

631.6:63,00 1,5 (1142.721)

Het werk van  
DR S.B. HOOGHOUTT  
in dienst van  
het landbouwkundig onderzoek

Rede, uitgesproken door  
P. Bruin  
op de herdenkingssamenkomst  
van 1 October 1953

De samenstelling van een overzicht van het werk van Dr S.B. Hooghoudt, niet eenvoudig door de omvang ervan, wordt vergemakkelijkt door de grote systematiek en volledigheid, waardoor zijn onderzoek is gekenmerkt en waarmee de resultaten werden gepubliceerd. De ontwikkeling van Hooghoudt's onderzoek is bijna geheel te volgen in de bekende serie "Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond", welke in de achtereenvolgende jaren in de Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen werd opgenomen. In vele kleine publicaties, in verschillende tijdschriften verschenen, wordt op de in genoemde serie verwerkte stof teruggegrepen. De verslagen van het grondwaterstandsproefveld op de Proefboerderij "Jacob Sijpkens Heerd" te Nieuw-Beerta staan daarbij min of meer op zichzelf. Men zou echter wel een zeer onvolledig beeld van het werk van Dr Hooghoudt en van de betekenis daarvan voor de Nederlandse Landbouw krijgen, wanneer men zich zou beperken tot het lezen van deze bijdragen en deze publicaties. Kennisneming van de talloze rapporten, welke door hem aan commissies, waterschappen, gemeenten en andere officiële instanties werden uitgebracht, is daarvoor onmisbaar. Het verrichten van fundamenteel onderzoek en het dienstbaar maken daarvan aan praktische problemen gingen steeds hand in hand en een wisselwerking is onmiskenbaar. De scheikundige Hooghoudt ontwikkelde zich als natuurkundige en als ingenieur. Hooghoudt heeft zich steeds gelukkig gepre-

zen, dat hij in de beginjaren van zijn ontwikkeling veel tijd heeft mogen besteden aan de systematische opbouw van zijn fundamenteel onderzoek, maar hij heeft zich er, hoewel dankbaar voor de geboden mogelijkheden, toch wel eens over beklagd, dat de toepassing van zijn kennis gedurende vele jaren door omstandigheden van allerlei aard incidenteel bleef. Gelukkig heeft hij zijn drang naar systematiek en volledigheid ook op dit terrein gedurende de laatste paar jaren nog kunnen bevredigen. Immers de aanvaarding van zijn project "Onderzoek naar de agrohydrologische profielen van Nederland" stelde hem in de gelegenheid een goed begin te maken met een systematische verkenning op dit gebied; zijn werkzaamheid in de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland bood ruime perspectieven voor de toekomst en zijn devies fundamenteel onderzoek te plaatsen midden in een project van grote omvang en betekenis kon hij volgen als vooraanstaand medewerker van de Commissie Onderzoek Komgronden, terwijl hij tenslotte tot steun kon zijn van provinciale activiteit, die op verschillende plaatsen ontstond. Uit de hier volgende schets moge blijken, dat de ontwikkeling van het onderzoek van Dr Hooghoudt er een is van Kennen tot Kunnen.

Hooghoudt kwam bij zijn aanstelling als onderzoeker aan het Bodemkundig Instituut in een goede leerschool, waar men er volkomen van overtuigd was, dat de vorming van een helder begrip betreffende de factoren, die bij de bodemkundige processen van belang waren, noodzakelijk was om de bodem in scheikundig en natuurkundig opzicht te beschrijven en te leren beheersen voor landbouwdoeleinden. Onderzoek op het gebied van methoden ter vastlegging der begrippen in maat en getal is hieraan onafscheidelijk verbonden en daaraan werd dan ook aan het instituut een ruime plaats geboden. Hooghoudt kreeg voornamelijk tot taak studie te maken van de natuurkundige eigenschappen van de grond. De agrohydrologie, die een onderdeel van de physische bodemkunde vormt, kreeg daarbij in de loop der jaren zo'n eigen plaats, dat ze thans bij de

indeling van het werk aan ons instituut apart wordt genoemd, maar los van de overige natuurkundige grootheden is ze toch nooit te beschouwen. Terecht wijzen Hissink en Hooghoudt in de eerste mededeling van de "Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond", waarin de eerste bouwstenen worden aangedragen van het later zo stevig gefundeerde bouwwerk der agrohydrologie, op het belang van een goede typering der bestudeerde gronden. Dit geschiedde aan het Bodemkundig Instituut door de bepaling van de zgn. mechanische samenstelling, waarbij naast de bepaling van de gehalten aan humus en koolzure kalk vooral ook het granulometrische onderzoek naar voren komt. Hooghoudt heeft steeds belangstelling gehouden voor laatstgenoemd onderzoek, en verschillende aspecten daarvan uitgebouwd en van zijn kennis daaromtrent geprofiteerd bij verschillende toepassingen. Wij doen dan ook goed om in ons overzicht naast de ontwikkeling van het agrohydrologische onderzoek ook aan de onderwerpen van het werk van Hooghoudt, die het physische bodemonderzoek in engere zin betreffen, aparte aandacht te schenken.

Wij laten dit zelfs voorafgaan, zodat tenslotte het zwaarste accent op het hydrologische onderzoek kan vallen.

De titel van de eerste publicatie van Hooghoudt luidt: "De antimoon-elektrode als een indicator voor de waterstofionenconcentratie in grondsuspensies". Moeilijkheden, welke met de chinhydronelektrode ter bepaling van de waterstofionenconcentratie werden ondervonden, waren aanleiding tot dit onderzoek. Hooghoudt toonde bij dit onderzoek reeds zich op korte termijn gedegen in een nieuw onderwerp te kunnen inwerken. De elektrode bleek bruikbaar van pH 2 tot 11, maar was in het lagere pH-gebied minder nauwkeurig dan de chinhydronelektrode. Het voordeel om hoge pH's te kunnen meten bleek later eenvoudiger mogelijk te zijn door middel van de glaselektrode.

Een meer voortdurende aandacht werd besteed aan het granulometrische onderzoek. De methodiek daarvan werd door Hooghoudt grondig gecontroleerd en verfijnd. Zijn publicatie "Een gecombineerde zeef- en pipetmethode voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden", welke als bijdrage No. 9 in de V.L.O. verscheen, bevat een schat van gegevens. Niemand, die zich met deze materie bezighoudt, zal kunnen nalaten hiervan terdege kennis te nemen. Voorzover het ons instituut betreft, wordt voortgebouwd op het werk van Hissink en Maschhaupt hieromtrent en met betrekking tot de ontwikkeling van het granulometrische onderzoek onder auspiciën van de Internationale Bodemkundige Vereniging is het jammer, dat de publicatie geheel in het Nederlands is geschreven; in een overzicht daarvan in het Landbk. Tijdschr. van 1946 komt alleen een korte summary in het Engels voor. De normalisatie-subcommissie 38b, die tot taak heeft een uniform voorschrift ter bepaling van de granulaire samenstelling op de verschillende laboratoria in Nederland samen te stellen, maakte steeds dankbaar gebruik van het vele werk, dat door Hooghoudt, daarbij krachtig gesteund door de Heer A. Dekker en diens laboranten, op dit gebied werd verricht. Genoemde publicatie behandelt de bepaling van de granulaire samenstelling in een traject van 2000 tot 2  $\mu$ , ten dele volgens de zeef- en gedeeltelijk volgens de pipetmethode. De geldigheid van de Wet van Stokes wordt uitvoerig aan een beschouwing onderworpen. Elk onderdeel van de bepaling wordt bekritiseerd en bronnen van fouten worden zoveel mogelijk geëlimineerd. Een aardig punt is nog, dat Hooghoudt door de invoering van een ijkmethode der zeven, waarbij gebruik gemaakt wordt van zandsubfracties, welke op basis van de formule van Stokes in suspensies van water en mengsels van water en glycerine zijn gemaakt, beoogd heeft om de zeefmethode voor de grovere fracties en de pipetmethode voor de fijnere fracties geheel logisch met elkaar te verbinden. Verder werd door hem een micropipetmethode uitgewerkt voor deeltjes van 2 tot 1/8 en thans ook tot 1/16  $\mu$ . De aangeschafte ultra-centrifuge werd tot nu toe slechts gebruikt voor de afscheiding van zeer fijne fracties.

