

DE LANDBOUW-
WATERHUISHOUDING VAN
NEDERLAND

IR. W.C. VISSER

1958

INHOUD

I. <i>Aard van het vraagstuk</i>	5
1. Het ontstaan van de waterbeheersingsgedachte	5
2. Het voorstel tot een waterhuishoudkundige inventarisatie	8
II. <i>Organisatie van het onderzoek</i>	10
1. De overwegingen van de Commissie ad hoc	10
2. De verkenning van de waterhuishouding van de Nederlandse landbouw	11
3. De plaats van het C.O.L.N.-onderzoek	14
4. De organisatie van de C.O.L.N.	15
5. Het gebied van onderzoek	19
III. <i>Landelijk overzicht van de waterhuishouding</i>	20
1. De inhoud van het begrip landbouwwaterhuishouding	20
2. De waterhuishouding en de produktiviteit van de grond	21
3. De berekening van de opbrengstdepressies	22
4. De systematische onnauwkeurigheden van de depressieberekening	26
5. De waterhuishoudkundige toestand van de provincies	30
a. Groningen	30
b. Friesland	34
c. Drente	40
d. Overijssel	46
e. Gelderland	51
f. Utrecht	56
g. Noordholland	60
h. Zuid-Holland	64
i. Zeeland	69
j. Noord-Brabant	73
k. Limburg	77
6. Depressies en verbeteringsmogelijkheden	82
7. Het zoutonderzoek	86
IV. <i>Overwegingen en technieken ten aanzien van de verzamelde gegevens</i>	89
1. Algemene ervaringen bij het uitvoeren van kwantitatieve landelijke verkenningen	89

2. Overwegingen omtrent het wezen van de opbrengstdepressie	91
3. Opzet van het depressieonderzoek	93
4. De verdrogingskaart	95
a. De nauwkeurigheid	97
b. De opbrengstcurven en de verdrogingstaxatie	101
c. Perspectieven ten aanzien van de verdrogingstaxatie	106
5. De beschrijving van de grondwaterdiepte	107
a. De toevallige fout	108
b. De systematische fout	109
6. De opbrengst-ontwateringsdieptecurve	110
a. De groeiwetten	111
b. De analyse van de curven	113
c. De constructie van de isocarpen	119
7. De mogelijkheid tot verder gebruik van de grondwaterdiepte-gegevens	122
a. Het gebruik van de waterstanden bij het bemalingsbeleid van polders	123
b. Het gezamenlijk gebruik van oude en nieuwe waterstandsgegevens	124
c. De waterstandsgegevens als maat voor de waterbalans	125
 V. <i>Het waterhuishoudingsonderzoek en de praktijk</i>	131
1. De waterhuishouding en het bedrijf	131
2. Het bouwplan en de vochttoestand	133
3. De opbrengst van de gewassen en de vochthuishouding	136
4. De arbeidstijd en de vochttoestand	137
5. De behoefte aan hulpstoffen en de vochthuishouding	139
6. Het totale effect van de vochthuishouding op het bedrijfsresultaat	140
7. Slotbeschouwing	142
 <i>Summary</i>	143
 <i>Résumé</i>	148
 <i>Zusammenfassung</i>	154

I. AARD VAN HET VRAAGSTUK

1. HET ONTSTAAN VAN DE WATERBEHEERSINGSGEDACHTE

Wanneer men nagaat welke plaats de waterbeheersingsgedachte met betrekking tot een eventuele opvoering van de produktiviteit van de grond omstreeks de jaren 1935 in Nederland innam, dan moet men vaststellen, dat die zeer ondergeschikt was. Wat betreft het raakvlak van bodem en produktie waren de gedachten sterk geconcentreerd op de bemesting. Het chemisch grondonderzoek was ver ontwikkeld en de aandacht van de bevolking werd steeds meer erop gericht. Had men in die tijd moeten voorspellen welk onderwerp van bodemkundige aard vervolgens zou worden aangepakt, dan zou men toen vrij zeker het structuuronderzoek genoemd hebben. Het waterhuishoudkundig onderzoek leidde in die tijd ongetwijfeld een krachtig leven, maar concentreerde zich vrijwel geheel op de waterstroming in de grond. De samenhang tussen vocht en opbrengst werd nog maar in zeer beperkte mate bestudeerd. Wel werden in die tijd kleine studies uitgevoerd. Grote bekendheid kregen de in bakken uitgevoerde proeven van BLAAUW over de reactie van bloembollen op de grondwaterdiepte. Een ontwateringsdiepteproefveld in Nieuw-Beerta vanaf 1943, een vakkenproef op het terrein van het Landbouwproefstation Groningen, een onderzoek naar de verdroging in de tuinbouw ten noorden van Beverwijk volgden op het onderzoek met bloembollen en vormden de incidentele verkenningen op het gebied van water en gewas, die nu achteraf het aanloopstadium van het waterbeheersingsonderzoek markeren.

Het is opvallend, dat in een land waar de techniek van de waterbeheersing zich empirisch zover had ontwikkeld, de steun van het onderzoek zo lang kon worden ontleend. De ontwateringsdiepte van de Wieringermeer werd in 1932 nog geheel bepaald op grond van de technische eisen van de waterafvoer door de drainbuizen. Het zeer de aandacht trekkende verdrogingsgeval van de Armhoede werd omtrent 1940 bestudeerd, zonder dat het tot het bepalen van opbrengst-ontwateringsdieptecurven kwam.

Het zou nog jaren duren voordat — volgend op het sterk hydraulisch gerichte onderzoek naar de waterhuishouding — in een tweede, meer landbouwkundig georiënteerde fase, activiteit ten aanzien van de opbrengsten kon worden ontplooid, die de vergelijking met het bemestingsonderzoek kon doorstaan.

Ziet men naar de stand van zaken omstreeks 1945, dan blijkt in slechts enkele jaren een grote verandering opgetreden te zijn. In 1943 werd het eerste proefplekkenonderzoek naar de meest gewenste ontwateringsdiepte op praktijkpercelen op zavelgronden van Schouwen uitgevoerd; in 1944 het onderzoek op dalgrond in het Hollandse veld in Drente. Het kwantitatieve inzicht in de invloed van de waterhuishouding op de produktiviteit kon groeien vanaf het moment, waarop een onderzoeksmethode werd gevonden, die aan de aard van het probleem was aangepast. De bodemkartering kwam op en ging geleidelijk het accent leggen op de

groefactor water. Het drainage-onderzoek kreeg een landbouwkundige doelstelling in plaats van de technische van de voorafgaande jaren. De infiltratie werd op grond van de ervaringen van het opbrengstonderzoek in de Noordoostpolder en het gebied van Valkenswaard nader bestudeerd en technisch verder ontwikkeld. De eerste proefnemingen met berekening werden in deze tijd genomen. In enkele jaren tijd nam het aantal onderzoekers toe tot een aantal, dat aangepast was aan de betekenis van het vraagstuk. Nog zonder veel coördinatie verkenden velen, elk naar eigen inzichten, het gebied van de waterhuishouding. Hierdoor ontstonden vele initiatieven en vele waardevolle richtingen van onderzoek.

Reeds na een opvallend gering aantal jaren kwamen de wensen naar voren om van het incidentele spoorwerk over te gaan op het meer gecoördineerde onderzoek. In de Hydrologische Commissie T.N.O. ontstond een knooppunt voor de verschillende richtingen van onderzoek en van praktische toepassing. Dat een goede regeling van de waterhuishouding opbrengstverhoging kon geven, kon uit de vele opbrengst-ontwateringsdieptecurven steeds beter blijken. De oorlogstijd had bij de Nederlandse bevolking de belangstelling voor de voedselvoorziening extra gescherpt en de verwoesting van vele produktiemogelijkheden in landbouw, handel en industrie verwekte een groot elan tot het economisch weer op peil brengen van ons land. Men wilde toepassen, ook al was de kennis van de waterhuishouding toen nog geen sluitend geheel te noemen.

