moeten worden en daarom is het ook niet wel mogelijk over de voorgestelde methode veel te zeggen.

In het algemeen zal de grondsoort in verschillende polders, speciaal wat den ondergrond betreft, zoo veel uiteen loopen, dat daardoor een op een bepaald perceel gevonden resultaat toch niet zoo gemakkelijk op andere perceelen overgebracht kan worden. Bovendien is het onderzoek naar de waterhuishouding zeer langdurig, omdat die onderzocht moet worden bij verschillende regenval, terwijl deze van jaar tot jaar uiteen loopt en we moeten dus zeker een 10-tal jaren werken, om gunstige en ongunstige gevallen te krijgen.

Een andere vraagsteller heeft zoo straks gevraagd naar de bruikbaarheid van de formules van Zunker, inzake de waterbeweging in den grond en de inleider heeft hierop geantwoord, dat die formules minder goed bruikbaar zijn, omdat men in het buitenland te maken heeft met een zeer diepliggenden grondwaterstand. Een aantal jaren geleden heb ik prof. Zunker hier rondgeleid en toen heb ik van hem den indruk gekregen, dat hij toch veel met overeenkomstigen grondwaterstand te maken heeft. Ook bij mijn bezoek op landbouwbedrijven in Duitschland en in Denemarken is wel gebleken, dat de oogenschijnlijk hooggelegen bouwlanden voor een groot deel op de gewone wijze gedraineerd zijn, zooals hier ook het Nederlandsche kleibouwland gedraineerd is.

Antwoord: In antwoord op de opmerking van Ir. van der Ban, dat de praktijkkennis over dit onderwerp groot is, meen ik te moeten verklaren, het hiernede niet eens te kunnen zijn. Zooals ik reeds in mijn voordracht heb opgemerkt, is het nog niet zoo heel lang geleden, dat de praktijk nog niet anders wist, dan dat sloot- en grondwaterstanden identiek waren, terwijl hiertusschen de grootste verschillen kunnen bestaan; van één van de meest fundamenteele factoren van de waterhuishouding was men dus niet op de hoogte. In de tweede plaats kan de praktijk wel beoordeelen, of de ontwatering goed is: zij weet echter niet, of deze ontwatering voldoende, ruim voldoende dan wel meer dan overdreven voldoende is. Evenzoo weet zij wel, wanneer de ontwatering onvoldoende is, echter ook dan weer niet, in welke mate dit het geval is. Ook hier dus weer een tweede belangrijk punt, waarmede de praktijk niet bekend is en ook niet bekend kan zijn, aangezien het verband tusschen den grondwaterstand eenerzijds en de opbrengst en de

kwaliteit van de gewassen anderzijds, afgezien dan van de genoemde uitzonderingsgevallen, niet bekend is en dus onderzocht dient te worden. Naar mijn meening gaat het er dan ook niet om door een nauwkeurig onderzoek kleine verbeteringen aan te brengen, maar om punten van fundamenteel belang te onderzoeken, waarvan heden ten dage vrijwel niets bekend is. Overigens heeft het in de provincie Groningen ingestelde drainage-onderzoek wel geleerd, dat, wat het draineeren van gronden betreft, het zeker niet om kleine verbeteringen zal gaan, ook al bleek het bij de grootste helft van de onderzochte gevallen inderdaad om relatief kleinere verbeteringen te gaan. Verder zal er bijv. maar een relatief klein aantal landbouwers zijn, dat met zekerheid kan zeggen, dat hun gronden een drainage op bijv. 10 m afstand bij een bepaalde draandiepte behoeven en dat een drainage op 20 m bij de zelfde draandiepte onvoldoende is. Verschillende voorbeelden zouden daarvan zijn te geven. Meesttijds is is het immers zoo, dat, heeft een drainage op 10 m afstand goed voldaan, men bij een eventuele herdrainage dan ook meestal weer op 10 m draineert en daarbij de vraag onaangeroerd laat, of een drainage op grooteren afstand niet even goed gebruikt zou kunnen worden, waarbij ik dan nog afzie van de vraag, hoe de practijk den benoedigdigen drainafstand in niet eerder gedraineerde gronden wil aangeven. Dat het onderzoek dan ook grootendeels tot resultaat zou hebben, dat de in de practijk getrokken conclusies juist zijn en het hoogstens om kleine verbeteringen gaat, laat ik gaarne voor rekening van *Ir. van der Ban*.