Zij, die in aanraking komen met de toegepaste natuurwetenschap, letten vaak in het bijzonder op de bruikbare resultaten daarvan en staan dan onvoldoende stil bij de grote inspanning, die de ontwikkeling van methoden kost en deze ontwikkeling toch is een der fundamenten van de voortgang van het onderzoek. Bij toepassing van het zeer uitvoerige granulometrische onderzoek op tertiaire klei-afzettingen, waarmee men vooral bij het onderzoek naar de hydrologische profielen te maken kreeg, vonden Hooghoudt en Wicherts merkwaardige afwijkingen ten opzichte van jongere formaties. Hooghoudt is niet meer toegekomen aan het schrijven van een uitvoerige publicatie over de micropipetmethodiek.

Het zal bij de bespreking van het agrohydrologische onderzoek blijken, dat het soortelijk oppervlak (het U-cijfer) van de zandfracties, dat uit de granulaire samenstelling kan worden afgeleid, een belangrijke grootheid is bij de formulering van wetmatigheden betreffende stroming van water in zandgronden. Het soortelijk oppervlak van het gehele minerale bodemcomplex bleek een aardige karakteristiek te zijn voor minerale gronden. Hissink, Hooghoudt en van der Spek schreven in Bodenkundliche Forschungen van 1936 samen een publicatie over: "Der mineralische Bodenkomplex, die Adsorption von Kationen und die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Fraktionen der mineralischen Bodenkomplexen von vier typischen niederländischen Böden". Het is alleen jammer, dat deze publicatie niet door andere van soortgelijke aard is gevolgd.

Een volgende uitvoerige studie op het gebied van het fysieke grondonderzoek, dat aanvankelijk met de hulp van de Heer F.A. Oonk werd uitgevoerd, betrof de bepalingen van: "De drukvastheid, de buigvastheid, de slagbuigvastheid, de trekvastheid en de hardheid van gronden in gedroogde toestand" (bijdrage No. 10 van de serie in de V.L.O.). Hooghoudt beoogde met dit onderzoek bouwstenen aan te dragen voor een beter begrip van de bodemstructuur. Hij begon daarvoor bij de binding tussen de elementaire deeltjes in vochtarme toestand en liet de stapeling der aggregaten achterwege. Het

is mij bekend, dat Hooghoudt later ook de gronden in plastische toestand hoopte te onderzoeken. Dit is wel een lange weg om het structuurprobleem te benaderen zò, dat daaruit praktisch bruikbare resultaten te verwachten zijn. Zelf ben ik steeds van oordeel geweest, dat dit niet de meest gelukkigste greep op het gebied van het structuuronderzoek is geweest. Onderzoek van Peerlkamp c.s. laat meer en meer zien, dat de zwakke krachten en niet zozeer de sterke bindingen voor de structuur belangrijk zijn. Dit wil niet zeggen, dat Hooghoudt geen belangrijke resultaten met dit onderzoek bereikte. Het blijkt bij wetenschappelijk onderzoek telkens weer, dat er op goed uitgevoerd systematisch onderzoek steeds wordt teruggegrepen. De grote betekenis van de lutumfractie en van de fijnzandfracties voor de grootte der binding treedt bij dit onderzoek zeer duidelijk aan het licht. De invloed van de basenhuishouding wordt hierbij tevens bestudeerd en raakt fundamentele problemen van de binding van kleideeltjes. Hooghoudt stelde de voortzetting van dit onderzoek later uit om tijd vrij te krijgen voor meer urgent onderzoek nl. op het gebied der irreversibele indroging van klei-veen- gronden.

De bestrijding van het verschijnsel der irreversibele indroging bij venige kleigronden en kleihoudende veengrond werd van groot belang geacht voor de weidebedrijven op deze gronden in Utrecht en Zuid-Holland. De grasgroei werd door het onvermogen van de grond om voldoende vocht vast te houden zeer nadelig beïnvloed. Hudig c.s. hadden hieromtrent reeds onderzoek verricht, terwijl ook de Rijkslandbouwconsulenten, die met dit grondtype te maken hadden, proeven hadden genomen. Het onderzoek werd thans zeer uitvoerig opgezet, landbouwkundig, agrogeologisch en fysisch-chemisch. Hooghoudt nam laatstgenoemd aandeel voor zijn rekening, en hij deed dit op voortvarende wijze. Belangrijk ter begeleiding van het veldonderzoek was, dat een methode werd uitgewerkt voor de bepaling van de zgn. reversibiliteitsgraad  $(R_{gr} = \frac{10(R_t - R_0)}{R_{10} - R_0})$ . Deze grootte, die een maat is voor het zgn. resterende vochtgehalte onder bepaalde laboratoriumcondities, bleek te correleren

met de mate van irreversibele indroging, welke te velde werd ervaren. Verder ging Hooghoudt in op de oorzaken van het verschijnen en onderzocht hij daarbij verschillende factoren, zoals binding van lucht resp. ijzer, uitwisselbare kationen, invloed van microbiologische omzettingen enz. De belangrijkste uitspraak is wel: "De irreversibele indroging van veen-, kleiveen- en veenklei-gronden wordt veroorzaakt door de samenbakking van de deeltjes. Hierdoor gaat een zeer groot gedeelte van het oppervlak van de deeltjes voor de wateropneming verloren. Is de grond eenmaal irreversibel ingedroogd, dan is een verbetering alleen te verkrijgen door een sterke vochtverhoging van de grond". Hooghoudt was bezig met de samenstelling van een eindrapport, waaraan tevens wordt gewerkt door v.d. Woerdt en Bennema.

Tenslotte zouden wij op het gebied van het fysisch-chemisch grondonderzoek Hooghoudt's studie willen memoreren, waarvan de resultaten zijn neergelegd in het "Rapport over het onderzoek van ingezonden monsters voor de karakterisering van molm, molmig goed en bagger". Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de zgn. "Molm-commissie" die was samengesteld om een oordeel te kennen te geven over de invloed van het baggeren van zand door de gemeente Amsterdam uit de veenplassen, op verliezen aan goede specie, welke door de kwekers te Aalsmeer voor hun cultures werd gebruikt. Het was daarvoor nodig niet alleen praktisch de verschillende producten te kunnen waarderen, maar ook te kunnen beschikken over een objectieve wetenschappelijke maat. Dit is o.i. wel een buitengewoon aardig onderzoek geworden. Hooghoudt slaagde er in bagger, molmig goed en molm te onderscheiden. Hij deed dit op basis van de gehalten aan organische stof en afslibbare delen, het stikstofgehalte van de organische stof, de fijnheid daarvan, het zgn. resterende vochtgehalte na drogen bij  $105^{\circ}$  en de opzuigcapaciteit. U ziet hieruit <sup>hoe</sup> grootheden, die ook bij andere onderzoekingen worden gebruikt, met succes bij een dergelijk praktisch probleem toegepast kunnen worden.

Hooghoudt werd voor de verrichting van het vele laboratoriumonderzoek voor laatstgenoemde problemen krachtig gesteund door de Heer L.J. Mebius en de met deze werkende laboranten.

Thans gaan wij over tot onze beschouwing van het agrohydrologische gedeelte der verrichte onderzoekingen.

Het agrohydrologische onderzoek werd, zoals hiervòòr reeds werd opgemerkt, aanvankelijk toegespitst op de bepaling van enige fundamentele grootheden. Het betrof de doorlatendheid van de grond voor water, waaronder de hoeveelheid water in  $m^3$  werd verstaan, die per  $m^2$  en per etmaal door een bodemlaag stroomde, de maximale capillaire stijghoogte, de luchtcapaciteit volgens Kopecky, dat is het aantal  $cm^3$  lucht, dat na het uitlekken van een met water verzadigde grond nog in  $100 cm^3$  grondmassa voorkomt, een grootheid die samenhangt met het voorkomen van scheurtjes en kanaaltjes in de grond, het volumegewicht, waaruit de grond-waterlucht-verhouding kon worden afgeleid, de  $\mu$  van Porchet d.i. het volumepercentage van de grond, waaruit het water bij daling van het capillaire oppervlak vloeit, een volume dus, dat met de hoeveelheid "hangwater" het totale poriënvolume vormt en tenslotte dan het U-cijfer, waaronder het specifieke uitwendige oppervlak van de zandfractie wordt verstaan. Deze grootheden werden in hun onderling verband bestudeerd. Het is duidelijk, dat grootheden als maximale capillaire stijghoogte en hangwater van groot belang zijn voor de beoordeling van de mate, waarin zich de gewassen in droge tijden van water kunnen voorzien, terwijl de mogelijkheden van waterafvoer, dus drainage en watertoevoer, zoals infiltratie, afhankelijk zullen zijn van de doorlatendheid. Tenslotte zijn grootheden, die op een of andere wijze de poreusheid van de grond aangeven, mede van belang voor vraagstukken betreffende de bewerking van de grond en voor berekeningen betreffende inklinking van gronden. De doorlatendheid en de capillaire stijghoogte hangen bij zandgronden nauw samen met het specifieke oppervlak der zandkorrels en het poriënvolume. Al deze grootheden werden bij vele gronden bepaald, lichte en zware, jonge en oude, gronden met losse



structuur en compacte knikkige bodemlagen, waarbij zeer grote verschillen in waterhuishoudkundig gedrag aan de dag traden.

