

(06)
134.C.15

631.548.3 (49)
626.845 (43)

STICHTING VOOR BODEMKART
WAGENINGEN
SIGLIDIFIEK

26/1/1953

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

Gestencilde Mededelingen

jaargang 1953

nr. 9

BEREGENING

(VERSLAG VAN EEN BEZOEK AAN WEST-DUISTLAND
van 26 - 30 Maart en 16 Mei 1953)

Ir C. Baars

182802



1953

INHOUD

	blz.
I Doel van de reis.	1
II Reisoverzicht.	1
III Bepaling van het vochtgehalte of de vochtspanning van de grond.	1
1. Bepaling van de vochtspanning van de grond met behulp van de tensiometer.	1
2. Bepaling van de vochtspanning van de grond door meting van het geleidingsvermogen voor electriciteit.	2
3. Bepaling van het vochtgehalte van de grond door meting van de diëlectrische constante.	3
4. Bepaling van het vochtgehalte van de grond door meting van het geleidingsvermogen voor warmte.	3
5. Bepaling van de vochtspanning van de grond door meting van de vochtigheid van de lucht in de grond.	3
IV Onderzoek naar het vochtverbruik der landbouwgewassen.	4
V De kunstmatige beregening in Zuid-West-Duitsland en het beregeningsonderzoek dat door Prof. W. Brouwer te Hohenheim wordt verricht.	4
VI De kunstmatige beregening in het Rheinland en op de humusarme zandgronden in de nabijheid van de grens met Nederlands Limburg.	6
VII Samenvatting.	8
VIII Conclusies.	9

I. Doel van de reis

De studiereis naar West-Duitsland werd ondernomen om inlichtingen te verkrijgen over:

- 1) de methoden, die worden gevolgd bij de bepaling van het vochtgehalte of de vochtspanning van de grond.
- 2) het onderzoek naar het vochtverbruik van de landbouwgewassen,
- 3) de resultaten van het beregeningsonderzoek, dat door Prof. Dr W. Brouwer te Hohenheim wordt verricht,
- 4) de ervaringen in de praktijk met de kunstmatige beregening in Württemberg, Baden en Rheinland en speciaal op de humusarme zandgronden in het gebied, grenzend aan Nederlands Limburg.

II. Reisoverzicht

Donderdag, 26 Maart: onderhoud met Dr G. Kretschmer, chef van het Agrarmeteorologische Station te Aulendorf.

Vrijdag, 27 Maart: v.m. onderhoud met Prof. Dr W. Brouwer, hoogleraar aan de Landwirtschaftliche Hochschule te Hohenheim; n.m. onderhoud met Dr W. Baier, chef van het Agrarmeteorologische Station te Hohenheim.

Zaterdag, 28 Maart: onderhoud met Dr W. Baier en Dr H. Koepf van het Institut für Geologie und Bodenlehre te Hohenheim.

Maandag, 30 Maart: onderhoud met Dr Franke, Geschäftsführer des Arbeitskreises für Feldberegnung im Rheinland te Bonn.

Zaterdag, 16 Mei: bezoek aan het beregeningsbedrijf Grafenthal te Asperden bij Goch.

III. Bepaling van het vochtgehalte of de vochtspanning van de grond

De Wetterdienst in West-Duitsland heeft zich ten doel gesteld om in het gehele land tot een geregelde vochtbepaling van de grond te komen. Op de weerkaarten van de Wetterdienst in de Amerikaanse zone worden wekelijks de resultaten van vochtbepalingen vermeld; het aantal waarnemingspunten is echter gering. Om tot een dichter waarnemingsnet te komen, zal het nodig zijn, dat men over een snelle methode van vochtmeting beschikt. In de na-oorlogse jaren hebben de landbouwweerkundigen zich ijverig bezig gehouden met het zoeken naar een dergelijke meetmethode. Men is daarin niet geslaagd en in de praktijk geschiedt de bepaling nog op de oude manier, nl. door het nemen van grondmonsters, waarvan het vochtgehalte door droging wordt bepaald.

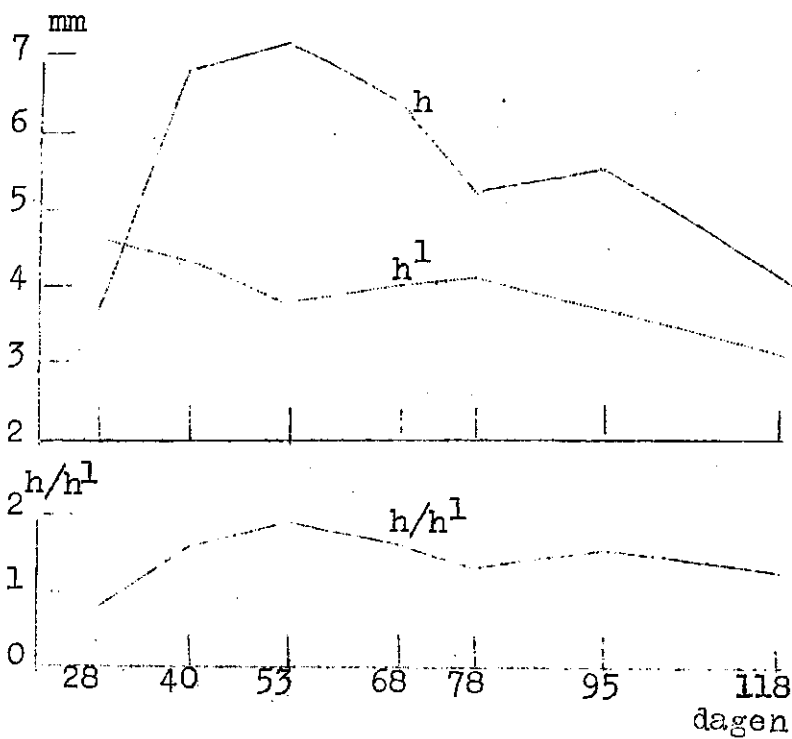
Het navolgende is ontleend aan inlichtingen verstrekt door Dr G. Kretschmer en Dr W. Baier en aan literatuur, die zij ter beschikking stelden.