Reeds in 1937 streefde HOOGHOUT naar een landelijke verkenning van de moeilijk bepaalde doorlatendheden van de diepere ondergrond, hetgeen werd toegelicht met een onderzoek in de Veenkoloniën. Hieruit zou vele jaren later — namelijk in 1950 — het onderzoek van de diepe hydrologische profielen ontstaan. De bodemkartering was evenzeer het gevolg van een streven naar landelijke verzameling van gegevens, welke landelijke overzichten — vooral ten aanzien van de waterhuishouding — meer en meer betekenis bleken te hebben. Binnen de kring van de Cultuurtechnische Dienst bleek een landelijke opname van grondwaterstanden in 1946 de mankracht te boven te gaan — gedacht werd aan 200 buizen per provincie — maar op grond van een initiatief van Professor KRUL kon na een serie voordrachten voor de Hydrologische Commissie T.N.O. het Archief voor Grondwaterstanden met een landelijke taak in 1948 tot oprichting komen.

Het was uit dit streven naar een landelijke samenvatting, dat het voorstel, hetwelk tot de oprichting van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland-T.N.O. (C.O.L.N.) voerde, zijn overtuigingskracht en zijn verwerkelijking kon ontleenen. Het voorstel landelijk tot een inzicht in de produktiedepressie door ontregelde of ongunstige waterstanden te geraken, dateerde van 1948. De droge zomer van 1947 was hier een stimulans, die niet slechts het ontstaan van de C.O.L.N. alleen beïnvloedde. In Limburg ontstond op initiatief van Ir. ZEGUERS een commissie met ongeveer gelijke doelstelling, terwijl in Zeeland door de Stichting voor de Landbouw op initiatief van Ir. D. J. DORST, Dr. Ir. G. DE BAKKER en Ir. A. FRANKE ten behoeve van een iets anders gerichte taak eveneens een commissie werd ingesteld. Er is in die tijd ten aanzien van het onderzoek, dat het C.O.L.N.-

onderzoek zou worden, aan een zeer brede aanpak gedacht. Niet slechts de bestudering van het waterbeheersingsvraagstuk over het gehele land op grond van bodemtypen en grondwaterdiepten leek binnen het bereik te liggen, maar ook het geven van regionale oplossingen van vraagstukken van mogelijke produktieverhoging, benodigde waterhoeveelheid, invloed op de hydrologische toestand buiten het gebied van watervoorziening, grondslagen voor het cultuurtechnisch plan van beregening of infiltratie, toelaatbaarheid van noodzakelijke investeringen enz. leken deel van het onderzoek te kunnen uitmaken.

Achteraf gezien hebben wellicht de toenmalige snelle vorderingen van de kennis van de waterbeheersing en de op dat ogenblik nog niet vermoede hiaten in deze kennis tot te optimistische voorstellingen geleid. De in de volgende paragraaf te bespreken Commissie ad hoc ter bestudering van de grondslagen van de waterhuishouding in Nederland heeft tot taak gehad in deze verwachtingen evenwicht te brengen. De breedheid van de gekoesterde verwachtingen heeft daarbij het voordeel gehad, dat bij de beperkte keuze van de doelen, die voor het C.O.L.N.-onderzoek uiteindelijk gemaakt werd, vele keuzemogelijkheden in de beoordeling konden worden betrokken. Het nadeel van de optimistische verwachtingen is wellicht geweest, dat het accent op de noodzaak van meer fundamenteel onderzoek en de coördinatie van die activiteiten wat licht is gebleven. Eerst geleidelijk is gebleken, dat voor een aantal vraagstukken de basis van benodigde kennis nog niet aanwezig was, dan wel de mogelijkheid tot een oplossing te komen met algemeen geldende methoden van onderzoek niet met zekerheid vaststond.

Onderzoek is schematisering en in de hydrologie betekent dit noodzakelijkerwijze vrijwel steeds een te ver gaande schematisering. Bij stromingsonderzoek zal men wel nooit verder komen dan het werken met een zeer vereenvoudigd profiel en een zeer vereenvoudigde veronderstelling omtrent de opeenvolging van regen en droogte. De reactie van het gewas op de opeenvolging van korte perioden van watertekort en -overlast vormt een vraagstuk, dat eveneens praktisch niet dan na sterke schematisering zal zijn op te lossen. Het valt dan ook niet te zien of het produktiviteitsonderzoek een nauwkeurig voorschrift van aan- en afvoerbehoefte zal kunnen geven, dat op feitelijke gegevens van gedetailleerd onderzoek berust. De vertraging, die optreedt tussen het nemen van een wateraan- of afvoermaatregel met gemalen of stuwen en het doordringen van het effect daarvan in de grond, is daarbij nog een principiële moeilijkheid, die slechts kan worden opgevangen op grond van weersvoorspellingen op lange termijn. Het zal voldoende bekend zijn, hoe weinig uitzicht op dergelijke voorspellingen thans nog maar bestaat.

Tenslotte werd destijds de mogelijkheid het technische inzicht economisch te toetsen ongetwijfeld te licht beoordeeld en is ook thans nog de basis voor beoordeling van alternatieve mogelijkheden en neveninvloeden van bedrijfsbeheer onvoldoende gelegd.

In de jaren, waarin de C.O.L.N. zich aan haar taak wijdde, werd veel nieuw onderzoek aangevat en groeide een dieper inzicht, zowel in dat wat men met succes had onderzocht als omtrent dat wat zich nog aan de kennis onttrok. In de volgende

paragraaf zal blijken in welke mate de Commissie ad hoc erin geslaagd is op grond van de kennis van het jaar 1949 tot een plan van onderzoek te komen, dat tien jaar later nog actueel kon zijn.

2. HET VOORSTEL TOT EEN WATERHUISHOUDKUNDIGE INVENTARISATIE

In de eerste jaren na 1947 was de Nederlandse landbouw diep onder de indruk van de grote invloed, die droogte op het agrarisch inkomen kon hebben. Het jaar 1949 bevestigde de ervaringen van 1947 op niet te miskennen wijze. Op vele plaatsen werden plannen overwogen, tot een mogelijkheid van wateraanvoer te komen. Terwijl men tot dusverre in grote mate zijn aandacht had gegeven aan de waterafvoer, leek het of men geheel naar het aanvoerstandpunt omzwaaide. Geluiden, dat Nederland over het algemeen te sterk ontwaterd zou zijn, werden veelvuldig gehoord. Het leek een ogenblik erop, dat onder invloed van de droogte het gevaar zou ontstaan van onjuiste beslissingen. De extreme en zelden voorkomende droogte wettigde geen maatregelen, die in de meeste jaren hun kosten niet goed zouden maken. Voorts had het onderzoek bij de Cultuurtechnische Dienst uitge-wezen, dat de zorg voor de afwatering nog zeker niet tot het einddoel was genaderd. Het was gewenst de gedachten niet van het spoor van de waterbeheersing te laten afwijken, van het streven dus de grondwaterdiepte of de vochttoestand in te stellen op dat punt, waar volgens de in die tijd steeds sneller beschikbaar komende opbrengst-ontwateringsdieptecurven de maximale opbrengst werd gevonden.

Van de zijde van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst werd door Ir. W. C. VISSER aan de Landbouworganisatie T.N.O. in een schrijven van herfst 1947 een nota ingediend betreffende de wenselijkheid van georganiseerd teamwork ter ontwikkeling van een plan voor regeling van de landbouwwaterhuishouding in Nederland. In dit voorstel werd gewezen op de noodzaak van spuurwerk ten aanzien van een aantal details en van verzameling van gegevens over benodigd en beschikbaar water, eisen van het gewas, regenval en verdamping. Daarnaast werd de wenselijkheid bepleit een plan op te stellen voor het gehele land in grote lijnen, zowel als kennis te verbreiden omtrent het vraagstuk van de waterhuishouding.