Ook het feit, dat de practijk zeer goed weet, in welke polders doorlatende en in welke polders minder doorlatende gronden voorkomen en dat de drainafstanden daarbij aansluiten, ontzenuwt mijn betoog geenszins. Hier gaat het immers om grove verschillen en het zou wel erg kras zijn, indien de practijk daarmede in het geheel geen rekening zou hebben gehouden. Voor iederen polder afzonderlijk blijven mijn opmerkingen echter onverminderd gelden.

Wat de inrichting van de proefvelden betreft om de waterhuishouding, of voorloopig althans juister gezegd het verband tusschen den grondwaterstand en de opbrengst en kwaliteit van de gewassen na te gaan, wil ik gaarne toegeven deze inrichting niet in extenso te hebben besproken; ik heb dit uit tijdsgebrek niet kunnen doen. Ik ben gaarne bereid deze geheele inrichting te bespreken, hetgeen echter beter kan geschieden, indien daarvoor meer tijd ter beschikking zal zijn. Verder kan worden toegegeven, dat deze onderzoekingen langdurig zullen moeten zijn; dit lijkt mij echter meer een reden om hiermede zoo spoedig mogelijk te beginnen, dan om deze proefnemingen niet uit te voeren. Overigens vragen toch alle onderzoekingen op proefvelden veel tijd. Verder spreekt het van zelf, dat men aan één dergelijk proefveld niet voldoende zal hebben, maar dit geldt ook voor de meeste andere onderzoekingen op proefvelden, zooals bijv. voor bemestingsproeven en deze zijn toch even goed aangelegd. Om misverstand te voorkomen, wil ik er echter aan toevoegen, dat het er bij de hier bedoelde proefvelden om gaat om een eersten globalen, maar exact vaststaanden, indruk te verkrijgen. Aan detailvraagstukken is men voorloopig nog lang niet toe en zoo lijkt het mij dan ook geheel overbodig nu reeds na te gaan, of men de op de genoemde proefvelden verkregen resultaten wel direct op andere gronden kan toepassen, hetgeen overigens naar mijn meening wel zal meevallen. Eén vraag van de vele, die deze proefvelden zullen moeten beantwoorden, is bijv. de volgende: Bestaat er een optimale grondwaterstand onder het maaiveld voor de verschillende gewassen en op de meest voorkomende gronden ten opzichte van de opbrengst en de kwaliteit, of kan hoogstens gezegd worden, dat de grondwaterstand niet hooger dan tot een bepaalde waarde onder het maaiveld mag oploopen en tot welke hoogte mag dat dan eventueel zijn? Verder in hoeverre een wisselende grondwaterstand hierin verandering brengt, enz., waarbij ook de bedrijfszekerheid niet vergeten moet worden.

Wat ten slotte de vraag naar de bruikbaarheid van de formules van *Zunker* voor de waterbeweging in den grond betreft, zoo zijn deze gedeeltelijk inderdaad voor onze gronden — althans voor onze kleigronden — onbruikbaar, waarbij ik U overigens verwijs naar mijn antwoord aan *Dr. à Campo*. De drainagebehoefte van een grond wordt bijv., voor zoover mij althans bekend, in Duitschland, Tsjecho-Slowakije en gedeeltelijk ook nog in Zwitserland, om bij deze landen nu maar te blijven, bepaald door haar kleigehalte, haar koolzure kalkgehalte, de helling van het terrein en de meer of