1) Bepaling van de vochtspanning van de grond met behulp van de tensiometer

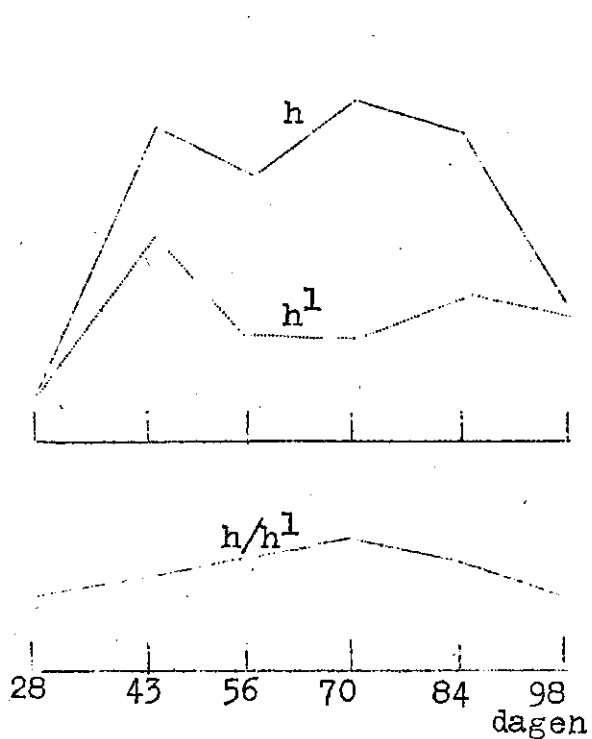
In 1949 stelde Else Fleischhauer - Binz een onderzoek in naar de bruikbaarheid van de tensiometer voor bepaling van het vochtgehalte van de grond. Zij vond een goede correlatie tussen de aanwijzing van de tensiometer en het vochtgehalte van de grond. Opgemerkt moet worden, dat zij onder laboratoriumomstandigheden werkte.

Door Prof. Dr O. Stocker en W. Kausch van het Botanisches

aardappelen



zomertarwe



Vochtverbruik (h) van aardappelen en zomertarwe en de aanwijzing (h¹) door de verdampingsmeter.

Institut der Technischen Hochschule in Darmstadt werd eveneens een onderzoek naar de bruikbaarheid van dit instrument ingesteld. Zij gingen na, of de aanwijzing van de tensiometer overeenstemt met de vochtspanning van de grond, en tevens, of de vochtspanning van de grond weer overeenkomt met de zuigspanning, die door de plantenwortels wordt ontwikkeld. Zij stelden vast, dat in droge grond om het poreuze element van de tensiometer een zeer sterk vochtverval optreedt, ten gevolge van de uiterst langzame verplaatsing van het vocht, dat uit het poreuze element treedt. Naarmate de grond zwaarder en droger is, is de doorstromingsweerstand en dus ook het vochtverval groter. Dientengevolge zal in droge grond de tensiometer een veel lagere onderdruk aangeven dan de vochtspanning van de grond in werkelijkheid bedraagt.

Eenzelfde vochtverval namen deze onderzoekers om de plantenwortels waar. Dienovereenkomstig heeft de toevloeiing van vocht naar de wortels zeer langzaam plaats en is van geen praktische betekenis; de wortels moeten het vocht dan ook opzoeken. Volgens Prof. Stocker is de tensiometer niet bruikbaar voor de bepaling van het vochtgehalte van de grond. Wellicht is het instrument in de landbouw te gebruiken door bijvoorbeeld voor een bepaalde grond en een bepaald gewas empirisch vast te stellen, bij welke tensiometeraanwijzing de vochtverhoudingen van de grond optimaal zijn.

Ten slotte stelde Prof. Stocker nog vast, dat eerst bij een drukverschil van 21 atm. lucht door het poreuze element dringt. De lucht, die bij een onderdruk van 80 dm W.K. in het systeem dringt, moet van lekkages afkomstig zijn.

2) Bepaling van de vochtspanning van de grond door meting van het geleidingsvermogen voor electriciteit

Dr W. Baier, chef van het Agrarmeteorologische Station in Hohenheim, heeft sedert 1949 onderzocht of op deze wijze het vochtgehalte van de grond kan worden bepaald.

Men kan het geleidingsvermogen bepalen door 2 elektroden in de grond te plaatsen en een hoogfrequente wisselstroom van geringe spanning te gebruiken. Het bezwaar van deze werkwijze is, dat de overgangsweerstanden tussen grond en elektroden sterk en onregelmatig veranderen. Bovendien hangt het geleidingsvermogen niet alleen af van het vochtgehalte van de grond, maar bovendien van de soort en de concentratie der ionen van het bodemvocht en van de temperatuur.

Om deze moeilijkheden te omzeilen, plaatste Bouyoucos de elektroden in gips en verkreeg daardoor een constante overgangsweerstand, terwijl bovendien de invloed van de ionenconcentratie werd uitgeschakeld. Daar tussen gipsblok en grond een evenwicht in vochtspanningen optreedt en geen evenwicht in vochtgehalten, meet men op deze wijze de vochtspanning. Voor bepaling van het vochtgehalte van een grond, moet men eerst het verband tussen vochtspanning en vochtgehalte van de desbetreffende grond nagaan.

Dr Baier deelde mede, dat gipsblokken snel vocht opnemen, maar dit vocht langzaam afgeven. Het gevolg is, dat ze zeer snel op regen reageren en dan ook de juiste vochtspanning aangeven; doch in een snel uitdrogende grond reageren ze traag en geven dan een te lage vochtspanning aan. Verder is een zeer groot bezwaar, dat in het natte traject de weerstandsverschillen zeer gering zijn, waardoor vochtspanningsverschillen niet nauwkeurig zijn te meten.

Om de bovengenoemde bezwaren te ontgaan, nam Bouyoucos nylonblokjes; dit materiaal is niet hygroscopisch en geeft

het vocht veel gemakkelijker af dan gips en bovendien zijn de weerstandsverschillen in het natte traject groot, waardoor kleine vochtspanningsverschillen goed meetbaar zijn. Tegenover deze voordelen heeft nylon echter weer het grote nadeel, dat de weerstand van dit materiaal sterk wordt beïnvloed door de aard en concentratie der ionen van het bodemvocht en door de temperatuur.

3) Bepaling van het vochtgehalte van de grond door meting van de dielectrische constante

Deze methode werd onderzocht door Dr H. Person van de Badischer Landeswetterdienst, in Freiburg.