Gewezen werd op een punt van belang, dat nog steeds geldt, namelijk het principiële verschil tussen waterafvoer en wateraanvoer. Bij afvoer kunnen ongecoördineerde plannen elkander slechts weinig hinderen. Voor de coördinatie bij het boezembeheer — bij boezems met maalpeil — wordt de dagelijkse gang van de afvoer geregeld. Bij de boezems zonder maalpeil dient alleen voor een goede afvoercapaciteit te worden gezorgd. De zee kan het afgevoerde water steeds opnemen. Bij wateraanvoer zal men bij de verdeling — gezien de beperkte hoeveelheid water — steeds van elkaar afhankelijk zijn en moeten de plannen in een gezamenlijk raam passen. Een incidentele empirische aanpak van de aanvoerplannen zal moeilijk tot een harmonische en optimale ontwikkeling van de waterhuishouding kunnen voeren. Mocht zich in een tijd van werkverruiming plotseling

de mogelijkheid voor aanpakken van detailplannen voordoen, dan zou — zo werd betoogd — het raam waarin deze plannen moeten passen wel moeten vaststaan. De C.O.L.N. heeft dit belangrijke aspect niet in haar taak kunnen opnemen. Het is van groot belang, dat de Provinciale Commissies voor de Waterbeheersing, die aan het eind van de vijftiger jaren in een aantal provincies functioneren, deze taak thans op zich kunnen nemen.

Het eerste voorstel was dus breed van opzet en zou slechts met een zorgvuldig getrainde staf hebben kunnen worden uitgevoerd. De Commissie ad hoc kreeg de taak, aan te geven welk type onderzoek, naast het vele dat in de diverse instituten reeds gedaan werd, nog onvoldoende verzorgd was en door de C.O.L.N. kon worden aangevat.

II. ORGANISATIE VAN HET ONDERZOEK

1. DE OVERWEGINGEN VAN DE COMMISSIE AD HOC

Op 3 februari 1950 installeerde de toenmalige Voorzitter van de Landbouworganisatie T.N.O., Ir. C. STAF, een Commissie ad hoc, die een antwoord zou moeten geven op de vraag, welke gegevens verzameld dienden te worden, waarop een plan tot regeling van de landbouwwaterstaat zou kunnen steunen.

Tot leden van deze commissie werden benoemd:

Prof. Ir. F. HELLINGA, tevens voorzitter

Dr. Ir. G. DE BAKKER

Dr. Ir. C. K. VAN DAALEN

Dr. S. B. HOOGHOUDT

Drs. G. F. MAKKINK

Dr. Ir. F. W. G. PIJLS

Ir. W. C. VISSER

Prof. Dr. A. J. ZUUR

Het secretariaat werd verzorgd bij de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst. De Commissie overwoog op korte termijn wat gedaan zou moeten worden ten behoeve van de grondslagen van een plan voor de waterbeheersing en bracht hierover rapport uit.

De Commissie heeft zich de werkzaamheden in twee parallel lopende voorbereidingen voorgesteld, die samen de basis zouden leggen voor een synthese als derde gedeelte, hetwelk het landbouwwaterstaatsplan zou vormen. De voorbereidingen zouden bestaan uit een studie van het gedrag van het grondwater en de invloed van waterbeheersing op de rentabiliteit van het bedrijf, als landbouwkundige bijdrage. Daarnaast zou een hydrologisch-waterstaatkundige voorbereiding staan, waarbij speciaal het vraagstuk van de benodigde en beschikbare waterhoeveelheid zou worden onderzocht.

Het eerste deel, door de Commissie ad hoc overzicht A genoemd, is de hoofdzaak van het C.O.L.N.-werk geworden.

Het tweede deel, overzicht B, zou worden opgebouwd uit regenval- en verdampingsstudies, welke door de Werkgroep Regenwaarnemingen T.N.O., de Lysimetercommissie T.N.O., het K.N.M.I. en het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek werden uitgevoerd. Verder waren de afvoermetingen in beken, welke door de afdeling Waterhuishouding van Rijkswaterstaat werden uitgevoerd, voor dit overzicht B als een zeer waardevol gegeven gedacht. Ongetwijfeld zou HOOGHOUDT in deze samenwerking een belangrijke plaats hebben ingenomen, niet het minst gezien zijn onderzoek naar de hydrologische eigenschappen van de diepere ondergrond. Toen hij in 1953 aan de hydrologie ontviel, verloor de C.O.L.N. een medewerker, waarvan veel verwacht werd. Nederland heeft sindsdien geen vervanger voor hem kunnen voortbrengen.

Het is niet tot het instellen van een werkgroep voor overzicht B gekomen, zodat de vele initiatieven in Nederland, welke voor een deel nog door de C.O.L.N. financieel gesteund zijn, niet tot coördinatie zijn gekomen. Een routinemethode tot het berekenen van de waterbehoefte van een bepaald gebied, zowel ter dekking van waterverliezen door verdamping als door ondergrondse afvoer, is daardoor in ons land niet tot standgekomen.

Het landbouwwaterstaatsplan, dat als overzicht C als synthese dus evenmin heeft kunnen ontstaan, was gedacht als een plan in grote lijnen voor de wateraan- en afvoer met vermelding van de hoeveelheden water, welke van gebied tot gebied nodig zouden zijn. Men zou kunnen denken aan de waterstaatskaart van de toekomst, die in grote lijnen een indruk zou geven van het te voeren beleid ten aanzien van waterstaatkundige verbeteringen en waterbeheersingsbeleid. Dat het niet tot deze uitvoerigheid van studie is gekomen, heeft zijn oorzaak gevonden in de omstandigheid, dat de Commissie ad hoc de eigen samenstelling te beperkt landbouwkundig achtte om over de technische uitwerking van de overzichten B en C voorstellen te kunnen doen. Het is dus niet op grond van de overtuiging geweest, dat deze uitbreiding van het werk onmogelijk of ongewenst zou zijn, dat dit deel niet tot standgekomen is. Men mag dan ook wel vaststellen, dat de belangstelling voor een zorgvuldig uitgewerkt overzicht B in ons land jaar na jaar is gegroeid en de grootte van belangstelling voor overzicht A zeker nabijkomt. Ook overzicht C blijft voor de toekomst van de waterbeheersing ongetwijfeld een uitermate belangrijk object van onderzoek.

2. DE VERKENNING VAN DE WATERHUISHOUDING VAN DE NEDERLANDSE LANDBOUW

De Commissie ad hoc heeft ten aanzien van de invloeden, die de opbrengstdepresies door hydrologische oorzaken bepalen, gezien wat in de jaren vóór 1950 daarover bekend was. Dat de problematiek zeer gecompliceerd was, wanneer die tot in alle toen reeds bekende vertakkingen zou worden nagespeurd, stond de Commissie wel zeer duidelijk voor ogen. Men heeft dus naar vereenvoudigingen in de uitvoering van de verkenning van de waterhuishouding gezocht.

Aangezien de doelstelling op de toekomst gericht was, heeft men zich ten aanzien van variabele factoren als grondwaterstanden en klimaatsinvloeden op gemiddelden geconcentreerd en niet de variatie van jaar tot jaar in de prognose van de mogelijkheden van de waterbeheersing willen betrekken. Ten aanzien van het klimaat heeft men zelfs gemeend, dat de stand van kennis nog niet zou toelaten de verschillen in klimaatgemiddelde over ons gehele land te beschouwen.

De geschiktheid van bepaalde bedrijfstvormen en gewassen voor bepaalde milieutoestanden meende men geheel te kunnen kenschetsen met het grondgebruik, zoals zich dat in het bouwplan uit.

De vochthuishouding boven het freatisch vlak wenste men geheel uit het profiel-type af te leiden.

Het beloop van de grondwaterstanden tenslotte meende men met gemiddelde grondwaterdiepte en -fluctuatie te kunnen karakteriseren.

Op grond van dit oordeel kwam men tot de slotsom, de feitelijke toestand ten aanzien van wateroverlast, verdroging, verzilting en verstuing, zoals de praktijk die in de laatste jaren meende te hebben ervaren, in een *verdrogingskaart* te doen samenvatten.