minder hooge ligging boven den zeespiegel (dit laatste in verband met den regenval). Dat deze factoren voor de bepaling van de drainagebehoefte van gronden in ons land waardeeloos zijn, behoeft nauwelijks een verdere toelichting; men denke bijv. eens aan de zeer zware, zeer goed doorlatende jonge zeekleipolders, zooals deze bijv. bij de Dollardpolders en elders worden aangetroffen eenzijdig, en aan de eveneens zeer zware, echter zeer slecht doorlatende knikgronden anderzijds. In beide gevallen kan het kleigehalte over dikke lagen wel precies hetzelfde zijn, terwijl de drainagebehoefte enorm uiteenloopt. De genoemde jonge zeekleipolders kunnen immers zoo doorlatend zijn, dat drainage onnodig is; anderzijds kunnen knikgronden zoo slecht doorlatend zijn, dat men zelfs met een drainafstand van 5 m nog onvoldoende resultaten zou verkrijgen.

De oorzaak van het verschil in methoden ligt hierin, dat in ons land, op weinig uitzonderingen na, de drainage dient om den grondwaterspiegel tusschen de drains door een tijdigen en voldoende afvoer van den overvulligen neerslag voldoende laag te houden, terwijl in het buitenland veelal de drains in feite een oppervlakte-ontwatering beteekenen, of water uit wateraders afvoeren. Tref men in ons land, op weinig uitzonderingen na, een samenhangenden grondwaterspiegel aan, in het buitenland is dit vaak — natuurlijk niet altijd — anders, zoodat men op zeer korten afstand een hoogen grondwaterstand (een waterader is dan geraakt) en een zeer diepen grondwaterstand op 5, 10 en meer meters diepte kan aantreffen. Een samenhangende grondwaterspiegel bestaat hier dan ook meestal alleen op groote diepte. Ogen-schijnlijk lijkt deze drainage dus overal dezelfde te zijn; de werking daarvan kan echter zeer verschillend zijn, reden waarom ook verschillende methoden (formules) gebruikt moeten worden. Dat overigens bijv. het kleigehalte en de andere genoemde factoren wel een bruikbare maatstaf zijn gebleken voor de bepaling van den drainafstand in de genoemde landen, terwijl voor ons land dit niet opgaat, ligt vermoedelijk mede aan het verschil in ouderdom van deze gronden. Dat de waterhuishouding van de gronden in ons land, op weinig uitzonderingen na, sterk verschilt met vele gronden in het buitenland, blijkt ook uit de vochtgehalten van den grond. Neemt in ons land het vochtgehalte bij een gelijkblijvende samenstelling met een toenemende diepte onder het maaiveld toe om onder den grondwaterspiegel min of meer constant te worden, zoo zijn deze veranderingen in het vochtgehalte in de bedoelde gronden in het buitenland (geen samenhangende grondwaterspiegel op geringe diepte onder het maaiveld) totaal anders en kan hier bijv. het vochtgehalte zelfs met een toenemende diepte onder het maaiveld afnemen, enz..

Ir. H. A. B. Bünnemeijer:

Ik ben het met *Dr. Hooghoudt* eens, dat voor de beoordeeling van de watervoorziening der planten *exacte* cijfers inzake de waterhuishouding van den grond zeer gewenscht zijn.

Ik meen, dat uit landbouwkundig oogpunt bezien, daarvoor de bekendheid met de cijfers van het watergehalte van den grond van grooter belang is, dan die van de grondwaterstanden. De cijfers der grondwaterstanden geven alleen voor homogene gronden (en dus nog zeer plaatselijk) slechts een *aanwijzing*, maar geen zekerheid omtrent den watertoevoer van beneden af. Met het water, dat reeds in den grond aanwezig is en met het water, dat van boven af in den grond doordringt, is echter ook rekening te houden. Daar uit de cijfers van het watergehalte van den grond betere conclusies zijn te trekken omtrent de hoeveelheid water, waarover de plant kan beschikken, zijn m.i. deze cijfers belangrijker dan die van den grondwaterstand.