Daar droge grond een dielectrische constante heeft van 4.8, terwijl deze voor water 80 bedraagt, moeten veranderingen in het vochtgehalte van de grond grote veranderingen in de dielectrische constante ten gevolge hebben. Men kan de dielectrische constante met behulp van een capaciteitsmeetbrug bepalen en daaruit het vochtgehalte van de grond direct afleiden. De moeilijkheid is, dat in het natte traject, dat voor de landbouw het belangrijkste is, het geleidingsvermogen van de grond zeer hoog is en dat men hiervoor speciale capaciteitsmeetbruggen moet laten vervaardigen, die zeer kostbaar zijn.

4) Bepaling van het vochtgehalte van de grond door meting van het geleidingsvermogen voor warmte

Naarmate een grond vochtiger is, is het warmtegeleidingsvermogen groter. Albrecht bepaalde het warmtegeleidingsvermogen van grond met behulp van 2 elektrische weerstandsthermometers van 33 en 100 Ω , op 1,5 cm van elkaar in de grond geplaatst. Uit het temperatuurverschil tussen de beide thermometers is het warmtegeleidingsvermogen te bepalen. Wanneer nu het verband tussen warmtegeleidingsvermogen en vochtgehalte van de grond bekend is, dan heeft men een eenvoudige methode om het vochtgehalte van de grond te bepalen. Het nadeel van de methode van Albrecht is, dat de grond ten gevolge van de warmteontwikkeling der thermometers uitdroogt.

Dr G. Kretschmer, chef van het Agrarmeteorologische Station te Aulendorf, tracht uit de warmtegeleiding het vochtgehalte van de grond te bepalen. Zijn methode zal binnenkort worden gepubliceerd. Het bezwaar van deze methode is, dat het warmtegeleidingsvermogen van de grond niet alleen afhankelijk is van het vochtgehalte, doch tevens van de structuur van de grond. Zelfs bij grasland doen zich volgens Dr Kretschmer nog storende structuurwijzigingen voor; bij bouwland is deze methode, althans voor de bouwvoor, geheel onbruikbaar.

5) Bepaling van de vochtspanning van de grond, door meting van de vochtigheid van de lucht in de grond

Dr G. Hofmann van het meteorologisch instituut te München ontwikkelde een apparaat, waarmee de vochtigheid van de lucht in de bodem kan worden gemeten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een cellophaanstrook, die in het traject van hoge relatieve luchtvochtigheid (90 - 100 %) belangrijke lengteveranderingen vertoont. De schaalverdeling wordt empirisch bepaald. De lengteveranderingen van de cellophaanstrook worden electrisch overgebracht op een registreertrommel. De cellophaanstrook is 20 cm lang, 1 cm breed en 17/4 dik. Het meetapparaat, dat ingegraven wordt, heeft een afmeting van 30 x 4 x 2 cm. Er kunnen enige meetapparaten op 1 registreer-

trommel worden aangesloten.

Hofmann meent, dat er zich een evenwicht instelt tussen de vochtspanning van de grond en de vochtspanning in de cellophaanstrook en beschouwt de lucht in het meetapparaat als een waterdoorlatende wand. Het verband tussen de aanwijzing van het meetapparaat en de vochtspanning van de grond is echter niet nagegaan.

Wellicht is dit een bruikbaar apparaat om de verdampings- en condensatieprocessen in de grond te onderzoeken.

IV. O n d e r z o e k n a a r h e t v o c h t v e r b r u i k d e r l a n d b o u w g e w a s s e n

Dit onderzoek werd verricht door Dr. N. Atanasiu van het Institut für Kulturtechnik der Universität Berlin. Hij onderzocht het waterverbruik van de gewassen zomertarwe en aardappelen op verschillende grondsoorten en vond, dat het verbruik onafhankelijk is van de grondsoort en de opbrengst van het gewas. Het waterverbruik wordt bepaald door de weersomstandigheden (stralingsenergie en relatieve vochtigheid van de lucht en windsnelheid) en het ontwikkelingsstadium van het gewas. Dr. Atanasiu vergeleek het vochtverbruik (h) van zomertarwe en aardappelen met de verdamping (h^1), die de verdampingsmeter van Mitscherlich aangeeft en bepaalde voor perioden van 14 dagen de verbruiksfactor $\frac{h}{h^1}$. In de grafieken zijn de waarden h , h^1 en $\frac{h}{h^1}$ weergegeven voor de gewassen zomertarwe en aardappelen, voor 14-daagse perioden. Deze verbruiksfactor is van groot belang; wanneer deze factor bekend is voor de verschillende ontwikkelingsstadia van het gewas, dan kan uit de aanwijzing van de verdampingsmeter het vochtverbruik van het gewas worden bepaald.

V. D e k u n s t m a t i g e b e r e g e n i n g i n Z u i d - W e s t - D u i t s l a n d e n h e t b e r e g e n i n g s - o n d e r z o e k, d a t d a a r d o o r P r o f. W. B r o u - w e r w o r d t v e r r i c h t

Volgens mededeling van Prof. Brouwer, Geschäftsführer des Arbeitskreises für Feldberechnung in Südwestdeutschland zijn in zijn ambtsgebied ongeveer 500 beregende landbouwbedrijven; omtrent het beregende areaal en de geïnvesteerde bedragen kon hij echter geen gegevens verstrekken. Daar Prof. Brouwer slechts zeer beperkte tijd aan de voorlichting kan besteden, is in dit gebied van Duitsland de voorlichting inzake de berekening minder intensief dan in Nieder-Sachsen. Er worden geen technische adviezen verstrekt en de voorlichting beperkt zich tot het houden van enige voordrachten, het organiseren van excursies en de uitgave van een Mitteilungsblatt, dat maandelijks verschijnt en waarin het weerbericht en aanwijzingen voor de berekening in de desbetreffende maand worden gepubliceerd (zie bijlage).

In Baden en Württemberg zijn de beschikbare hoeveelheden water zeer beperkt; zo heeft men thans moeilijkheden om Stuttgart van het nodige water te voorzien en overweegt men de aanleg van een aanvoerkanaal van de Bodenseë af.