Hiernaast zouden de grondwaterdiepten, die gedurende de jaren van onderzoek werden opgemeten, in enkele *grondwaterstandskarten* moeten worden vastgelegd. Deze karten zouden zeer in betekenis toenemen, indien niet slechts de diepte van het water beneden maaiveld, maar tevens de hoogte boven N.A.P. zou vaststaan. Men achtte het dan ook van het grootste belang, alles wat aan goede vlaktewaterpassingen in Nederland reeds was uitgevoerd uit de vele archieven te voorschijn te halen. Deze gegevens zouden centraal moeten worden verzameld, bestudeerd en tot een *hoogtekaart* van Nederland — voorzover gegevens aanwezig waren — moeten worden samengevat.

Als verder grondlegend gegeven zou een *bodemkaart* van ons land ter beschikking moeten staan. De bodemkaart 1 : 400.000, in 1950 uitgekomen ter gelegenheid van het Congres van de Internationale Bodemkundige Vereniging te Amsterdam, had voor het gebruik ten behoeve van de waterbeheersing te zeer het karakter van een overzichtskart. Een kart 1 : 200.000 werd geacht te verwelijken te zijn.

Tenslotte meende men, dat de kennis van de kwaliteit van het water eveneens onmisbaar zou zijn en in de vorm van de zoutgehalten in de open waterlopen op een *verziltingskart* zou dienen te worden vastgelegd.

In een aansluitende beschouwing geeft de Commissie een nadere toelichting. Belangrijker dan deze beschouwingen te volgen is wellicht nog eens te achterhalen op welke ervaring deze voorstellen gebaseerd waren, welke directe en indirecte mogelijkheden van gebruik van deze gegevens men op het oog heeft gehad en welke ontwikkelingen van de agro-hydrologische kennis sindsdien op deze wensen een ander licht hebben geworpen.

Toen de Commissie ad hoc zijn voorstel formuleerde, was de verwachting, dat de waterbeheersing met zeer goed resultaat door berekening zou kunnen plaatsvinden, nog lang niet zo algemeen verbreid als thans.

Daarbij komt nog, dat de vertraging in de watertoevoer door het opzetten van slootpeilen eerst recent bleek uit de beschikbaar gekomen formules voor de niet-stationaire stromingen (Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. - Groningen, Rapport 11, 1953: „Rapport over de onderzoekingen voor het waterschap Het Stroomgebied van de Aa”, deel II: „De verhoging van grondwaterstanden in het Waterschap van de Aa”, door Drs. L. F. ERNST). Hierdoor kon deze tijdfactor voor het eerst worden uitgerekend. Bij de opzet van de plannen is — mede omdat de moeilijke kanten van het infiltratievraagstuk eerst geleidelijk naar voren kwamen — meer aandacht aan de infiltratieproblematiek dan aan de vraagstukken van de berekening gegeven. Wat de consequenties geweest zouden zijn van een sterkere gerichtheid op beregeningsvraagstukken, valt natuurlijk niet meer na te gaan. Had de problematiek zich meer toegespitst op een eventuele

mogelijkheid van berekening, dan zou ongetwijfeld het leren beoordelen van de ondergrondse verliezen, de werkelijke verdamping, de vochtverliezen van het profiel in de zomer en verdere vraagstukken, die betrekking hebben op de waterbalans, in veel grotere mate doel van het onderzoek zijn geworden.

Tijdens het werk zijn verder de gedachten uitgegaan naar de vraag of — vooral voor de berekening — naast het zoutgehalte van het open water het zout- en ijzergehalte van het grondwater niet eveneens van veel belang geweest zou zijn. Ook de diepte en verbreiding van de hoogste afsluitende laag in de ondergrond zou van belang kunnen zijn voor het aangeven van gebieden, die thans nog niet verdrogen, maar die bij berekening van de hoge gronden in de randstroken zullen vallen, waar de wateronttrekking mogelijk van invloed zal zijn. Het is te voorzien dat een deel van deze vragen, beter dan de C.O.L.N. dit had kunnen doen, thans onderzocht zullen worden door de Stichting Geologische Kaart.

Een vraag, die thans vermoedelijk eveneens iets zwaarder accent zou hebben gekregen, is die omtrent het geoorloofd zijn van verwaarlozing van regionale klimaatsverschillen. Het onderzoek naar de vochthoudendheid van het profiel alsmede de vorderingen van het regenval- en verdampingsonderzoek hebben de gedachten in een richting doen gaan, die afwijkt van wat vijf jaar geleden de gangbare mening was. Toen werd de ontwateringseis uit bodemeigenschappen en grondwaterdiepte afgeleid. De gedachten richten zich thans meer en meer op een afleiding van het produktievermogen uit het door de plant verdampte vocht, hetwelk zowel statisch als dynamisch beschikbaar is. Hierbij zijn de klimaatsvariëaties wat betreft de suppletie van ontbrekend water uit het regenoverschot van maatgevend belang. Tijdens de besprekingen van de Commissie ad hoc was de mogelijkheid van het zoeken van deze oplossing nog niet aanwezig, omdat het onderzoek naar de vochthoudendheid van de grond noch dat naar de regen en verdamping voldoende ver gevorderd was. Op dit punt was een coördinerende taak nog niet mogelijk. De snelle ontwikkeling van vooral het pF-onderzoek* en de verdampingsberekeningen in een tijdvak, dat wat later viel dan dat waarin het C.O.L.N.-werk liep, zou thans wellicht een ander standpunt ten aanzien van de klimaatsinvloed hebben doen innemen, zij het, dat het inzicht in de relatie tussen regenval en verdamping enerzijds en de opbrengstcurven anderzijds ook thans nog lang niet voor gebruik gereed is. Of een sterker instellen op kunstmatige berekening het werk ten aanzien van de betekenis van het bodemvocht — los van de klimaatstoestand gedacht — een ander accent gegeven zou hebben, is — zoals later zal worden aangetoond — onzeker. Tussen grondwaterdiepte en verdamping bestaat ten aanzien van de groei van de gewassen een grote paralleliteit.

Een standpunt, dat door de huidige stand van kennis tot zekere hoogte achterhaald is, handelde omtrent de wijze, waarop men tot de interpretatie van de gegevens zou dienen te geraken. De Commissie ad hoc dacht ten aanzien van een belangrijk deel van de interpretatie aan een brede inschakeling van de plaatselijke ervaring

* Bij pF-onderzoek wordt het vochtgehalte in de grond bepaald.

en deskundigheid. Dit inschakelen van de provinciale deskundigen leek volkomen juist in de tijd, dat het onderzoek op dit punt nog zo weinig gelegenheid had gehad de hydrologische toestand door meting of beoordeling plek voor plek vast te leggen. Gedurende de uitvoering van het onderzoek werd duidelijk, dat de regionaal bestaande kennis zeer nauw samenhangt met de grootte van het rayon van de deskundige. Is dit rayon groot, dan is de kennis minder gedifferentieerd; is het rayon klein, dan is er wel een aanzienlijke kennis van details aanwezig, maar men heeft grote moeilijkheden de niveauverschillen van rayon tot rayon te corrigeren. In beide gevallen treft men verder een onverwacht groot aantal deskundigen aan, die hun post nog maar kort bezet hebben en zich nog inwerken of wel aan het onderwerp minder aandacht hebben kunnen wijden.

Men kan nu in gedachten het kaartbeeld, dat de kennis van de regionale deskundigen direct samenvat, vergelijken met het beeld, dat in enkele jaren van zorgvuldige coördinatie daaruit werd samengesteld door daartoe speciaal aangestelde onderzoekers, zoals de C.O.L.N.-ingenieurs of de ingenieurs van de Stichting voor Bodemkartering en van het Produktieniveau-Onderzoek. Het zal duidelijk zijn, dat de kennis, zoals die uit regionaal aanwezige kennis in een kaart zou worden vastgelegd, zonder het toepassen van een speciale techniek van vergelijken, corrigeren, aanpassen en homogeniseren niet tot een gedetailleerd en goed samenhangend beeld te verenigen zou zijn. Zonder een zorgvuldige bewerking zal de praktijkervaring moeilijk tot een uniform overzicht samengevoegd kunnen worden. De ervaring, opgedaan bij de samenwerking in de Provinciale Commissies Onderzoek Landbouwwaterhuishouding, heeft deze gedachte wel bevestigd.