Bij beoordeeling van de waterbehoefte der gewassen op proefvelden is daarom m.i. een opgave van het juiste watergehalte van de gronden (verscheidene malen gedurende het groeiseizoen op verschillende diepten bepaald) van het grootste belang.

Antwoord. Met Uw opmerking ben ik het slechts zeer ten deele eens. Onder den grondwaterspiegel komt immers practisch gesproken geen lucht voor. In een *zandgrond* treedt boven den grondwaterspiegel een meer of minder onscherp begrensde capillaire zone op, waarin het vochtgehalte, bijv. in procenten op het poriëvolume, vanaf den grondwaterspiegel met een toenemende hoogte daarboven eerst langzaam en daarna hoe langer hoe sneller afneemt, terwijl boven de capillaire zone de hangwaterzone optreedt.

indien de grondwaterspiegel daarvoor althans voldoende diep onder het maaiveld ligt. Is de ligging van den grondwaterspiegel onder het maaiveld bekend en weet men de gemiddelde dikte van de capillaire zone (capillaire stijghoogte), dan is de waterhuishouding van den grond in groote trekken bekend, waarbij alleen nog rekening is te houden met heterogeniteiten in het bodemprofiel en met het klei- en humusgehalte van den grond in de hangwaterzone. Op grond daarvan kan men bijv. de meer of minder groote kans, dat een zandgrond last van droogte zal ondervinden, wel van te voren voorspellen, mits eerst de onderzoekingen zijn verricht, die ik in mijn voordracht heb genoemd.

Bij *kleigronden* is, zooals bekend zal zijn, geen capillaire- en hangwaterzone te onderscheiden. Ook hier neemt echter het luchtgehalte van den grond toe, naarmate de hoogte boven den grondwaterspiegel toeneemt, enz.. Wanneer nu in eenzelfde grond de grondwaterstand in het eene geval bijv. 30 cm onder het maaiveld is en in het andere geval bijv. 100 cm, dan is het vochtgehalte en zoo ook het luchtgehalte in de bouwvoor in het eerste geval veel grooter resp. veel kleiner dan in het andere geval. In het laatste geval zal de grond bijv. veel sneller opdrogen, aangezien de snelheid van de capillaire opstijging in het laatste geval veel kleiner is dan in het eerste geval en daarmee dus de aanvulling van het, door de planten of door de rechtstreeksche verdamping, verbruikte water. Ook hier dus weer, dat in groote lijnen de waterhuishouding in eerste instantie bepaald wordt door den grondwaterstand. Het spreekt echter anderzijds vanzelf, dat rekening moet worden gehouden met eventueele veranderingen in de samenstelling van den grond met een toenemende diepte onder het maaiveld.

Verder zal het U bekend zijn dat de drainage in ons land rechtstreeks niets anders kan doen, dan door een tijdigen afvoer van het overtollige regenwater den grondwaterspiegel beneden een zekere maximale hoogte onder het maaiveld te houden, waarbij we dan afzien van de bodemaeratie door de drainreeksen. Al de overige met drainage verkregen resultaten zijn indirect. Zoo bijv. de grootere stevigheid (grootere bedrijfszekerheid), het spoediger opdrogen van den grond, enz., welke een gevolg zijn van het feit, dat de grondwaterstand beneden een bepaalde, hoogste ligging wordt gehouden. Ook hier dus weer de grondwaterstand als de belangrijkste factor.

Anderzijds wil ik hiermede volstrekt niet zeggen, dat vochtbepalingen geen nut zouden hebben of in bepaalde gevallen niet toegepast zouden moeten worden. Bij vochtbepalingen houde men echter wel in het oog, dat grondmonsters minstens in tienvoud en soms wel in twintigvoud genomen moeten worden om betrouwbare, reproduceerbare cijfers te verkrijgen. Vochtmonsteringen zijn dan ook ver van gemakkelijk uit te voeren en moeten bovendien herhaaldelijk worden verricht om een juisten indruk te kunnen geven.