Twee omstandigheden zijn bij dit onderzoek in het jeugd-stadium, naar het mij wil voorkomen, van groot belang geweest voor de verdere ontwikkeling van het onderzoek van Hooghoudt. Allereerst bleek het hem reeds spoedig, dat de gronden in eerste instantie onderscheiden moesten worden in gronden van de eerste soort, die een zgn. éénkorrel-structuur hadden en in gronden van de tweede soort nl. gronden met een structuur. In ons land behoren vooral de zandgronden tot de eerste soort. Hierbij is het mogelijk om uit laboratoriummetingen bij geroerde monsters resp. ook uit U-cijfer en poriënvolume conclusies voor het veld betreffende doorlatendheid en capillaire stijghoogte af te leiden. De zwaardere gronden met scheuren, holten en kanalen, dus met een ter plaatse gegeven structuur, moesten te velde op hun doorlatendheid worden onderzocht. Deze omstandigheid nu bracht Hooghoudt reeds zeer spoedig in contact met veldonderzoek. De tweede omstandigheid van belang was, dat dit contact plaats vond met bodemverbeteringswerken van betekenis, waarbij in den beginne vooral het contact met de Directie van de Wieringermeer moet worden genoemd. Het komt ons thans vanzelfsprekend voor, dat laboratoriummetingen alléén, op agrohydrologisch gebied niet tot practisch bruikbare resultaten kunnen leiden. Een verslag van een in December 1931 door Hooghoudt gemaakte studiereis naar Breslau, Praag en Zürich brengt ons er echter mede op de hoogte, dat dit in dien tijd niet algemeen zo werd ingezien. Deze ervaring heeft er bij Hooghoudt zeker toe meegewerkt om aan zijn werk deze eenzijdigheid te ontnemen. Zunker te Breslau hield zich toen vnl. met de opbouw van theoretische formules en met de toetsing daarvan bezig, waarbij uitgegaan werd van verwerkte grond en de samenhang van verschillende grootheden met het U-cijfer werd nagegaan. Hooghoudt betwijfelde de waarde daarvan voor de practijk. Het onderzoek van Janota te Praag, die veel onderzoek verrichtte over drainafstand en diepte, betrof ook geroerde monsters. De door deze gebruikte

gronden waren echter veel compacter dan de onze en naderden daarom de éénkorrelstructuur, dus de gronden van de eerste soort. De meeste aansluiting met zijn inzichten vond Hooghoudt bij Diserens in Zürich, die praktische en theoretische vragen behandelde en zowel van laboratorium - als van veldwaarnemingen gebruik maakte.

Het is in verband met het voorgaande vanzelfsprekend, dat de verdere voortzetting van het onderzoek betrekking had op methoden ter bepaling van de doorlaatfactor van de grond te velde. Daarvoor stond bij gedraineerde gronden de zgn. grondwaterstands-debietmethode ter beschikking. Hierbij maken waterstandsmetingen tussen en boven drains, greppels, enz. en metingen betreffende de waterafvoer, dus het debiet van de drains, het mogelijk om conclusies te trekken over de doorlaatfactor van de grond. De tweede methode is de zgn. boorgatenmethode, waarbij de stijgsnelheid van water in leeggepompte boorgaten het uitgangspunt van de berekening is. De eerste methode is het nauwkeurigst, omdat hierbij de heterogeniteit van de grond geëlimineerd wordt. De bepaling volgens de boorgatenmethode moet op verschillende plaatsen worden uitgevoerd, wil men tot betrouwbare resultaten komen. Het is duidelijk, dat laatstgenoemde methode gevolgd moet worden om tot drainage-adviezen te kunnen komen. Beide methoden werden reeds toegepast en ten dele theoretisch uitgewerkt door Diserens. Ook de apparatuur is aan hem ontleend. Hooghoudt bouwde de theorie echter belangrijk uit en in verband daarmee de mogelijkheden van toepassing. Een onderlinge vergelijking der methode greep o.a. plaats in de Wieringermeer, waar drainage- en infiltratieonderzoek gaande was. De gebruikte formules, waarbij van de Wet van Dupuit-Darcy wordt uitgegaan, werden getoetst in vaten van beperkte omvang en in de grote bak, die men nu nog in de kas op het terrein van het instituut aantreft. Daar tenslotte gebleken is, dat de formules, die door Hooghoudt bij benadering afgeleid werden, niet steeds voldoende nauwkeurig waren, kon door Ernst een voorschrift gegeven worden, waardoor niet alleen een belangrijke verbetering in nauwkeurigheid verkregen werd, maar ook de verwerking van de waarnemingen veel sneller kon gebeuren.

Hiervóór werd reeds opgemerkt, dat de heterogeniteit van de grond een grens stelt aan de nauwkeurigheid van de boorgatenmethode. Deze heterogeniteit was ook reeds gebleken bij de bepaling van de doorlatendheid op het laboratorium volgens de methode Kopecky, waarbij het grondmonster in zijn natuurlijke toestand in ringen wordt onderzocht. Het zal voor het hier aanwezige gezelschap treffend zijn, dat W.C. Visser indertijd als student een practijktijd doorbrengende op het laboratorium van het Bodemkundig Instituut, deze heterogeniteit bestudeerde en dat Visser er gedurende de laatste jaren de stoot aan heeft gegeven om de boorgatenmethode op grotere schaal toe te passen bij onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst in Noord-Holland en andere provincies. Hoewel immers de door Hooghoudt ontwikkelde boorgatenmethode voor verschillende praktische problemen met succes was toegepast, kon toch niet worden gezegd, dat ze algemeen ingang had gevonden. Ook Westerhof heeft thans bij adviezen voor het drainageplan van de ruilverkaveling op Walcheren op grote schaal de boorgatenmethode toegepast. In een door wijlen Prof. Visser gebruikte apparatuur werd door hem een originele wijziging aangebracht. Dientengevolge moest de door Ernst voorgestelde verwerking van de waarnemingen op een nog iets andere manier gebeuren. Westerhof slaagde er verder in de nodige berekeningen te mechaniseren, waardoor de praktische bruikbaarheid werd bevorderd.

Wij hebben dus thans de ontwikkeling van het onderzoek vervolgd tot de uitwerking van bepalingsmethoden van de doorlatendheid in gronden van de tweede soort, waarmee een der fundamente van een drainage-advies werd behandeld. Daarna komt Hooghoudt in 1937 resp. in 1940 met zijn grote publicaties over de theorie en de toepassingen ervan betreffende de kwantitatieve stroming van het water in de bodem. Het vraagstuk wordt in eerstgenoemde publicatie beperkt tot ondiep gelegen grondlagen, waarbij dus op beperkte diepte de ondoorlatende laag voorkomt, en in de tweede publicatie uitgebreid tot stromingen, die tot grote diepte kunnen gaan. Wetenschappelijk uitgedrukt gaat het in de eerste publicatie om de oplossing van drainageproblemen, waarbij de potentiaal in het

grondwater in verticale richting constant verondersteld kan worden, zodat de stroming van het grondwater tot een horizontale waterbeweging kan worden vereenvoudigd. De oplossing kan in dit geval nog vrij eenvoudig zijn. In de tweede publicatie wordt de algemene potentiaaltheorie twee-dimensionaal toegepast. Hierdoor blijkt het mogelijk ook oplossingen te geven voor gronden, die tot op grote diepte doorlatend blijven. De beschouwingen in de tweede mededeling zijn niet alleen bruikbaar voor problemen van detailontwatering en infiltratie door drains, greppels en sloten, maar ook voor vragen betreffende wateronttrekking door kanalen, zij het dan onder bepaalde voorwaarden, die vnl. betrekking hebben op de gelijkmatigheid der bodemlagen ten opzichte van hun doorlatendheid.