De praktijkkennis laat niet gemakkelijk toe een overzicht op te stellen, dat over grote gebieden zowel uniform als gedetailleerd is. De zorg om tot een juiste coördinatie van de kennis te geraken, wordt licht onderschat. Besproken zal worden hoe men door een nauwe samenwerking tussen de praktijkdeskundigen en de onderzoekers een deel van de moeilijkheden te boven kan komen en hoe men dan tot een waardevol geheel kan komen.

3. DE PLAATS VAN HET C.O.L.N.-ONDERZOEK

Toen de gedachten in de richting van een versteviging van het waterhuishoudkundig onderzoek gingen, stonden verschillende studierichtingen open. Men kon denken aan een lokaal onderzoek met meer of minder diepgang, dat zich vooral zou richten op het samengestelde vraagstuk van de meest doelmatige technische verbeteringsmaatregelen. Hiernaast staat het onderzoek naar de betekenis van verschillende niveaus van samenwerkende factoren op een waterbeheersingsrendement of op een waterbehoefte. Als derde type onderzoek zou men de fundamentele, verklarende studies tot object van samenwerking hebben kunnen maken. Tenslotte kan als vierde mogelijkheid een verkenning van de bestaande toestand over grote oppervlakten een aantrekkelijk doel vormen.

Ten aanzien van het lokale, op uitvoering gerichte onderzoek, was Nederland destijds goed voorzien. Wel waren enige gebieden aan te geven, waar destijds onder-

zoek had kunnen worden aangevat. In deze richting ging de gedachte van de Commissie echter niet. Voor het voldoen aan een dergelijke behoefte inzake degelijk vooronderzoek van een verbeteringsproject bestonden reeds instanties.

Ook zou men in een dergelijk object slechts inzichten kunnen verzamelen van dezelfde aard en orde als anderen ook reeds verzamelden, zodat hierdoor aan de kennis van de waterhuishouding geen nieuwe steun en stimulans zou worden gegeven. Dit type onderzoek is in latere tijd nogal eens door Provinciale Commissies voor de Waterbeheersing aangevat.

Voor het onderzoek naar algemene relaties, zoals regenval, verdamping, meest gewenste ontwateringsdiepte of waterbehoefte, leek het voor de hand te liggen dit te groeperen rondom de instituten, die deze studies in hoofdzaak droegen en waar de grootste deskundigheid aanwezig was. Wel was de Commissie van mening, dat meer als algemene richtlijn zou moeten worden genomen deze studies in werkcommissies te doen verlopen. Ook hier leek geen noodzaak te bestaan een afzonderlijke studiegroep te doen ontstaan.

Ten aanzien van het fundamentele onderzoek werd de behoefte aan meer coördinatie en goede organisatie destijds ongetwijfeld gevoeld. Maar op het gebied van het grondleggende onderzoek waren reeds vele initiatieven ontwikkeld en het lag voor de hand deze onderzoeken in de sfeer van deze instituten te laten voortgaan. Ook op dit gebied lag de taak van het aan te vatten waterbeheersingsonderzoek niet.

Het C.O.L.N.-onderzoek kon een geheel eigen plaats en taak krijgen door een opname van een aantal waterhuishoudkundige eigenschappen over het gehele land als object van onderzoek te kiezen. Juist in een landelijk overzicht lag een taak, die door geen enkele instantie overwogen werd en die voor de wateraanvoer van groot belang moest zijn.

De commissie ad hoc kwam tot de conclusie, dat het maken van

1. een verdrogingskaart
2. een grondwaterstandsk kaart
3. een bodemkaart
4. een verziltingskaart
5. een hoogtekaart uit bestaande waterpassingen

een doeltreffende grondslag voor een overzicht van de landbouwwaterhuishouding zou leveren.

Voor het bestuderen van de gegevens in onderling verband zou daarbij gebruik gemaakt moeten worden van reeds bestaande of nog te verzamelen gegevens over het verband tussen gebruikswijze en opbrengst enerzijds en bodemprofiel en grondwaterstand anderzijds. Dit voorstel werd aan de Landbouworganisatie T.N.O. voorgelegd. De Commissie ad hoc mocht zich gelukkig prijzen haar voorstel aanvaard te zien.

4. DE ORGANISATIE VAN DE C.O.L.N.

De installatie van de Commissie, welke als gevolg van de voorstellen van de Com-

missie ad hoc door de Landbouworganisatie T.N.O. werd ingesteld, had plaats op 27 februari 1951. Door de toenmalige voorzitter van de Landbouworganisatie T.N.O., Ir. C. STAF, werden een Commissie van Beheer en een Werkgroep in het leven geroepen.

De samenstelling van de *Commissie van Beheer* was als volgt:

Dr. ir. F. P. MESU	tot 1 mei 1954	} voorzitter
Ir. S. HERWEIJER	na 1 mei 1954	
Ir. C. v. d. GIESSEN (overleden 25 augustus 1957)		secretaris
Ir. G. B. R. DE GRAAFF		lid
Ir. H. T. TJALLEMA		lid

De taak van de Commissie van Beheer zou bestaan uit het beheer van de gelden, welke door een schenking uit de tegenwaarderekening — de zg. Marshall gelden — beschikbaar stonden voor het uitvoeren van dit onderzoek. Er mag hier met grote waardering worden erkend, dat het door deze grootscheepse geldelijke steun mogelijk werd een doeltreffend onderzoek op brede schaal als grondslag voor toekomstig waterbeheersingswerk uit te voeren. Een verdere taak van de Commissie van Beheer was het bevorderen van de overwogen werkzaamheden en van de coördinatie der activiteiten van diensten en instellingen van verschillende Ministeries voorzover deze samenwerkten aan de taak, die de C.O.L.N. op zich nam.

Naast de Commissie van Beheer werd een Werkgroep in het leven geroepen, waarin de verschillende instituten waren vertegenwoordigd, die aan de technische uitvoering van het werk hulp en steun in woord en daad zouden kunnen verlenen.

De samenstelling van de *Werkgroep* was als volgt:

Prof. ir. F. HELLINGA	voorzitter	Landbouwhogeschool
Ir. W. C. VISSER	secretaris	Cultuurtechnische Dienst, na 1.1.1956 Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Dr. ir. G. DE BAKKER		Directie van de Tuinbouw
Ir. J. H. BELTMAN		Rijksinstituut van drinkwatervoorziening en Archief van Grondwaterstanden
Ir. C. IN 'T VELD	tot 10.3.1952	} Rijkswaterstaat
Ir. R. W. DE BOER	{ van 10.3.1952	
	{ tot 27.10.1954	
Ir. J. VAN DE KERK	na 27.10.1954	
Ir. A. H. STAM	tot 31.7.1952	} Landbouwproefstation
Ir. J. H. M. LATOUR	na 31.7.1952	
Dr. S. B. HOOGHOUDT	overl. 29.8.1953	} Groningen
Drs. P. BRUIN	na 29.8.1953	
Prof. dr. ir. C. H. EDELMAN	tot 1.1.1956	} Stichting voor Bodemkartering
Dr. Ir. F. W. G. PIJLS	na 1.1.1956	

Dr. Ir. C. K. VAN DALEN	tot 1.6.1951	}	Rijkslandbouwvoorlichtings- dienst
Ir. J. M. A. PENDERS	van 1.6.1951		
	tot 1.1.1953		
Ir. P. A. DEN ENGELSE	na 1.1.1953		
Prof. ir. M. L. 'T HART	na 1.1.1952		Centraal Instituut voor Land- bouwkundig Onderzoek
Prof. dr. A. J. ZUUR			Directie Wieringermeer
Dr. Ir. C. VAN DEN BERG	na 1.1.1956		Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Ir. W. M. OTTO	na 1.1.1956		Cultuurtechnische Dienst
Ir. M. VAN DER VOORT	tot 1.5.1956		Cultuurtechnische Dienst
	adj. secretaris		
Ir. PH. TH. STOL	na 1.5.1956		Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
	adj. secretaris		

Bij de Werkgroep berustte de organisatie en de algemene leiding van het onderzoek, alsmede het formuleren van aanbevelingen aan de Commissie van Beheer omtrent kwesties, die zich mochten voordoen. Verder namen de leden van de Werkgroep, waar mogelijk, deel aan het onderzoek, bevorderden met adviezen het vinden van de juiste technische en organisatorische uitvoering en steunden het onderzoek waar mogelijk door eigen dienst.