Prof. Brouwer acht het noodzakelijk, dat de Waterstaat en de industrie tot een efficiënter gebruik van water komen. Ook in de landbouw zal men uiterst zuinig met water moeten omgaan. Prof. Brouwer meent, dat een zuinig verbruik is gewaarborgd, wanneer zijn berekeningsschema wordt gevolgd; men

krijgt dan met geringe sproeiwaterhoeveelheden grote meeropbrengsten. Wanneer men nagaat, hoe groot het effect is van enkele "regengiften" en daarbij bedenkt, dat dit water nog grotendeels rechtstreeks verdampt, dan vraagt men zich af of alleen het water zo'n grote invloed kan hebben op de opbrengst. Prof. Brouwer meent, dat door het sproeiwater de voedingszouten in een opneembare vorm worden gebracht en dat daaraan het grote effect is te danken. Hij stelde een onderzoek in naar de hoeveelheden opneembaar K en P die in de grond aanwezig zijn en stelde vast, dat gedurende het groeiseizoen grote fluctuaties optreden, die, voor zover dit K betreft, nauw samenhangen met de vochttoestand van de grond. Verder is bekend, dat de gewassen de voedingszouten hoofdzakelijk in een betrekkelijk korte periode opnemen. In deze kritische periode moeten de voedingszouten in voldoende hoeveelheden en in opneembare vorm beschikbaar zijn; door berekening kan men deze zouten wellicht in opneembare toestand brengen. Prof. Brouwer heeft getracht om in deze periode de gewassen een extra hoeveelheid voedingszouten in opneembare vorm toe te dienen en bereikte daarmee gunstige resultaten; bij aardappelen verkreeg hij belangrijke meeropbrengsten door in de bloeitijd stikstof of kalk toe te dienen.

Verder is Prof. Brouwer een onderzoek begonnen naar de perioden, waarin berekening ongunstig werkt. Binnen korte tijd zullen de resultaten van dit onderzoek worden gepubliceerd. Bij grasland nam hij waar, dat berekening bij temperaturen, die lager dan 17° C liggen, geen of een negatief sproei-effect oplevert.

Prof. Brouwer meent, dat het geen zin heeft om de optimale vochttoestand van de grond voor de verschillende gewassen na te gaan; dit optimum is niet constant, ten gevolge van de fluctuaties in de temperatuur.

Z.i. is het opstellen van een vochtbalans zeer moeilijk; wanneer men het vochtverbruik der gewassen al nauwkeurig kan bepalen, dan blijft er nog de moeilijkheid van een juiste waardering van de kunstmatige regen, waarvan soms niet meer dan 20 % tot zijn recht komt.

De thans beschikbare apparatuur voor de bepaling van de vochttoestand van de grond acht Prof. Brouwer niet betrouwbaar en ongeschikt voor de praktijk. Naar zijn mening is de productie van koolzuur in de grond wellicht een geschikte indicatie voor de vochttoestand van de grond en deze koolzuurproductie is nauwkeurig te bepalen.

Dr H. Hoepf van het Institut für Geologie und Bodenlehre der Landwirtschaftlichen Hochschule te Hohenheim, die een uitgebreid onderzoek naar de productie van koolzuur in de grond heeft ingesteld, deelde mede, dat de koolzuurproductie afhangt van het aantal, de aard en de activiteit der bodemorganismen en dat deze activiteit vooral wordt beheerst door temperatuur en vochtigheid van de grond. Behalve de vochtigheid van de grond spelen vele andere factoren een rol en het zal dus moeilijk zijn om uit de koolzuurproductie de vochtigheid van de grond af te leiden.

Prof. Brouwer gebruikt voor zijn proeven kwadraatsproeiers, die continu in alle richtingen sproeien en ongeveer 40 - 60 mm water per uur leveren. Volgens zijn berekening is de regenintensiteit daarvan lager dan van de gewone cirkelsproeiers, die per uur 10 mm leveren, doch waarbij de regen in vlagen op de grond komt met een intensiteit van 3600 mm per uur.

VI. De kunstmatige beregening in het Rheinland en op de humusarme zandgronden in de nabijheid van de grens met Nederlands Limburg

Dr Franke, Geschäftsführer des Arbeitskreises für Feldberegnung im Rheinland te Bonn, deelde mede, dat in zijn ambtsgebied ongeveer 200 beregende landbouwbedrijven zijn. Van deze bedrijven worden thans gegevens verzameld over het beregende areaal, het bouwplan en de installatie.

Dr Franke is in de eerste plaats landbouwconsulent en heeft daardoor slechts beperkte tijd beschikbaar voor beregeningsaangelegenheden. Hij wordt geassisteerd door drie academisch gevormde krachten. Voor de bedrijven, die tot beregening willen overgaan en om advies verzoeken, worden een beregeningsplan en een rentabiliteitsberekening opgesteld. Het project voor de bouw van de installatie wordt door het Wasserwirtschaftsamt opgesteld. Daarna wordt de bouw bij inschrijving aanbesteed.

Dr Franke acht de beregening het meest rendabel op intensief beheerde bedrijven en op gronden van lagere boniteit; bij een boniteit van 80 - 100 is geen belangrijke meeropbrengst te bereiken. Verder is de beregening van hak-enbladvruchten het meest rendabel; bij deze gewassen kan men met weinig water een zeer grote opbrengstvermeerdering bereiken. De beregening van granen is weinig rendabel, evenals die van grasland; grasland kan wel een zeer belangrijke meeropbrengst per ha leveren, maar het vraagt uitermate veel water, waardoor het rendement per mm water laag wordt.

Het beregeningsschema van Brouwer gaat voor de akkerbouwgewassen goed op; wel moest men in 1952, toen het voorjaar zeer droog was, wat vroeger met de beregening beginnen dan het schema aangeeft. Wat de beregening van grasland betreft, zijn de landbouwers in het Rheinland het niet eens met Prof. Brouwer en zij onderscheiden geen kritische perioden. Men strooit de kunstmest direct na het maaien of omweiden, beregent daarna en meent dat men op deze wijze een snelle groei krijgt.

Men gaat in het Rheinland thans algemeen over tot de langzame beregening, ook op de grote bedrijven; in 1953 is uitsluitend nog materiaal voor langzame beregening aangeschaft.

Het verregenen van kunstmeststoffen acht Dr Franke ongewenst, het kan nadelig zijn voor de installatie, maar bovendien dringen deze meststoffen voor de akkerbouwgewassen onvoldoende diep in de grond. Verregening van gier wordt algemeen toegepast en voldoet goed.

Nachtvorsten kunnen met beregening doeltreffend worden bestreden. Door beregening bereikt men dat:

- 1e het warmtegeleidend vermogen van de grond wordt vergroot, waardoor 's nachts de grond veel warmte afgeeft aan de onderste luchtlaag en wordt voorkomen, dat deze laag te sterk afkoelt;
- 2e het sproeiwater bij bevriezing veel warmte afgeeft (80 cal. per cc), waardoor wordt voorkomen, dat de temperatuur beneden 0° C daalt.