Hooghoudt heeft hiermede grote vorderingen in zijn ontwikkeling gemaakt. Het ligt niet in de bedoeling van deze samenkomst en ik zou daarvoor ook niet de aangewezen persoon zijn om op deze ontwikkeling in wetenschappelijk opzicht in te gaan. De genoemde verhandelingen zijn wat omvang en diepte van behandeling betreft en verder ook t.o.v. de wiskunde, die daarbij wordt gebruikt, aan dissertaties gelijk. Het treft telkens weer, hoe systematisch voetje voor voetje wordt voortgegaan en dieper wordt gegraven. Bij doorlezing van het zesde hoofdstuk van de zesde mededeling in de serie der bijdragen, trof het me, hoe de uiteenzetting soms moeilijk maakt, wat eenvoudig schijnt, maar wat toch goed moet worden doorzien om dieper in de materie te kunnen doordringen. Kritiek zal ook dit werk niet bespaard blijven. De wetenschap ontwikkelt zich verder en de ervaring als bezit van velen neemt toe. De bewondering voor de volharding en de kunde van de schrijver van genoemde werken zal echter blijven.

Na de verschijning van bovengenoemde publicaties in 1937 resp. 1940 trad er in de theoretische ontwikkeling een stilstand op, die enkele jaren na de oorlog weer zou worden doorbroken door van Deemter en Ernst, die onder leiding van Hooghoudt de theoretische behandeling van ontwaterings- en infiltratiestromingsproblemen verder zouden voortzetten. In de daartussen gelegen jaren nam

echter de ervaring bij de toepassing van het gevondene belangrijk toe en consolideerde zich de durf van de ingenieur. Het is thans dus het moment om in het bijzonder eens een blik te slaan in de vele rapporten, die van de hand van Hooghoudt resp. met medewerkers verschenen. Om welke problemen gaat het en hoe werden ze aangepakt.

Hiervóór werd reeds even als richting van toepassing aange-  
stipt, wat wij zouden kunnen aanduiden met oplossing van problemen  
van regionale waterbeheersing. Ten aanzien van drainageproblemen  
formuleert Hooghoudt zelf het doel en de mogelijkheden van zijn  
werk als volgt (No. 7 van de Bijdragen in de V.L.O. 46 (1940)  
blz. 521): "Uit het bovenstaande volgt dan ook, dat het drainage-  
probleem en dus ook in het algemeen detailontwateringsproblemen,  
waarbij het de bedoeling is door middel van de toegepaste detail-  
ontwateringssystemen den grondwaterstand door een rechtstreek-  
schen afvoer van water voldoende laag te houden, zoodat de over-  
tollige neerslag door den grond tijdig naar deze ontwateringssy-  
stemen afvloeit - dus nu herleid zijn tot het aangeven van een  
methode om den juisten drainafstand bij een gegeven draaindiepte  
aan te geven, waarbij bijv. bij bouwland (zonder kwel) bij een  
afvoer van 5 mm overtolligen neerslag per 24 uur de grondwater-  
spiegel niet hoger oploopt dan tot 50 cm onder het maaiveld of  
in het algemeen dus, dat bij een bepaalden afvoer de grondwater-  
stand niet hoger dan tot een bepaalden stand oploopt". Wij cite-  
ren bewust dit "bijv.", omdat Hooghoudt zich bij praktische pro-  
blemen herhaaldelijk voor de vraag gesteld zag, welke drainage-  
eisen gesteld moesten worden. Dit betref dan zowel landbouwgron-  
den als sportvelden, vliegvelden en begraafplaatsen. Het volgende  
citaat uit dezelfde publicatie (blz. 519) is hiervoor typerend en  
voor de latere ontwikkeling van het onderzoek van belang.  
Hooghoudt schrijft daar: "Overigens is het wel opmerkelijk, dat  
in ons land, dat altijd te kampen heeft gehad en ook nog steeds  
te kampen heeft met een teveel (soms trouwens ook met een tekort)  
aan water, over deze kwestie zoo weinig bekend is en de eerste

goede, speciaal daarvoor ingerichte proefvelden nog steeds voor dergelijke proefnemingen moeten worden ingericht. Afgezien daarvan is het bovendien volstrekt niet onmogelijk, dat door dergelijke proefnemingen verbeteringen in de oogstopbrengsten zijn te verkrijgen, die veel groter zijn dan degene, die nu nog te verkrijgen zijn door een nog fijnere differentiatie in het kunstmeststoffen-gebruik". De totstandkoming van het grondwaterstandsproefveld op de Proefboerderij "Jacob Sijpkens Heerd" te Nieuw-Beerta in 1942 is voor Hooghoudt dan ook een grote voldoening geweest. Zoals U bekend is, gaat het daarbij niet alleen om de invloed van de waterstand op de groei der gewassen, maar ook om de invloed daarvan op de bodemstructuur, terwijl het proefveld tevens nog dienstig gemaakt kon worden voor de oplossing van de voor cultuurtechnische werken zo belangrijke vraag over de toelaatbaarheid van hoge winterwaterstanden. Het spreekt vanzelf, dat wij in het vervolg nog te spreken komen over verder onderzoek, dat zich in de latere jaren met betrekking tot de invloed van de waterhuishouding op de groei der gewassen alom in den lande ontwikkelde en wij keren na deze kleine uitweiding weer terug tot de praktische werkobjecten, die Hooghoudt omstreeks 1937 en in latere jaren aanpakte.

Wij treffen bij de verschenen rapporten dan allereerst verschillende aan, die op drainageproblemen betrekking hebben. De samenwerking op dit gebied met de cultuurconsulent Mansholt was destijds zeer groot. Wanneer het dan tevens ging om de karakterisering van de bodemgesteldheid, die voor de bepaling van de drainafstand van groot belang is, geschiedde het onderzoek in samenwerking met Hissink en vooral met van der Spek. Wij noemen hun bemoeienissen met de inpoldering van de "Slikken" (De tegenwoordige Linthorst Homanpolder) en van de Slikken bij Uithuizermeeden (tegenwoordige Koningin Emmapolder). Het zal U niet verwonderen, dat deze onderzoekingen met betrekking tot de detailontwatering van de in te dijken kweldergronden met toewijding werden verricht. Verder mogen ook de onderzoekingen in Friesland nl. in De Kolken en in Het Bildt en Barradeel worden gememoreerd. Deze hadden tot

doel drainage te bevorderen en adviezen te geven omtrent de nodige drainafstand. Tenslotte brengen wij de samenstelling van een drainageadvies voor het Boschplan van Amsterdam in herinnering. Dit werk werd in latere jaren door Hooghoudt vaak met een gevoel van voldoening over het welslagen daarvan genoemd.

Vervolgens moet het werk van Hooghoudt voor sportvelden worden genoemd. Het ging hierbij niet alleen om de detailontwatering, waaraan bij sportvelden zo'n grote aandacht besteed moet worden, maar vaak ook om de verbetering van het bodemprofiel, waarbij omzetting van lagen en verschraling van een kleilaag met zand vaak nodig bleken om het terrein bespeelbaar te maken. Een in 1937 ingestelde Commissie voor de Sportvelden, waarin het Bodemkundig Instituut en de Rijkslandbouvoorlichtingsdienst vertegenwoordigd waren, publiceerde in 1949 een "Handleiding voor den aanleg en het onderhoud van voetbalvelden", welke werd uitgegeven door de Koninklijke Nederlandsche Voetbalbond. Ervaring maakt echter de meester. Het was dan ook vanzelfsprekend, dat bij de instelling van een Commissie voor de herziening van de Handleiding Hooghoudt daaraan zijn medewerking gaf. Omstreeks 1950 werkten Hooghoudt en Wiggers vaak samen aan deze projecten. Wij hebben het steeds enigermate betreurd, dat, toen er besloten werd het onderzoek ten dienste van sportvelden, behoudens moeilijke uitzonderingsgevallen, niet meer van de zijde van ons instituut te doen plaats hebben, de overgave der ervaring van Hooghoudt niet afdoende werd verzekerd.

Wat de aard van de onderzoekingen betreft, sluit het na de oorlog verrichte onderzoek over de bodemgesteldheid en de ontwateringstoestand der zich in Nederland bevindende vliegvelden nauw bij dat der sportvelden aan. Het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft, dat van de Regering opdracht had gekregen om een beoordeling te geven van de toestand der vliegvelden en middelen ter verbetering aan te geven, riep de medewerking van ons instituut in. De Jong en ook Wiggers werkten voor deze projecten met Hooghoudt samen. Er werd over ongeveer 20 velden een rapport uitgebracht,

waarbij dan het onderzoek in opdracht van de gemeente Rotterdam is inbegrepen. Hooghoudt was reeds vóór de oorlog met vliegvelden in aanraking gekomen; hij schreef toen een rapport over: "Het militaire vliegterrein nabij Valkenburg Z.H. en de gevolgen van de aanleg daarvan voor de waterhuishouding van de omringende gronden".