De Werkgroep voerde de werkzaamheden uit via de instituten, welke erin vertegenwoordigd waren en tevens door een eigen bureau. Van dit bureau was de secretaris van de Werkgroep het hoofd. In twee provincies werd verder samengewerkt met de daar reeds opgerichte Commissies voor Waterhuishoudkundig Onderzoek, nl.

in Limburg: de Commissie Verdroging en Verstuiving

Voorzitter: Ir. J. M. H. ZEGUERS

Ingenieur: Ir. A. J. HELLINGS

in Zeeland: de Commissie Waterbeheersing en Ontziltling

Voorzitter: C. PHILIPSE

Ingenieur: Ir. J. A. VAN 'T LEVEN

In de overige provincies werden in de jaren 1951 en 1952 Provinciale Commissies Onderzoek Landbouwwaterhuishouding in het leven geroepen met de Rijkscultuurconsulent als voorzitter en de provinciale ingenieur van het bureau van de C.O.L.N. als uitvoerder van de taak. Het volgende overzicht geeft aan op wie de taak van het organiseren van de goede samenwerking in elke provincie voornamelijk gerust heeft.

Groningen:	Ir. A. G. SWART	voorzitter
	Ir. J. BON	ingenieur
Friesland:	Ir. K. I. DE HAAN	voorzitter
	Ir. J. F. KOOLHAAS	ingenieur

Drente:	Ir. J. J. WESTERHOF	voorzitter tot 1.5.1954
	Ir. J. VERKOREN	voorzitter na 1.5.1954
	Ir. H. BOS	ingenieur
Overijssel:	Ir. J. POST	voorzitter tot eind 1952
	Ir. J. VERKOREN	voorzitter na eind 1952 tot 1.5.1954
	Ir. A. J. MARKVOORT	voorzitter na 1.5.1954
Gelderland:	Ir. J. FREEVE	ingenieur
	Ir. G. J. TER BRUGGE	voorzitter tot 1.5.1954
	Ir. G. HOL	voorzitter na 1.5.1954
Utrecht:	Ir. K.N. REUTER	ingenieur
	Ir. G. D. PERK	voorzitter
	Ir. H. A. HAANTJES	ingenieur tot eind 1952
Noordholland:	Ir. M. VAN DER VOORT	ingenieur na eind 1952
	Ir. F. L. MAANDAG	voorzitter tot eind 1952
	Ir. J. G. J. VAN BEEK	voorzitter na eind 1952 tot eind 1955
	Ir. F. BONTEKOE	voorzitter na eind 1955
	Ir. J. C. VAN FLORENSTEIN	
	MULDER	ingenieur tot eind 1952
Zuid-Holland:	Ir. H. DE VRIES	ingenieur na eind 1952
	Ir. H. C. KUIPÉRI	voorzitter
	Ir. PH. TH. STOL	ingenieur
Noord-Brabant (oost):	Ir. J. F. L. KRUGERS	voorzitter
Noord-Brabant (west):	Ir. A. H. SMALE	voorzitter tot 1.5.1954
	Ir. J. F. L. KRUGERS	voorzitter na 1.5.1954
	Ir. J. J. KOUWE	ingenieur

Deze Provinciale Commissies hadden als taak op zich genomen waar mogelijk de ingenieur te steunen bij het omvangrijke verzamelwerk, dat nodig was om alle gegevens van verdroging en waterdiepte bijeen te brengen. Daarnaast was de kritische beoordeling van de bereikte resultaten een waardevolle toetsing van het werk tijdens de opbouw ervan. Ook werden de provinciale rapporten als eindresultaat van de samenwerking voorgelegd aan de leden van een groot aantal van de Provinciale Commissies. Zo werden de conclusies op het laatst nog eens geconfronteerd met de bestaande ervaringen en inzichten in de provincies. Aan de voortgang van het werk is door deze Commissies een wel zeer uitgebreide steun verleend, zowel in mankracht als in huisvesting en administratieve hulp. Van niet te onderschatten belang is geweest, dat de C.O.L.N.-ingenieur door de bevolking is beschouwd als een vertegenwoordiger van de in de Commissie zitting hebbende instanties van landbouw en waterstaat en zo van alle erkenning heeft geprofiteerd, die deze instanties zich in de loop der jaren hebben verworven. Een erkenning van de grote steun en medewerking, die het C.O.L.N.-werk in deze Provinciale Commissies heeft gevonden, mag hier niet ontbreken.

5. HET GEBIED VAN ONDERZOEK

Als gebied van onderzoek werd in eerste instantie aan geheel Nederland gedacht. Er waren echter enkele redenen een zekere beperking als min of meer vanzelfsprekend te aanvaarden.

Het was de bedoeling vooral met waterstandsdiepten een kenschetsing van de waterhuishouding na te streven. Op de kenschetsing door de vochthoudendheid van de grond lag minder nadruk, ten dele omdat daartoe de technieken nog in ontwikkeling waren. Dit had als gevolg, dat het hoge deel van Limburg van het begin af aan buiten het onderzoek is gelaten.

Verder heeft men grote gebieden, waar verbeteringswerken in uitvoering waren — en de waargenomen toestand dus een overgangstoestand was — buiten beschouwing gelaten. Ook waar deze werken reeds tot een einde waren gekomen, heeft men een onderzoek achterwege gelaten. Dit was mede een gevolg van de bij de aanvang bestaande gedachte, dat het onderzoek een duidelijke taak had, verbeteringsmogelijkheden aan te wijzen. In een in goede toestand verkerende polder was van een dergelijke verbetering weinig te verwachten. Zo werden de Wieringermeer en de polder Walcheren niet in het onderzoek opgenomen, omdat men hier reeds een intensieve studie van de waterhuishouding had gemaakt, en de Noordoostpolder niet, omdat men hier nog met het gereedmaken van de waterhuishouding bezig was. Wel werd nog door de Directie Noordoostpolderwerken overwogen een onderzoek als dat van de C.O.L.N. op de Zuiderzeepolders toe te passen. Er bestaat dus de mogelijkheid, dat voor deze polders een aanvulling op de C.O.L.N.-rapportering het licht zal zien.

Gebieden als Schouwen vielen bij het C.O.L.N.-onderzoek uit als gevolg van de overstroming in 1953. De waddeneilanden Vlieland en Schiermonnikoog vielen eveneens uit wegens hun onbereikbaarheid, het kleine landbouwareaal en de beperkte verbeteringsmogelijkheden. Enkele zeer moeilijk toegankelijke terreinen, zoals het Grootslag en het Geestmerabacht werden aanmerkelijk minder intensief onderzocht dan de beter toegankelijke gebieden, die eraan grensden. Enkele ruilverkavelingen waren tijdens het onderzoek in uitvoering, zodat daar de waarnemingen tijdens het onderzoek een principiële variatie in niveau ondergingen, dan wel de oude toestand aangaven, die thans niet meer bestaat. De gebruiker van de gegevens zal op eventuele wijzigingen in de toestand wel bedacht moeten zijn.