Beschikt men over normale sproeiers, dan kan men alleen trachten het warmtegeleidingsvermogen van de grond op te voeren, door van te voren te beregenen. Men kan op deze wijze slechts lichte nachtvorst bestrijden. Het heeft geen zin om tijdens de nachtvorst met een normale sproeier te gaan beregenen; men bestrijkt daarmee slechts een onbetekende oppervlakte en maakt bovendien een modderpoel. Beschikt men over

sproeiers voor langzame beregening dan kan men daarmee een grote oppervlakte bestrijken en dus tijdens de nachtvorst beregenen, waardoor men zelfs zware nachtvorst doeltreffend kan bestrijden, zonder dat men voor structuurbederf van de grond behoeft te vrezen. Dr K. Witte, leider van het tuinbouwproefbedrijf Marhof über Wesseling bij Keulen, stelde vast, dat met een waterhoeveelheid van 1.5 mm per uur zelfs bij temperaturen van -7° C schade kan worden voorkomen.

Dr Franke is zeer enthousiast over de gunstige invloed van windsingels en in zijn ambtsgebied is men met de aanplant van deze singels allerwegen begonnen. De windsingels breken de wind, waardoor de kans op winderosie geringer wordt, de verdamping afneemt, de relatieve vochtigheid van de lucht hoger wordt, de temperatuur overdag hoger wordt, maar, bij helder weer, 's nachts lager daalt en de dauwvorming toeneemt. Een onderzoek naar de invloed van windsingels werd ingesteld door Dr P. Thran van het Meteorologisch Amt Schleswig en door Dr W. Kreutz van de Agrarmeteorologische Forschungsstelle Giesen.

Thran verrichtte zijn onderzoek in Schleswig-Holstein, waar zeer sterke winderosie optreedt. Hij vond meeropbrengsten op de beschutte velden van 50 - 100 %. Kreutz verrichtte zijn onderzoek op het proefveld Grenzhof bij Heidelberg. Hij gebruikte als windsingels o.a. stroken mais en zonnebloemen. Op de beschutte velden was de verdamping volgens de verdampingsmeter van Piche 21 - 36 % lager en de grond was er belangrijk vochtiger. Bij boontjes constateerde hij op de beschutte velden een meeropbrengst van 21 - 48 % en bij aardappelen 4 - 12 %. De windsingel moet niet te dicht zijn, anders ontstaat aan de lijzijde een werveling. De wind moet worden geremd en dit geschiedt het best door een scherm met vele kleine openingen. Over de juiste hoogte en onderlinge afstand der singels verkeert men nog in het onzekere.

Wat de ervaringen met de beregening op de lichte zandgronden in de nabijheid van de Nederlandse grèns betreft, verwees Dr Franke naar de heer G.A. Sinsteden, eigenaar van het landgoed Grafenthal te Asperden bij Goch. Dit bedrijf bestaat voor het grootste gedeelte uit zeer lichte, humusarme, stuivende zandgrond en voor de rest uit zware leemgrond. De totale oppervlakte aan cultuurgrond bedraagt 150 ha, waarvan 30 ha grasland en 120 ha bouwland.

In 1939 werd met de beregening begonnen, aanvankelijk met een installatie met een capaciteit van 80 m^3 water per uur. In 1953 werd er een pomp met een vermogen van 70 m^3 water per uur bijgeplaatst. Daar niet voldoende elektrische energie beschikbaar kon worden gesteld, werd dieselaandrijving genomen. Er is een vaste ondergrondse ringleiding aanwezig. De totale lengte daarvan bedraagt 2000 m en de diameter 150 mm. Hiervoor zijn dunwandige stalen buizen genomen, die van binnen en buiten zijn geasfalteerd. Hierop worden de verplaatsbare zijleidingen aangesloten, bestaande uit dunwandige stalen snelkoppelingsbuizen met diameters van 76 - 108 mm. Het ligt in de bedoeling om het vaste net uit te breiden tot 8000 m lengte, doch dit wordt geleidelijk uitgevoerd, aangezien de investeringskosten daarvan 150000 - 200000 DM zullen bedragen. Tot nog toe werd normale beregening toegepast, doch in 1953 gaat men over tot langzame beregening. Men hoopt daarmee op de arbeidskosten te kunnen besparen. Bij de normale beregening waren 3 arbeiders doorlopend nodig voor verplaatsing van leidingen en sproeiers. De prestaties waren niet hoog, daar zonder toezicht werd gewerkt. Bij de langzame beregening worden leidingen en sproeiers 2 maal per

dag door een grotere groep arbeiders verplaatst, die onder toezicht werkt. Verder kan nu zonder bezwaar ook 's nachts worden beregend. Ten slotte verwacht men, dat het structuurbederf van de leemgronden bij langzame beregening minder groot zal zijn dan bij normale beregening. Op deze leemgronden wordt daarom reeds lang geen normale beregening toegepast en op deze grondsoort worden granen verbouwd, waarvoor de beregening het minst noodzakelijk is. Suikerbieten en aardappelen, die de beregening het meest nodig hebben, worden op de lichte zandgrond geteeld en men bereikt opbrengsten van 40 ton suikerbieten per ha en 30 ton aardappelen per ha.

Er wordt bij voorkeur 's nachts beregend en ook wanneer het regent.

De akkerbouwgewassen beregent men volgens het schema van Brouwer. Bij het grasland wijkt men van dit schema af en beregent direct na het omweiden. Het hooiland wordt enige dagen voor het maaien beregend, daar men het schadelijk voor de grasmat acht om hiermede te wachten totdat het hooi van het land af is. Landsberger mengsel wordt eveneens enige dagen voor de oogst beregend; men krijgt daardoor een mooi vochtig zaaibed voor het volgende gewas. Beregent men het droge stoppeland eerst na het ploegen, dan verkrijgt men een minder gunstige vochtverdeling in de bouwvoor en bovendien treedt structuurbederf op.

Het bouwplan voor 1953 ziet er als volgt uit:

47 ha halmvruchten (14 ha tarwe, 5 ha rogge, 10 ha wintergerst, 18 ha Landsberger mengsel), 33 ha bladvruchten (14 ha koolzaad, 14 ha erwten, 5 ha klaver) en 40 ha hakvruchten (12 ha aardappelen, 15 ha suikerbieten, 3 ha voederbieten, 10 ha kool, komkommer, uien en asperges).