Tenslotte moge als uitermate moeilijk bodemkundig drainage-project de bepaling van de benodigde drainage van het terrein voor de Nieuwe Electriche IJsselcentrale te Herculo worden genoemd, waarover door Ernst werd gerapporteerd.

Thans willen wij iets nader ingaan op onderzoekingen van meer regionale aard, waarbij de door Hooghoudt in zijn hierboven genoemde publicatie in de V.L.O. van 1940 ontwikkelde theorieën in toepassing konden worden gebracht. Hooghoudt zelf schrijft in zijn "Algemeen overzicht van het agrohydrologisch onderzoek", waarover hij ter inleiding van een hieraan het vorige jaar gewijde stafvergadering sprak: "Een persoonlijke voldoening gaf mij het onderzoek in de Nijkspolder in Z.O. Friesland, waar gevraagd werd te willen aangeven hoe de kwel zou veranderen als deze polder met een bepaald gebied zou worden vergroot en het peil tot een bepaalde waarde zou worden verlaagd. Juist die mogelijkheid dit te kunnen oplossen, illustreerde immers de verkregen vooruitgang". Het rapport over de Nijkspolder is van 1937. Drie à vier jaar later verschijnen in samenwerking met T.B. van Dijk drie rapporten over: "De onderzoekingen over de hinder van droogte, ondervonden op de gronden langs enkele beken in het Waterschap de Regge, en de middelen om hierin verbetering te brengen". Het in samenwerking met Wiggers samengestelde "Rapport over de onderzoekingen verricht in het Waterschap van de Berkel en de Schipbeek in verband met de hinder van droogte en de opstuwning van de waterstand in beken en waterleidingen", hoewel enkele jaren later nl. in 1948 verschenen, kan hiermee in één adem worden genoemd. Het gaat hier met recht over studies betreffende het waterregime van landbouwgebieden.

Het onderzoek bij de Regge geschiedde op verzoek van het Waterschap en in samenwerking met de Cultuurtechnische Dienst in



verband met het feit, dat na de normalisatie der beken op enkele plaatsen last van droogte werd ondervonden. Het onderzoek leidde tot het advies om in diverse beken stuwen te plaatsen. Enige jaren later, nl. in 1947 en 1948 werden metingen verricht om na te gaan, of de met de stuwen bereikte grondwaterstanden overeenkwamen met wat op grond van de onderzoekingen werd verwacht. De overeenstemming bleek bevredigend te zijn.

Het onderzoek in de Waterschappen de Schipbeek en de Berkel had tot doel na te gaan, of de optredende verdroging samenhang met de afvloeiing van grondwater naar de diep in het land insnijdende beken met in het zomerhalfjaar diepe waterstanden resp. met afvloeiing van water naar het Twenthekanaal. Tevens werd onderzocht de vereiste inlichtingen te geven inzake het plaatsen van stuwen, terwijl men ook over de benodigde hoeveelheden water georiënteerd wou zijn. Tenslotte moest worden nagegaan, of de waterstand der gronden langs het Twenthekanaal door infiltratie verhoogd zou kunnen worden. Op de meeste der gestelde vragen kon een bevredigend antwoord gegeven worden. Later werd er door Ernst nog een bijlage geschreven over: "Beschouwingen over de afvloeiing van grondwater naar het Twenthe-kanaal". Hierbij werden nieuwe berekeningsmethoden gevolgd, waarover wij later komen te spreken. De grootte van de afvoer van het water door de grond naar het Twenthe-kanaal kon worden berekend benevens de afstand tussen de infiltratie-sloten en het peil daarvan.

Het spreekt vanzelf, dat op al deze onderzoekingen niet nader ingegaan kan worden. Voorzover het de thans besproken periode van onderzoek betreft, willen wij nog een uitzondering maken voor de studie over: "De bodemgesteldheid van de Veenkoloniën; de doorlatendheid van de watervoerende laag tot maximaal 20 m onder het maaiveld, en de daaruit af te leiden algemeene conclusies met betrekking tot de ontwatering van de Veenkoloniën", aangezien het verslag hierover in 1943 als No. 8 van de serie Bijdragen in de V.L.O. is verschenen en er bovendien een overzicht in het Landbouwkundig Tijdschrift van October 1943 werd gepubliceerd.

Hooghoudt verdedigde het belang van dit onderzoek in een lezing voor het Hoofdbestuur van de Veenkoloniale Boerenbond op 5 Juli 1939, getiteld: "De waterhuishouding van de Veenkoloniale gronden en de middelen om hierin zoo noodig verbetering te brengen". Het ging bij dit onderzoek vnl. om de kennis van dikte en doorlatendheid van de watervoerende zandlaag onder de veenlaag en vervolgens om de toepassing van de in meermalen genoemde publicaties ontwikkelde theorieën. Hooghoudt zelf zag het belang van dit onderzoek volkomen in. Hij schrijft in genoemd overzicht in het Landbouwkundig Tijdschrift: "Hieruit volgt dat, indien het gelukt de dikte en de doorlatendheid van de watervoerende (zand)laag onder de veenlaag in het geheele gebied van de Veenkoloniën op een voldoende nauwkeurige wijze vast te stellen, hiermede een resultaat verkregen zou zijn, dat belangrijk kan worden genoemd en eenig is voor ons land. In een, voor ons land althans, zeer groot gebied, is daarmede de ontwatering immers in groote lijnen bekend, en kunnen van tevoren de gevolgen worden overzien van tal van cultuurtechnische maatregelen". Het onderzoek gelukte; er werden in totaal 72 diepboringen verricht, waarvan ongeveer 1000 boormonsters op het laboratorium werden onderzocht. Deze werden door Steenhuis ook geologisch onderzocht. Het geologische onderzoek bleek echter voor de hydrologie van het gebied van weinig betekenis te zijn. Hooghoudt schrijft: "Van veel groter belang is de opbouw van het bodemprofiel naar de fijnheid (U-cijfer) van den grond, naar het slib-, het humus- en het koolzure kalk-gehalte, om van de doorlatendheid maar niet eens te spreken". Het was nu mogelijk om verband te leggen tussen de maximaal af te voeren hoeveelheid overtollige neerslag (aangenomen op 5 mm per 24 uur), de hoogte van de waterspiegel in de wijken en sloten, de onderlinge afstand daarvan en de maximale grondwaterstand onder het maaiveld midden op de percelen. Er kon worden aangegeven, hoe het voor de verschillende onderscheiden gebieden van de Veenkoloniën met de ontwatering gesteld was en hoe deze zou veranderen, wanneer de scheisloten zouden worden gedicht, wijken zouden worden gedempt resp. door scheisloten zouden worden vervangen en in hoeverre dan drainage

nodig zou zijn. Het voorkomen van slecht doorlatende lagen hetzij in de veenlaag, hetzij in de bovenste zandlaag onder het veen vormde een complicatie. Dit werd niet gekarteerd. Hooghoudt kon echter wel aangeven, onder welke omstandigheden voor de afvoer van de overtollige neerslag verbetering volgens de zgn. "diepspitmethode" verkregen zou kunnen worden en wanneer met de toepassing van de "sleuvenmethode" volstaan zou kunnen worden. Een ander vraagstuk voor dergelijke percelen is daarbij het optreden van hinder van droogte in droge perioden. Bij verschillende landbouwers in de Veenkoloniën waren reeds proeven genomen, die hoopvol stemden ten aanzien van de juistheid van de conclusies van het onderzoek.