Het statische beeld van een afgesloten onderzoek zal nooit in staat zijn blijvend een beeld te geven van de landbouwwaterhuishouding. Voortdurende verbeteringen, verfijningen van de waterbeheersing, nieuwe ideeën en omstandigheden zullen het onderzoek doen verouderen. Zoals zal worden aangetoond, is uit de waterstandsopname echter iets van blijvende waarde af te leiden, dat ongeacht alle wisseling en wijziging stand kan houden. Het is deze dieper indringende wetenschappelijke studie van de gegevens, die resultaten kan leveren van blijvende waarde. Deze publikatie geeft in hoofdstuk IV en V richtlijnen aan voor het vaststellen van deze blijvende eigenschappen.

III. LANDELIJK OVERZICHT VAN DE WATERHUISHOUDING

1. DE INHOUD VAN HET BEGRIIP LANDBOUWWATERHUISHOUDING

In het voorgaande kwam reeds enigmatische tot uiting, wat de inhoud van het begrip waterhuishouding — voorzover het binnen het kader van de landbouw valt — omvat. De twee belangrijkste doelstellingen, die door de waterhuishouding worden beheerst, zijn de waterbalans en de beïnvloeding van het landbouwbedrijf. De waterbalans geeft vochtgehalte, capillair vochttransport en ondergrondse waterbeweging aan als gevolg van regen en verdamping en beheerst belangrijke zaken als afvoercoëfficiënten, ontwateringseisen, vochttekorten en -overmaat, waterbehoefte enz. De invloed op het landbouwbedrijf wordt opgebouwd uit die op de opbrengsten, het bouwplan, de arbeidsbehoefte en de behoefte aan mest- en hulpstoffen. Het spreekt vanzelf, dat hiermee de betekenis van de waterhuishouding niet uitputtend is aangegeven.

Zo is een invloed op grondmechanische eigenschappen van de bodem niet zonder belang. Voorzover deze invloed zich als berijdbaarheid van bedrijfswegen binnen het landbouwbedrijf uit, zou men erin een onderdeel van de bedrijfshuishouding kunnen zien. Maar ook buiten de enge kring van de landbouw, b.v. voor visserij, drinkwatervoorziening, woningbouw, verkeer en industrie, is de waterhuishouding van een gebied niet zonder belang. Verder kan men tussen waterhuishouding en klimaat — vooral het microklimaat — een verband leggen.

Wanneer de waterhuishouding — groot gezien — beheerst wordt door grote vlakken open water, zoals b.v. in het gebied van de Zeeuwse stromen en langs de zeekust, dan kan deze beïnvloeding van de klimatologische omstandigheden wel eens vrij omvangrijk zijn. Omdat verder het klimaat een onderdeel van de waterhuishouding vormt, zullen deze betrekkingen vrij gecompliceerd zijn. Regen en verdamping worden echter steeds direct bepaald of berekend, waarbij het waarom van de regen en verdamping voor de landbouw veelal niet van belang is. Daardoor krijgt de relatie tussen de waterhuishouding en het klimaat eerst een niet te verwaarlozen betekenis, indien men diep in de hydrologie van een groot gebied ingrijpt b.v. door droogleggen van grote watervlakten of het dichten van sloten, die een landschap in sterke mate doorsnijden. Deze kant van het waterhuishoudingsprobleem moet hier buiten beschouwing blijven.

Ook de sociale betekenis van de waterhuishoudkundige toestand is van belang. Welke betekenis het wonen in een gebied met hoge dan wel diepe waterstanden heeft op de gezondheidstoestand en het geestelijk welbevinden van een bevolking, ontsnapt echter nog vrijwel geheel aan ons inzicht. Hoezeer het wonen op droge grond ook wordt geprefereerd, toch lijken de meren en plassen als grote geconcentreerde recreatiegebieden de bossen in betekenis te overtreffen. Ook dit sociale aspect van de waterhuishouding mag hier genoemd worden zonder verder dieper erop in te gaan. Zou men echter een conclusie willen trekken, dan lijkt het waarschijnlijk dat voor de samenleving als geheel de optimale omstandigheden vermoede-

lijk bij wat diepere grondwaterstanden zullen blijken te liggen dan voor de landbouwbelangen alleen het geval zal zijn.

2. DE WATERHUISHOUDING EN DE PRODUKTIVITEIT VAN DE GROND

Een uitermate groot aantal gegevens werd verzameld, dat inzichten kan verschaffen in het nat of droog zijn van de Nederlandse bodem. Naast het constateren van deze feiten kan men zich afvragen wat de oorzaken van deze feiten zijn. De gegevens laten toe ook hierover velerlei af te leiden, wanneer men de getallen aan een intensieve studie onderwerpt.

Het onderzoek van de C.O.L.N. heeft zich vooral gericht op het groeperen van de cijfers en het geven van een regionaal overzicht van de waterhuishoudkundige toestand. Deze zullen hierna besproken worden. Wat verder aan waardevol inzicht uit het waarnemingsmateriaal afgeleid kan worden, zal daarna nog eens aan enkele voorbeelden worden toegelicht.

De waarnemingen zijn voor het navolgende overzicht per *gebied* samengenomen, waarbij de provincies in onderdelen werden opgesplitst. Deze deelgebieden zijn zodanig omgrensd, dat bodemkundig — hydrologisch — landbouwkundig — waterstaatkundig een zo goed mogelijk uniform geheel werd verkregen. Hierbij is zowel op de hydrologische ontsluiting als op het bodemtype en zowel op de waterstaatkundige eenheid als op de aard van het grondgebruik gelet. Geen van deze argumenten heeft echter bij de gebiedsindeling de doorslag gegeven, indien de andere argumenten zich niet als van beperkt belang voordeden. Een eiland is veelal als eenheid genomen, omdat daar de waterstaatkundige grens doorslaggevend is. Bij de Veenkoloniën was de ontsluiting door een kanalsysteem en de zo specifieke vorm van het landbouwbedrijf echter een sterker argument voor de omgrenzing dan b.v. het profieltype, omdat het dalgrondprofiel zich hydrologisch maar weinig van dat van een humeuze zandgrond onderscheidt. Het knipkleiprofiel daarentegen heeft in de betreffende gebieden wel de doorslag gegeven, omdat dit als onderscheidende eigenschap van veel meer belang is dan de polderindeling, het slotenstelsel of het bedrijfstype. Voor elke provincie werd op deze wijze met zorg de voor deze studie meest doelmatige indeling van het provinciale gebied vastgesteld. Bij de bespreking van de provincies vindt men deze indeling op een kaartje weergegeven. De grondslag voor de keuze van de grenzen vindt men in de provinciale verslagen uiteengezet.

Van het verzamelde *cijfermateriaal* zijn vooral van belang de grondwaterdiepte in winter en zomer, de verdrogingstaxatie en de opbrengstdepressies, welke uit deze beide gegevens op in grote mate onderling onafhankelijke wijze berekend zijn. Men vindt deze cijfers in de hierna te bespreken tabellen 3 tot 14 samengevat. De getalwaarden geven telkens oppervlakten in procenten aan, welke binnen een bepaalde klasse van de vijf hoofdkolommen van deze tabellen werden aangetroffen. Voor de winterwaterstand wordt in de tabel alleen de oppervlakte in de klasse 0—20 en 0—40 cm grondwaterdiepte gegeven. De vijf diepere winterwaterstands-

klassen, die in de provinciale rapporten uitvoerig worden vermeld en besproken, hebben een wat geringere invloed op de opbrengstdepressie en worden hier ten behoeve van een grotere overzichtelijkheid weggelaten. Voor de zomerwaterdiepte zijn de oppervlakten met een stand dieper dan 100 en 140 cm als karakteristiek genomen. Hier zijn de ondiepe klassen weggelaten, omdat daarin ofwel een te gering oppervlak bleek te vallen, ofwel deze klassen een onbelangrijke depressie vertonen. Deze schaarse gegevens worden in de volgende beschouwing voor een oppervlakkige karakterisering gegeven. De volledige overzichten treft men in de provinciale verslagen aan. Voor elke provincie worden de beknopte gegevens in de tabel bijgevoegd.