Op de lichte zandgronden worden hoofdzakelijk hakvruchten verbouwd. Om het humusgehalte op peil te houden en zo mogelijk te verhogen, worden ook groenbemesters geteeld en verder wordt op grote schaal compost bereid uit stadsvuil.

Met de aanleg van windsingels is men reeds enige jaren geleden begonnen. Men gebruikt daarvoor Canadese populieren, die worden afgeknot. Men verwacht, dat daardoor de wind zodanig wordt gebroken, dat minder winderosie optreedt en dat de verdamping geringer wordt. Gedurende enige jaren werden proeven genomen met windsingels van mais en men stelde daarbij vast, dat achter deze singels de windsnelheid en de verdamping belangrijk geringer en de temperatuur en de luchtvochtigheid hoger waren dan op onbeschutte velden.

Dat in Duitsland de beregening van grasland minder rendabel is dan van bouwland, schrijft de heer Sinstedentoe aan de extensieve graslandexploitatie.

VII. S a m e n v a t t i n g

- 1e In de naoorlogse jaren hebben in Duitsland vooral de Agrarmeteorologen gezocht naar een methode om het vochtgehalte of de vochtspanning van de grond te meten. Zij zijn daarin nog niet geslaagd. Voor het droge traject zijn weliswaar de gipsblokken goed bruikbaar, maar voor het natte traject, dat voor de landbouwgewassen vooral van belang is, is nog geen bruikbaar apparaat gevonden.
- 2e Door Dr N. Atanasiu werd voor enige landbouwgewassen het vochtverbruik gedurende de verschillende groeistadia bepaald en vergeleken met de aanwijzing door een verdampingsmeter. Dit is slechts een beperkt onderzoek en men is nog niet begonnen om dit systematisch voor alle landbouwgewassen na te gaan. Van de zijde van de beregeningsspecialisten is voor dit

- onderzoek slechts weinig belangstelling.
- 3e Prof. Brouwer heeft een onderzoek ingesteld naar de periodes, waarin de beregening der landbouwgewassen schadelijk werkt. Binnen korte tijd zal daarvan een schematisch overzicht worden gepubliceerd.
- Verder gaat hij na, op welke tijdstippen de gewassen de verschillende voedingszouten opnemen en in hoeverre de beregening het gehalte van de grond aan voor de planten opneembare voedingszouten kan beïnvloeden.
- 4e Voor de beregening van akkerbouwgewassen volgt men in Baden-Württemberg en het Rheinland algemeen het schema van Brouwer. Wanneer het voorjaar zeer droog is, zoals in 1952, begint men wel wat vroeger dan het schema aangeeft. Bij de beregening van grasland volgt men dit schema echter niet en beregent men direct na het omweiden of hooien.
- 5e In het Rheinland gaat men thans algemeen over tot de langzame beregening, ook op de grote bedrijven, omdat bij dit systeem de beregening gedurende de nacht zonder bezwaar mogelijk is, het structuurbederf van de grond geringer is, de nachtvorsten efficiënter kunnen worden bestreden en de arbeidskosten kunnen worden gedrukt.
- 6e Door de beregening kan nachtvorstschade worden bestreden. Bij lichte nachtvorst is het afdoende, wanneer men te voren beregent, waardoor het warmtegeleidingsvermogen van de grond wordt vergroot en de grond 's nachts slechts zoveel warmte afgeeft, dat schadelijke daling van de temperatuur der onderste luchtlaag wordt voorkomen. Bij strenge nachtvorst is het noodzakelijk om tijdens de vorst te beregenen. Door het bevriezen van het sproeiwater komt veel warmte vrij, waardoor de temperatuur niet beneden 0° C daalt. Deze doeltreffende bestrijding van nachtvorst is echter alleen met langzame beregening uitvoerbaar.
- 7e In het Rheinland en in Neddersachsen besteedt men veel aandacht aan de aanleg van windsingels. Deze moeten de winderosie bestrijden en de verdamping beperken.

VIII. C o n c l u s i e s

1. Een systematisch onderzoek naar het waterverbruik van de landbouwgewassen gedurende de verschillende groeistadia en het verband, dat bestaat met de aanwijzing door een verdampingsmeter, is van groot belang. Wanneer het verloop van de verbruiksfactor (verdamping van gewas gedeeld door door verdampingsmeter aangewezen verdamping) voor de gehele groeiperiode van de verschillende gewassen bekend is, dan is uit de verdamping, die de verdampingsmeter aangeeft, het vochtverbruik van elk gewas op elk moment te bepalen.
- Om tot een juiste vochtbalans te komen, dient te worden onderzocht, hoe groot de verdampingsverliezen zijn, die bij kunstmatige beregening optreden. De hoeveelheid water, die bij het sproeien verdampt, hangt in de eerste plaats af van de weersomstandigheden (stralingsenergie, rel. vochtigheid van de lucht, windsnelheid) en verder van de druppelgrootte, de sproeiafstand, de regenintensiteit en de aard en ontwikkeling van het gewas.
2. De kritische periodes, die Prof. Brouwer onderscheidt, komen in het algemeen overeen met de periodes van het grootste vochtverbruik der gewassen. Door de grote verdamping kan de vochtvoorraad in de bewortelde laag te klein worden. Wanneer dit moment aanbreekt, hangt af van de vochtreserve van de bewortelde laag aan het begin van - en de weersomstandigheden gedurende de vegetatieperiode.

Bij grasland hebben we te maken met een steeds volledig ontwikkeld en gesloten gewas, dat niet afsterft. De verdamping daarvan wordt hoofdzakelijk beïnvloed door de weersomstandigheden. Bij grasland treden dientengevolge geen kritische perioden op. De beregening dient te worden uitgevoerd overeenkomstig de weersomstandigheden.

3. Bij grasland heb ik in de eerste helft van Mei 1953 bij temperaturen van $10 - 13^{\circ} \text{C}$ nog een bevredigend sproei-effect op grasland waargenomen, en de waarneming van Prof. Brouwer, dat beneden 17°C geen of een negatief sproei-effect is te verwachten, gaat voor de Brabantse zandgronden niet op.
4. De langzame beregening heeft belangrijke voordelen boven de normale beregening en past bij een intensieve landbouw. Toch vindt de langzame beregening in Nederland nog geen ingang. De langzame beregening kan een belangrijke besparing geven op arbeidskosten en waterverbruik (nachtberegening, minder verdamping), maar men moet over een krachtbron beschikken, die geen voortdurend toezicht vereist, dus een electromotor. Electriche aandrijving is in Nederland echter belangrijk duurder dan dieselaandrijving. Maar ook bij dieselaandrijving blijven de belangrijke voordelen van geringer structuurbederf van de grond en effectiever nachtvorstbestrijding bestaan. De landbouwers gaan niet tot dit systeem over, omdat zij terugschrikken van de hogere investeringskosten en de voordelen onderschatten.
5. Het onderzoek naar de invloed van windsingels op verdamping en opbrengst der gewassen is van belang.