Wij hebben wat lang vertoefd bij de behandeling van dit onderzoek om U van het belang van dergelijke beschouwingen en berekeningen te doordringen. In het begin van mijn overzicht stipte ik even aan, dat het incidentele karakter van deze onderzoekingen, welke vaak met beperkte geldmiddelen werden uitgevoerd, als een belemmering voor een systematische vooruitgang werd ~~afgeen~~ ervaren. Er werd zeker gewoekerd met de geboden mogelijkheden. Dr D.J. Missink geeft hieromtrent voor de beginjaren een overzicht in zijn mededeling "Twintig jaar bodemkundig onderzoek en tien jaar bodemkundig instituut" (Hoofdstuk VI - Het bodemkundig onderzoek in verband met de waterhuishouding van den grond). De beste mogelijkheden lagen in den beginne zeker in de goede samenwerking van het Bodemkundig Instituut met de Commissie van Advies voor de Proefpolder Andijk en, na opheffing van deze Commissie, met de Directie van de Wieringermeer. Na de reorganisatie van het Landbouwkundig Onderzoek in 1939, toen Prof. Dr O. de Vries naast het hoofddirectoraat van het gereorganiseerde Rijkslandbouwproefstation ook het directoraat van het Bodemkundig Instituut aanvaardde, werd, voorzover het het agrohydrologische onderzoek betreft, op de aangegeven weg voortgegaan. Er werd gebruik gemaakt van de belangstelling van waterschappen, gemeentebesturen en andere openbare instanties, van subsidie van de Cultuurtechnische Dienst en van

bijdragen, welke onder auspiciën van Commissies werden verstrekt om door de toepassing van de ontwikkelde theorieën het onderzoek te consolideren. Een tijdlang is nog getracht om door organisatie en financiering door het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek met wetenschappelijk adviseurschap van de zijde van het Rijkslandbouwproefstation en het Bodemkundig Instituut aan het verrichten van bodemkundige en agrohydrologische opdrachten meer uitgebreidheid te geven. Voordat wij tenslotte overgaan tot de periode na de oorlog, toen er na de aanvaarding van het voorzitterschap van de Landbouworganisatie T.N.O. door Prof. de Vries in 1943, een verruiming der financiële mogelijkheden kwam, wil ik nog één concentratie van hydrologisch onderzoek noemen, waarmee Hooghoudt veel te maken heeft gehad en waarvan wij beiden in latere jaren steeds samen de vergadering<sup>en</sup> bezochten n.l. de Commissie inzake Wateronttrekking aan den Bodem. Het behoort tot de taak van deze Commissie om bezwaren, welke ingevolge de hinderwet tegen onttrekking van water aan de bodem b.v. voor de drinkwatervoorziening en voor de industrie, worden ingezonden, op hun gegrondheid te onderzoeken. In de loop der jaren werden in deze commissie ook wel vragen betreffende wateronttrekking behandeld, welke niet met de hinderwet te maken hadden en verder werd een onderzoek, zoals de Wateronttrekking Tunnelbouw Velsen, dat naverwant aan de Co-Wa-Bo-problemen is, in een aparte commissie overgebracht. Aan vele van deze onderzoekingen heeft Hooghoudt zijn technische steun gegeven; het onderzoek betreffende eventuele wateronttrekking aan land- en tuinbouwgronden te Velsen werd voor de oorlog door Visser verricht en stond nu, na hervatting van de bemaling der bouwputten na de oorlog, onder leiding van Hooghoudt. Over het algemeen is daarbij de werkverdeling zo, dat door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening de spanningsveranderingen tengevolge van wateronttrekking in het diepe water worden nagegaan en tevens de invloed daarvan op het voor de landbouw belangrijke bovenwater, welke afhankelijk is van de doorlatendheid der tussen genoemde waterétages voorkomende afsluitende bodemlagen; Hooghoudt's onderzoek ging dan

over de vraag, of de te verwachten wijzigingen in het waterregime nadeel aan de landbouwbelangen zouden kunnen teweegbrengen. Het zal U duidelijk zijn, dat het daarbij gaat om twee vragen nl. de stand van het phreatisch vlak vóór en na de wateronttrekking met de daaraan verbonden wijzigingen in de afstand van het zgn. gesloten capillaire vlak ten opzichte van het maaiveld en ten tweede om de zgn. droogtegevoeligheid van de doorwortelde bodemlagen. Ingewijden weten, met welke netelige vragen men daarbij te maken krijgt, niet alleen uit een oogpunt van beleid, maar ook tengevolge van onze nog onvoldoende kennis. De noodzaak van verder onderzoek werd door ons vaak aan den lijve gevoeld. Het is verheugend, dat de voortschrijding van het onderzoek na de oorlog ook in de behandeling van dergelijke problemen te bespeuren is.

Na de oorlog hoorde men wel eens de opmerking maken, dat het onderzoek van Hooghoudt dreigde vast te lopen en te verstarren. Inderdaad waren daarvoor gevaren aanwezig. Het wil mij voorkomen, dat daarbij drie aspecten onderscheiden moeten worden en wel de voortzetting van het fundamentele onderzoek op het gebied van stroming van water in de bodem, de noodzakelijkheid om meer onderzoek te verrichten op zuiver landbouwkundig gebied dus betreffende de watervoorziening van de gewassen en tenslotte de ontwikkeling van het agrhydrologische onderzoek in algemeen organisatorisch opzicht.

Het is mij bekend, dat Hooghoudt de bestaande gevaren zag en dit blijkt ten dele ook uit opmerkingen in zijn geschriften. Het "Woord vooraf" bij de publicatie van J.J. van Deemter over: "Theoretische en numerieke behandeling van ontwaterings- en infiltratie-stromingsproblemen", welke als Bijdrage No. 11 in de V.L.O. verscheen en tevens ook de inhoud van diens proefschrift is, geeft daarvan allereerst reeds blijk. Hooghoudt karakteriseert daarin zeer in het kort hetgeen door hemzelf bereikt werd en wijst op de vereenvoudigingen die door hem in het stromingsbeeld en in de mathematische behandeling daarvan moesten worden aangebracht en waarvan de fout niet altijd was te overzien. Hij schrijft dan ver-

der: "Bij het voorgaande komt nog, dat een verstarring dreigde, doordat de gevolgde methodiek geen verruiming meer toelaat en bovendien de toepassingsmogelijkheden beperkt blijven". Het ontbrak Hooghoudt volkomen aan de tijd om op theoretisch gebied nieuwe wegen te gaan bewandelen, waarvoor bovendien een aparte mathematische scholing nodig was. De hierboven genoemde verruiming van financiën maakte de aanstelling van een mathematisch georiënteerde physicus mogelijk. Het was nu mogelijk weer een belangrijke stap vooruit te doen. Er werden betere oplossingen gevonden voor ontwaterings- en infiltratieproblemen in gronden, die tot grote diepte homogeen doorlatend zijn. Ook werden bij dezelfde omstandigheden oplossingen gevonden voor gecombineerde stromingen, zoals b.v. gelijktijdige afvoer van overtollige neerslag en van kwel resp. gelijktijdige infiltratie en inzijging. Hooghoudt schrijft dan verder: "Van nog groter belang zijn de mogelijkheden van de relaxatiemethode van Southwell, welke voor de hier van belang zijnde vraagstukken werd gewijzigd. Hiermede kunnen nu alle twee-dimensionale ontwaterings-, infiltratie- e.d. problemen worden opgelost, waarbij vereenvoudigingen praktisch niet behoeven te worden aangebracht. Met name zijn daardoor ook oplossingen bij anisotrope gronden (bodemlagen met verschillende doorlatendheid) te verkrijgen". Ernst, die van Deemter opvolgde, paste later deze mogelijkheden nog uitgebreider toe. De beperking ligt nu nog slechts in de voorwaarde, dat de stroming stationnair moet zijn en twee-dimensionaal of wel radiaal symmetrisch. Voor drie-dimensionale en voor niet-stationnaire problemen wordt deze methode zo tijdrovend, dat zij nauwelijks voor de praktijk geschikt zal zijn. Dit laatste geldt echter ook vaak voor modelonderzoek. Hooghoudt wijst er op, dat de vorderingen zo zijn, dat mathematische moeilijkheden, welke vroeger de oplossing van stromingsvraagstukken belemmerden, praktisch niet meer bestaan en dat de toepassingsmogelijkheden nu veel meer bepaald worden door de nauwkeurigheid, waarmee het gelukt de doorlatendheid van de grond en de verandering daarin met toenemende diepte onder het maaiveld vast te leggen. De bepaling van de doorlatend-

heid volgens verschillende methoden wordt thans door Ernst in het stroomgebied van de Lollebeek (L.) getoetst. Verder ligt het in het voornemen aan de bepaling van de doorlatendheid van ondoorlatende lagen alle aandacht te schenken. Hooghoudt schrijft dan: "Het is onze overtuiging, dat de geschetste ontwikkeling van het agrohydrologisch onderzoek aan ons instituut er belangrijk toe zal kunnen bijdragen allerlei problemen, welke bij een regionale regeling van waterregimes hier te lande naar voren komen, tot een oplossing te brengen". De dreigende verstarring in wetenschappelijk opzicht werd doorbroken. De resultaten daarvan komen in verschillende door Ernst samengestelde rapporten reeds naar voren (Bijlage bij rapport Schipbeek en Berkel - Markkanaal - Hedel en Ammerzoden-IJsselcentrale - Waterschap de Aa).

Hooghoudt nam verder het initiatief om te komen tot een verzameling van agrohydrologische profielen in Nederland. Vele in het hiervoor gaande vermelde voorbeelden hebben duidelijk gemaakt, hoe belangrijk de kennis van het bodemprofiel tot grote diepte is voor agrohydrologische vraagstukken. Hooghoudt schrijft in zijn inleiding bij het eerste rapport, dat ter zake werd uitgebracht (Schouwen-Duiveland): "De tijden, dat men in landbouwkundige kringen meende, dat het belang van de landbouw bij de bodem beperkt kon blijven tot een niet veel grotere diepte dan tot waar de beworteling reikte, liggen reeds lang achter ons". Er werd een samenwerking tot stand gebracht met de Geologische Stichting te Haarlem, waar Wicherts en diens assistent Hondius werden gedetacheerd. De bij genoemde Stichting aanwezige gegevens over reeds verrichte diepere boringen kunnen bij het onderzoek worden betrokken. De boringen, die tot  $\pm$  40 meter gaan, werden verricht onder leiding van de assistent Meijer. Zeeland kwam gereed, een rapport over de profielen van Schouwen-Duiveland verscheen, het onderzoek werd voortgezet in N.-Limburg. De resultaten van het in Zeeland verrichte onderzoek worden thans reeds gebruikt voor beschouwingen betreffende ontwilting in de verschillende bodemlagen, voor het geval er tot afsluiting van de zeegaten zou worden overgegaan. De studie van de profielen van het zandgebied in N.-Limburg en Brabant zal

van belang worden, wanneer de waterbeheersing van deze gebieden, vooral in verband met de opheffing van droogteschade door middel van infiltratie en beregening, regionaal zal moeten worden aangepakt. Ook de verdere voortzetting van de uitvoering van dit project legt contact met onderzoeken van grote omvang. Wij noemen het komgrondengebied, waar thans veel krachten van onderzoek en voorlichting ter verbetering van de bodemgesteldheid geconcentreerd zijn, de Gelderse Vallei, waar reeds een uitvoerig bodemvruchtbaarheidsonderzoek en een bodemkartering plaats grijpen en tenslotte Utrecht, waar in samenwerking met de Provinciale Waterstaat en met de Commissie voor het Kromme Rijngebied een tweede boorinstallatie te werk gesteld zal worden. Wij komen in het vervolg nog terug op de contacten, welke bij dit onderzoek naar de hydrologische profielen ook overigens nog werden gelegd. Het is U thans wel duidelijk, dat er zeker niet meer gesproken kan worden van een vastlopen van de theoretische ontwikkeling van de stromingsproblemen en van de toepassing daarvan.

Thans volgt de bespreking van het tweede aspect der gevreesde verstarring nl. het tekort aan onderzoek betreffende de meer landbouwkundige zijde van het waterhuishoudkundig onderzoek in het algemeen en van de meest gewenste watervoorziening van de gewassen in het bijzonder. Op verschillende plaatsen in mijn overzicht is wel duidelijk naar voren gekomen, dat Hooghoudt dit zelf als een lacune zag. Wij hebben dit in een citaat naar voren gebracht en wijzen op een lezing, welke door hem voor het Ned. Genootschap voor Landbouwwetenschap en voor het Kon. Instituut van Ingenieurs in 1940 werd gehouden en waarvan de inhoud in het Landbouwkundig Tijdschrift van 1941 werd gepubliceerd nl. over: "De waterhuishouding van den grond uit landbouwkundig oogpunt". Verder werd dit tekort telkens ervaren bij de werkobjecten van de CoWaBo. Dit aspect van het waterhuishoudkundige onderzoek betreft echter niet alleen het werk van Hooghoudt in engere zin, maar de uitbouw van het werkprogramma van het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut in het algemeen. Hooghoudt maakte gretig gebruik van wat bij andere takken van onderzoek op dit gebied werd gevonden en deed zelf wat in zijn vermogen was, om het bestaande tekort aan te



vullen. Dit komt b.v. tot uiting in de vruchtbare samenwerking tussen Ernst en Wiggers bij het onderzoek betreffende "Het Stroomgebied van de Aa" en verder ook reeds bij het CoWaBo-onderzoek over: "De gevolgen van het te stichten pompstation Berghem van de N.V. Waterleidingmij. Oost-Brabant voor bouw- en graslanden". Verder is de totstandkoming van het waterstandsproefveld te Nieuw-Beerta in Juli 1942 daarvan een sprekend bewijs, en tenslotte zij er op gewezen, dat na het vertrek van Wiggers naar de Directie van de Wieringermeer de daardoor ontstane vacature werd vervuld door twee nieuwe onderzoekers, nl. Wicherts en van Hoorn. Laatstgenoemde kreeg speciaal tot taak om het agrohydrologische onderzoek in engere zin te plaatsen in het midden van het waterhuishoudkundige onderzoek in het algemeen, waaraan zovele aspecten zijn verbonden. Van Hoorn werd te werk gesteld bij het onderzoek voor de Komgronden en wordt daarbij, voorzover het de bijdrage van ons instituut aan dit onderzoek betreft, geassisteerd door de Heren R.H. Sol en L. Havinga. Hooghoudt heeft deze tewerkstelling in een brandpunt van algemeen toegepast landbouwkundig onderzoek warm bepleit, waarbij hij er op wees, hoeveel steun hijzelf indertijd had ervaren door zijn contact met de opbouw van de Wieringermeer. Het voornaamste project, waaraan van Hoorn, vanzelfsprekend in nauwe samenwerking met het overige onderzoek, dat onder auspiciën van de Commissie Onderzoek Komgronden wordt verricht, zijn aandacht moet wijden, is de ontwatering van de Komgronden en de betekenis daarvan voor grond en gewas enerzijds en de invloed daarvan op de wateronttrekking van de daarbij zich bevindende hogere oeverwalgronden. Dit is een probleem, waarbij ook de meer specialistische kennis van Ernst en Wicherts betrokken zal moeten worden. Hooghoudt zelf gaf de algemene leiding, had zitting in de zgn. Commissie van Vier, een werkcommissie van Onderzoek, tezamen met Ir 't Hart als voorzitter, Ir de Jonge als secretaris en Ir W.C. Visser.

Het onderzoek betreffende de eisen, welke de gewassen aan de watervoorziening stellen, bleef in de jaren tegen het einde van de oorlog en vooral daarna geenszins beperkt tot de kringen van het

Proefstation. Op verschillende plaatsen ontwaakte hiervoor belangstelling en werd hieraan energie gegeven. W.C. Visser, die in 1942 het Proefstation verliet, ontwikkelde als Hoofd van de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst zijn methodiek van plekkenonderzoek en schatting met de daaraan verbonden bewerkingsmethode der resultaten, de zgn. polyfactoranalyse. Hij verkreeg op deze wijze vele bruikbare resultaten omtrent de samenhang tussen waterstand, vochthuishouding en gewasopbrengst. In onze eigen kring van het Proefstation werd deze methode van werken gevolgd door Ferrari en ook bij diens onderzoek werden nuttige resultaten verkregen. Uit Zeeland kwamen gegevens. Het onderzoek van de zijde van de Directie van de Wieringermeer in de Noordoostpolder en de randgebieden van het IJsselmeer stond niet stil. De Stichting voor Bodemkartering wees bij zijn karteringen op de nadelige invloed van watertekort. De Tuinbouw vatte het onderzoek aan. Het C.I.L.O. vatte het probleem der beregening aan en vele consulenten toonden actieve en productieve belangstelling voor de toepassing van beregening, bevloeiing en infiltratie. Ook het onderzoek betreffende de vochthuishouding boven het phreatisch vlak, de vochthoudendheid van de doorwortelde bodemlagen, de betekenis van de pF-waarde voor problemen van wateropname, nam toe. Tuinbouw en Bosbouw verrichtten op dit gebied onderzoek en van onze zijde moet hierbij het werk van Peerlkamp, Kuipers, Goedewaagen en van der Paauw worden genoemd. Deze onderzoekingen groeiden dus uit tot ver buiten de werksfeer van Hooghoudt in engere zin. Tegenwoordig van al deze actie kwam met steun van M.S.A.-fondsen de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland tot stand met de opdracht een overzicht te maken van de waterhuishoudkundige toestand van onze cultuurgronden, waaruit een plan voor regionale saneringen van gebreken zou kunnen resulteren. Hooghoudt nam zitting in deze commissie en kreeg in het bijzonder de leiding van de totstandkoming van de zgn. V.V.V.-kaart (Verdroging, Verstuiwing en Verzilting), waaraan verschillende ingenieurs ressortsgewijze meewerkten en de gehele Voorlichtingsdienst van Land- en Tuinbouw was betrokken. Zijn organisatorische talenten kwamen hierbij goed van pas. Kennisneming van voor hem nieuwe aspecten

van het onderzoek, waarvan vaak nog zo weinig bekend was, heeft hem echter nogal zorgen gegeven.