Literatur

1. Atanasiu, N. : "Ein Beitrag zum Studium des Wasserverbrauchs unserer Kulturpflanzen". Zeitschrift für Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde, Bd. 42, Heft 2 (1948).
2. Atanasiu, N. : "Die Wasserversorgung unserer Kulturpflanzen in Abhängigkeit von Klima und Boden". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone, Nr. 32 (1952).
3. Baier, W. : "Methoden und Ergebnisse von Bodenfeuchtemessungen". Diss. Hohenheim 1951.
4. Baier, W. : "Elektrische Methoden zur Messung der Bodenfeuchte". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone, Nr. 32 (1952).
5. Brouwer, W. : "Steigerung der Erträge der Hülsenfrüchte durch Beregnung sowie Fragen der Bodenuntersuchung und Düngung". Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau, Bd. 91, Heft 3 (1949).
6. Brouwer, W. : "Die Feldberegnung" 1950.
7. Brouwer, W. : "Grünlandberegnung mit grössten betriebswirtschaftlichen Nutzen". Mitteil. der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1952.
8. Brouwer, W. : "Können wir uns der Witterung anpassen?". Mitteil. der Deutschen Landwirtsch. Gesellsch. 1952.
9. Fleischhauer - Binz, E. : "Die Messung von Bodensaugkräften mit Tensiometern". Planta, Band 37 (1949).
10. Geiger, R. : "Bericht über ein von G. Hofmann entwickeltes Gerät zur Registrierung der Bodenluftfeuchtigkeit". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone, Nr. 32 (1952).
11. Hofmann, G. : "Ein Gerät zur Registrierung der Bodenluftfeuchtigkeit". Diss. München 1950.
12. Koepf, H. : "Bodenatmung (die Möglichkeit ihrer Bestimmung und ihre Bedeutung für die Charakterisierung des Bodenzustandes)". Diss. Hohenheim 1950.
13. Koepf, H. : "Bodenklima und Bodenatmung". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone, Nr. 32 (1952).
14. Koepf, H. : "Laufende Messung der Bodenatmung im Freiland". Landwirtschaftliche Forschung, Bd. IV, Heft 3 (1952).
15. Kreutz, W. : "Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete des Windschutzes". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone, Nr. 32 (1952).
16. Steubing, L. : "Der Einfluss von Heckenanlagen auf den Taufall". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone, Nr. 32 (1952).
17. Stocker, O. und W. Kausch : "Bodenfeuchte und Tensiometermessung". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der

- U.S.Zone, Nr. 32 (1952).
18. Thran, P. : "Ertragssteigerung durch den Windschutz der Wallhecken (Knicks) in Schleswig-Holstein". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S.Zone, Nr. 32 (1952).
19. Witte, K. : "Untersuchungen zur Frage der Frostabwehr durch Beregnung". Wasser und Boden, 1951, Heft 4.
20. Witte, K. : "Untersuchungen zur Frage der Frostabwehr durch Beregnung". Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S.Zone, Nr. 32 (1952).

S. 1565

100 ex.

Mitteilungsblatt des Arbeitskreises für Feldberegnung
in Südwestdeutschland

(Als Manuskript vervielfältigt. Nachdruck nur mit Genehmigung der Geschäftsstelle des Arbeitskreises für Feldberegnung.)

2. Jahrgang Nr. 2 / Mai 1952

Wetteraussichten für Mai 1952

Die recht erheblichen Unterschiede zwischen dem vorhergesagten und dem tatsächlichen Witterungsverlauf während des vergangenen Monats zeigen deutlich, dass wir noch ziemlich weit von einer absolut zuverlässigen Wettervorhersage entfernt sind. Da sich jedoch die Prognosen im allgemeinen schon als brauchbar erwiesen haben, sollen sie auch weiterhin mitgeteilt werden. Man wird aber gut daran tun, sich beim Einsatz der Beregnung nicht nur auf die Vorhersagen zu verlassen, sondern in erster Linie nach einem wirtschaftlich durchdachten Beregnungsplan zu arbeiten. Als wertvolle Ergänzung zu diesem Plan kann die Wettervorhersage vielleicht gute Dienste leisten.

Auszug aus der Vorhersage des Wetteramtes Stuttgart

(Dr. Nestle)

Für die Wetterentwicklung im Mai sind die Unterlagen, als Folge des ungewöhnlichen Wetterablaufs im April, nicht eindeutig. Im wesentlichen lässt sich jedoch das eine feststellen, dass ein ausgesprochen kalter Mai unwahrscheinlich ist, und dass die Niederschlagsmengen vielfach durch Gewitterregen zustande kommen werden, weshalb sie starke örtliche Unterschiede aufweisen dürften, ohne dass man von einem im eigentlichen Sinne nassen Mai sprechen könnte.

Auszug aus der Vorhersage des Wetteramtes Freiburg i.Br.

(Dipl. Met. Trenkle)

Bis etwa zum 5. wird das unbeständige zu gewittrigen Regenfällen neigende Wetter bei langsam sinkenden Temperaturen anhalten. In der Folge ist alsdann, abgesehen von 2-3 tagigen Wetterverschlechterungen, meist gewittriger Art, die zu Beginn und gegen Ende des zweiten Monatsdrittels erwartet werden und vorübergehend kühleres Wetter in Aussicht stellen, bis etwa zum 23. mit freundlichen und warmem Wetter zu rechnen. Um die Monatsmitte und zu Beginn des letzten Monatsdrittels sind kühle Nächte zu erwarten. Etwa ab 24. wird sich, wahrscheinlich durch Gewitter eingeleitet, ein unbeständiger und kühlerer Witterungsabschnitt anbahnen, der bis kurz vor Monatsende andauern dürfte.

Hinweise für die Beregnung im Mai

Die unerwartete und teilweise mit beachtlicher Erwärmung verbundene vorübergehende Trockenperiode im April hat vielerorts die Inbetriebnahme der Beregnungsanlage beschleunigt.