Wij hebben hiermee wel duidelijk aangetoond, dat er van een verstarring van het agrohydrologische onderzoek in landbouwkundig opzicht geen sprake meer is, maar dat dit aspect zo gegroeid is, dat daarvan Hooghoudt niet de leiding had, maar wel terdege bij de leiding was betrokken.

Wij zijn met onze schets van de ontwikkeling van het waterhuishoudkundige onderzoek tenslotte reeds volop aangekomen in de organisatorische verhoudingen.

De Nederlandse Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek nam na de oorlog op instigatie van Prof. de Vries het initiatief om een coördinatie tot stand te brengen op het gebied der hydrologie. Dit leidde tot de oprichting van de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek T.N.O. in 1946. Deze commissie werd het contactpunt tussen vele onderzoekers en instanties, welke zich met hydrologisch onderzoek bezighielden. Wij noemen vertegenwoordigers van Drinkwatervoorziening, Landbouw, Meteorologie, Waterschappen, Waterstaat. Technische Bijeenkomsten werden gehouden, waarin speciale onderwerpen door deskundigen werden behandeld. Subcommissies werden gevormd voor speciale onderwerpen. Hieruit blijkt duidelijk, dat het agrohydrologische onderzoek een onderdeel vormt van het algemene hydrologische onderzoek. Hooghoudt was lid van de Commissie en hield verschillende malen een inleiding op de technische bijeenkomsten. Bovendien werd hij lid van de Commissie van Toezicht op het Archief voor Grondwaterstanden, dat door de Hydrologische Commissie was gesticht en was hij een actief medewerker van de Werkcommissie van het Verdampingsonderzoek in de Rottegatpolder, waarvan het onderzoek met zoveel belangstelling door de Hydrologische Commissie werd gevolgd. Zijn actief meeleven temidden van dit hydrologische onderzoek in al zijn geleidingen heeft er belangrijk toe bijgedragen, dat er zoveel samenwerking kwam rondom zijn hierboven genoemd onderzoek naar de agrohydrologische profielen van Nederland. Wij noemden reeds de

samenwerking tussen het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut en de Geologische Stichting. Verder maakte het Archief voor Grondwaterstanden van deze gelegenheid gebruik om peilbuizen te plaatsen in de watervoerende bodemlagen en nam het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening monsters om georiënteerd te raken over de samenstelling van het bodemwater. Ook bij het onderzoek van de Rottegatpolder, dat een onderdeel vormt van het probleem van het meest economische gebruik van onze watervoorraden, werken vele instanties samen. Hooghoudt en Peerlkamp hebben een groot aandeel gehad in de totstandkoming van de drainagelysimeters in deze polder en Hooghoudt verrichtte daarna veel onderzoek ter bepaling van de waterberging van de polder.

Na de totstandkoming van de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek T.N.O. en tot op zekere hoogte los daarvan zien wij een réveil van het landbouwkundige onderzoek op het gebied van waterhuishouding en watervoorziening. Zoals wij hiervoor gezien hebben, geschiedde dit gedecentraliseerd op vele plaatsen met liëringen in talrijke Commissies en door persoonlijk contact. De Rijkswaterstaat ging antwoord krijgen op de herhaald gestelde vraag, welke de eisen van de Landbouw waren ten aanzien van zijn aandeel in de watervoorraad. Men zou kunnen spreken van een emancipatie van het agrohydrologische onderzoek in Nederland. De Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland, hoewel met een tijdelijke opdracht belast, is wel een grootse concentratie te noemen van vele krachten van onderzoek. In de topleiding is hierbij gezorgd voor een coördinatie met het overige hydrologische onderzoek in Nederland.

Hiermee is dan geschetst, hoe het agrohydrologische onderzoek in Nederland in organisatorisch opzicht zeker niet verstard is, maar eerder de sporen van een al te grote dynamiek vertoont. U zult mij vragen, of bij een bespreking van het werk van Hooghoudt in dienst van het Landbouwkundig Onderzoek ook deze uiteenzetting thuis hoort. Mijn antwoord is volmondig ja. Immers Hooghoudt heeft onder de technische uitvoering van vele plannen zijn brede schouders gezet. Wij kunnen ons er over verheugen en ook Hooghoudt

heeft zich daarover gedurende de laatste jaren verheugd, dat hem temidden van dit woelen en werken, waaraan een periode van sterke groei van onderzoek en voorlichting zo rijk is, de plaats gegeven werd, die hem toekwam. Het moet hem bovendien een gevoel van voldoening gegeven hebben te bemerken, dat ook de aandacht van het buitenland op zijn werk gevestigd werd. Hooghoudt heeft de resultaten van zijn onderzoek zeker niet naar het buitenland gebracht. Daarvoor werkte hij te veel in Nederland en voor Nederland. Des te meer is het van waarde, wanneer toch de resultaten van het wetenschappelijke onderzoek hun weg naar buiten vinden. Zijn artikel in het nummer van Soil Science, dat gewijd is aan de "man made soils" in Nederland over "Tile drainage and subirrigation" is als een erkenning van zijn verdienste te beschouwen. Zijn benoeming tot docent aan de Rijksuniversiteit van Groningen eveneens. Dit laatste heeft er tevens toe bijgedragen, dat het gevaar voor eenzijdigheid in wetenschappelijk opzicht werd doorbroken. Zijn college-dictaat over bodemkunde was de vrucht van eigen onderzoek en van een uitgebreide litteratuurstudie.

Tenslotte nog een enkel woord over de doorbreking van een dreigende eenzijdigheid bij de organisatie van zijn onderzoek in het raam van ons instituut. Wij hebben hiervoor reeds medegedeeld, hoe het aantal van zijn directe medewerkers groeide en de keuze daarvan een grotere veelzijdigheid waarborgde. Eén punt bleef daarbij nog onvermeld nl. de steun, die Hooghoudt kon geven aan het regionale onderzoek in Zeeland en in Limburg. Zoals hiervoor reeds werd medegedeeld, kwam er bij de overgang van ons instituut in het beheer van de Landbouworganisatie T.N.O. een verruiming der financiële mogelijkheden. Op onze begroting kwam o.a. een post te staan voor aanstelling van landbouwkundigen voor regionale concentraties van onderzoek. Van den Berg en Westerhof werden daarvoor aangesteld en gedetacheerd bij de Afd. Onderzoek van de Ruilverkaveling Walcheren. In latere jaren werd van 't Leven daarbij gevoegd. Deze verrichtte zijn onderzoek onder auspiciën van de Commissie voor Waterbeheersing en Verzilting Zeeland. Tenslotte

maakten M.S.A.-fondsen het mogelijk om Hellings te werk te stellen bij de Commissie Agrarische Belangen Limburg. Onze visie ten opzichte van deze ontwikkeling was, dat een goed wetenschappelijk centrum aan ons instituut tot steun zou kunnen zijn voor de collega's, die regionale problemen en belangen kregen te behartigen en dat omgekeerd regionale problemen stof voor dieper gaand onderzoek zouden leveren. Vooral Hooghoudt en zijn medewerkers hebben deze wisselwerking daadwerkelijk bevorderd en het is mij bekend, dat er waardering bestaat voor zijn stuwende kracht hierbij.

Wij hebben deze stuwende krachten zozeer nodig om een middelpunt te vormen voor al te ver gaande decentralisatie. Aan de andere kant heeft de bestaande decentralisatie er voor gezorgd, dat er op verschillende plaatsen onderzoekers zijn, die het onderzoek van Hooghoudt hebben leren kennen, zodat het wordt voortgedragen. Dit kan echter thans nog niet vergoeden het verlies, dat het Landbouwkundig Onderzoek in Nederland heeft geleden. Het agrohydrologische onderzoek aan ons instituut heeft een grote schok gekregen en blijft gedecentraliseerd achter. Hooghoudt heeft zich de laatste tijd meermalen met gerechtvaardigde trots over zijn kring van medewerkers verheugd van laag tot hoog. Moge de herinnering aan en het voorbeeld van zijn kundig, systematisch en toegewijd werken ons helpen onze verzwaarde taak te vervullen.