Bei den Futterpflanzen (Gemenge, Wickroggen u.a.) kann der Ertrag bei vorübergehender Trockenheit durch eine rasch eingeschaltete Regengabe wesentlich verbessert werden. Bis wenige Tage vor der Mahd ist die Beregnung noch rentabel. Erbsenfuttergemenge können im Mai und Juni fast bis zur Erbsenblüte (Schnittzeit) mit 1-3 Regengaben beregnet werden. Zur Körnergewinnung ist dagegen eine Beregnung wäh-

rend der Blüte rentabler. Zeitigere Regengaben fördern in erster Linie die Bildung der Blattmasse. Für Kleegras und Luzerne hat die Beregnung erst bei entsprechender Erwärmung (mindestens 15 Grad Tagesdurchschnittstemperatur) wirtschaftlichen Wert. Eine Beregnung vor dem ersten Schnitt lohnt sich bei Luzerne fast nie. Auch auf dem Grünland sollte nicht zu früh mit der Beregnung begonnen werden. Regengaben rentieren sich praktisch kaum vor Mitte Mai. Von diesem Zeitpunkt an können 2-3 Gaben zu jedem Schnitt beachtliche Ertragsverbesserungen bewirken. Nach dem Schnitt bzw. dem Abweiden wird empfohlen, mit der Beregnung wenigstens eine Woche zu warten. Weiden lohnen die Beregnung in hervorragender Weise. Man sollte aber die Zahl der Gaben nicht übertreiben. Es mag schwer sein, für alle Verhältnisse etwas Exaktes zu sagen, doch sei man sich im klaren darüber, dass die Beregnung bei zu kaltem Wetter (unter 16-17 Grad Tagesdurchschnitt) wenig Erfolg hat. Die Höhe der Einzelgabe sollte mindestens 15 mm betragen; später und bei grosserer Wärme 20 bis höchstens 30 mm. Dankbar für die Beregnung ist ferner der Raps, auch noch während der Blüte. 2 bis höchstens 3 Gaben zu 20 mm haben sich gut bewährt. Von den Getreidearten lohnen Hafer und Sommergerste eine Beregnung. Bei warmem Wetter bringt schon eine frühe Regengabe etwa 3 Wochen nach dem Aufgang guten Erfolg, da hierdurch insbesondere auch die Fritfliege gestört wird. Zur Zeit des Schossens verwertet besonders der Hafer einige Regengaben recht gut. Beim Flachs kommt es ganz besonders darauf an, mit der Beregnung nicht zu spät zu beginnen. 2-3 Regengaben zu 15-20 mm in der Zeit 4-8 Wochen nach dem Aufgang (d.h. etwa von Mitte Mai bis Mitte Juni) können einen guten Mehrertrag bringen. Für die Beregnung der Obstgehölze im Frühjahr gibt es noch sehr wenig Anhaltspunkte. Auch muss hier sicher mit einem unterschiedlichen Verhalten der verschiedenen Sorten (sowohl bei Kernobst wie auch bei Steinobst) gerechnet werden. Eine Beregnung während der Blüte ist gefährlich und nur zur Verhütung von Frostschäden zu erwägen. Auf Grund unserer agrarmeteorologischen Untersuchungen ist nicht damit zu rechnen, dass Regengaben in den auf die Blüte folgenden vier bis fünf Wochen den Ertrag günstig beeinflussen. Ueber den weiteren Einsatz der Beregnungsanlage im Obstbau soll im nächsten Mitteilungsblatt berichtet werden. Es ergeht gleichzeitig noch einmal an alle Leser die Bitte, selbst Beobachtungen anzustellen und Versuche durchzuführen. Von besonderem Interesse sind neben der Frage nach dem günstigsten Beregnungszeitpunkt vor allem auch Beobachtungsbefunde über das Auftreten von Schädlingen im Zusammenhang mit der Beregnung.

Landwirtschaftliche Abwasserwertung

Die rasch anwachsende Bevölkerungszahl gerade auch der kleineren Städte macht vielerorts eine Erweiterung bzw. Neuplanung der Klar- und Abwasserbeseitigungsanlagen notwendig. Man ist dabei nach besten Kräften bemüht, die Erfahrungen der letzten Jahre und in besonderem Masse auch die Wünsche der Landwirtschaft als Abwasserwerter zu berücksichtigen. Es zeigt sich jedoch, dass sehr häufig die Landwirte selbst noch kaum eine Vorstellung von den Möglichkeiten der Abwasserwertung mit Hilfe der Beregnung haben. Meist handelt es sich darum, gewisse Wassermengen ganzjährig oder auch nur zu bestimmten für die Landwirtschaft nicht immer gerade günstigen Zeiten abzunehmen und landwirtschaftlich zu verwerten. Da die Abwassererzeuger an der Beseitigung des Wassers sehr interessiert sind, werden der Landwirtschaft recht günstige Abnahmebedingungen geboten. Die Höhe der von den Landwirten für die Nutzung des Abwassers zu entrichtenden Gebühren wird im allgemeinen nach der Hektarzahl der Beregnungsfläche berechnet. Dass es bei der Planung neuer Abwasserwertungsprojekte ganz besonders darauf ankommt, die landwirtschaftlichen Gesichtspunkte gebührend zu berücksichtigen, ist selbstverständlich. Dies ist aber nur möglich, wenn sich die Landwirte selbst darüber im klaren sind zu welcher Zeit und welche Wassermenge sie brauchen können. Das Abwasser stellt ein

noch kaum genutztes Reservoir für die Beregnung dar. Er wäre sehr bedauernswert, wenn durch unsachgemäße Verwendung und eine zum Teil unverantwortliche, nur durch die Unkenntnis der Landwirtschaft überhaupt erst wirksame Propaganda gegen die landwirtschaftliche Abwasserwertung diese wertvolle Wasserreserve ungenutzt bliebe. Die Geschäftsstelle des Arbeitskreises für Feldberegnung wird in den folgenden Mitteilungsblättern die Frage der Abwasserwertung mit Hilfe der Beregnung wieder aufgreifen.

Am Weiterbezug dieses durch den Arbeitskreis für Feldberegnung unentgeltlich versandten Mitteilungsblattes interessierte Leser werden gebeten, - soweit eine Bestellung nicht im Vorjahr schon erfolgte - ihre Anschrift möglichst umgehend der Geschäftsstelle des Arbeitskreises mitzuteilen. Anfragen und Bestellungen sind zu richten an den Arbeitskreis für Feldberegnung in Südwestdeutschland, Stuttgart-Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.