Van de verdrogingsbeoordeling werden de vier hoofdgroepen die bij het C.O.L.N.-onderzoek werden onderscheiden, te weten de klassen nat, goed, droogtegevoelig en verdrogend, opgenomen. De wisselvochtige klassen, die niet overal met evenveel aandacht werden vastgesteld, werden bij de meest overeenkomende groep van de vier klassen ingedeeld. Ook hier geven de provinciale rapporten een volledige beschouwing over de betekenis van deze vochttoestandsklassen en de omvang van voorkomen.

Tenslotte geven de tabellen voor elke provincie afzonderlijk de oppervlaktepercentages met opbrengstdepressies door te natte en te droge toestanden, berekend uit de verdrogingskaart of de grondwaterdiepte en een omrekeningssleutel. Deze omrekeningssleutels geven aan, hoe men de grondwaterdiepte of verdrogingstaxaties in opbrengstdepressies kan omrekenen. De sleutel voor de verdroging werd afgeleid uit de taxaties van het Produktieniveau-Onderzoek van het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek. Figuur 39 (pag. 105) geeft de omrekeningssleutels voor de C.I.L.O.-verdrogingstaxatie weer, echter zonder de correcties voor vertrappen van grasland of de omrekening op de C.O.L.N.-verdrogingsbeoordeling. De depressies berekend uit de winter- en zomerwaterstand voor elk profiel afzonderlijk werden bepaald met de sleutel van de opbrengst-ontwateringsdiepte-isocarpen, welke op grond van alle desbetreffende onderzoeken in Nederland waren samengesteld. Deze isocarpen of lijnen van gelijke produktiviteit worden evenals de opbrengstcurve voor de verdrogingstaxaties later nader besproken. In de bijlagen 1—12 worden ze weergegeven, echter zonder de correcties die voor het bouwplan of het verschil in gekarteerde of werkelijke grondwaterdiepte, op bouw- en grasland bij de toepassing werden aangebracht. De waarden voor de sleutel, die met alle daarin opgenomen correcties en aanpassingen werden gebruikt, vindt men in de provinciale rapporten vermeld. Uit de twee depressiecijfers is een gewogen gemiddelde afgeleid, dat de tabel in de laatste kolommen weergeeft. Over de berekening van de opbrengstdepressies uit de verdrogingstaxatie en de grondwaterdiepte zal in hoofdstuk IV nog velerlei medegedeeld worden.

3. DE BEREKENING VAN DE OPBRENGSTDEPRESSIES

De doelstelling van het berekenen van de grootte van de opbrengstdepressies is met wisselende nadruk nagestreefd. Als werkstuk van agro-hydrologische vakkennis was het een zeer aantrekkelijk onderwerp. De vele onnauwkeurigheden maakten

echter, dat een resultaat verwacht mocht worden, waarvan de betekenis voor de toepassing niet voor elk deel van de kaart gegarandeerd kon worden. De berekeningen op grond van de verdrogingstaxatie en op grond van de waterstanden en profieltypen konden slechts op één plek per 100 ha aan elkaar gecontroleerd worden. Het was wel duidelijk, dat voor de plekken binnen de mazen van dit net de systematische afwijkingen in de methoden het niet aantrekkelijk maakten een uitspraak op slechts één van beide opnamen te doen.

Voor een aantal provincies werden opbrengstdepressiekaarten volgens beide berekeningsmethoden gemaakt, doch opname in de betreffende provinciale rapporten bleek niet mogelijk te zijn. Bij het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding zijn deze werkstukken desgewenst te raadplegen. In de hierna volgende beschouwing worden de uitspraken dan ook beperkt tot een mededeling omtrent de oppervlakten, waarin volgens beide methoden gemiddeld met een depressie van meer dan 10 % door droogte of wateroverlast moet worden gerekend. Hierbij worden dus de grootte van de depressie en de omgrenzing van het gebied in het midden gelaten. Om toch enig inzicht in de ligging van grotere gebieden met ernstige ontregelingen van de vochtuithouding te geven, is in de kaartjes van de provincies, waar dit mogelijk leek, nog enige aanwijzing omtrent de omgrenzing en de grootte van de opbrengstdepressie gegeven, voornamelijk op grond van de grondwaterstandsk kaart. Opdat de gegevens van zo summiere aard geen aanleiding zullen geven tot onjuiste conclusies, mag op enkele punten worden gewezen, die voor het juist hanteren van de gegevens van belang kunnen zijn.

De vochttoestand, zoals de landbouw die meent te ervaren, werd voor gebieden met minimum grootte van 4 ha voor geheel Nederland op kaart gebracht, onderscheiden naar vier vochttrappen. Er bestaan wel aanwijzingen, dat soms de eenheden van oppervlak veel groter zijn geweest en dat men binnen gebieden van vele honderden ha geen onderscheiding meer heeft gemaakt.

De taxaties kunnen per rayon van taxatie, per regionale bodemkundige onderscheiding zand, klei of veen, maar ook per provincie systematisch van de gemiddelde beoordeling verschillen. Door vergelijking met de verdrogingstaxaties van het C.I.L.O., over geheel ons land volgens een uniform systeem gegeven, was het mogelijk het niveau van de taxatie regionaal en provinciaal te toetsen. De afwijkingen per rayon waren door de veelheid aan rayons tegenover het beperkte aantal taxatieplekken van het C.I.L.O. niet meer te beoordelen.

De opbrengsten op de taxatiepercelen van het C.I.L.O. maakten het mogelijk de daar verrichtte verdrogingstaxaties om te rekenen op opbrengstdepressies, zowel dus voor de C.I.L.O.-taxaties als voor die van de C.O.L.N. Hiermede werd het gemiddelde niveau van de taxaties op depressies omgerekend en eventuele fouten regionaal zowel als provinciaal gecorrigeerd. Niet gecorrigeerd werd echter een eventuele afwijking in de veelvuldigheid, waarmede een bepaalde taxatie had moeten worden aangegeven. Hieromtrent kan men slechts een indruk verkrijgen door vergelijking met de uit grondwaterdiepte berekende veelvuldigheid van optreden van de depressies.

Met de grondwaterdiepten kan eveneens een berekeningsweg worden gevolgd, die tot een waarde voor de depressies leidt. Bekend waren het bodemprofiel en de waterdiepte in de winter en de zomer. Uit alle aanwezige gegevens omtrent de relatie tussen grondwaterdiepte en opbrengst werden lijnen voor gelijke opbrengst-depressie bij gegeven profiel, winter- en zomerwaterstand vastgesteld, de zogenaamde isocarpes. Het profiel is hier de onzekere factor, omdat de vele profieltypen tot enkele hydrologische eenheden moesten worden samengevat, zonder dat de daartoe gewenste fysische constanten en samenhangen voor deze profielen voldoende bekend waren. Onnauwkeurigheden in de kennis van de waterdiepte, zoals kleine fouten in het niveau van de waterstandskarten — b.v. de grotere onnauwkeurigheden in de grondwaterdiepten op bouwland — konden door correcties in de isocarpes op te nemen, worden teniet gedaan. Ook werd in de isocarpes nog de invloed van het bouwplan bij bouwland verwerkt, wanneer deze invloed althans niet van te ondergeschikt belang werd geacht.

Bij het plek voor plek vergelijken van de opbrengstdepressies volgens beide berekeningen is de overeenkomst weinig bevredigend. Hoewel bij deze berekeningen een aantal divergente veroorzakende factoren reeds werd verantwoord, zal men erop moeten rekenen, dat het krijgen van een indruk van de opbrengstdepressie op grond van de verdrogingskaart of de grondwaterstandskarten allèen moeilijk zal zijn.

Bij de verdrogingskaart zijn slechts vier groepen onderscheiden, afgezien van de drie minder belangrijke wisselvochtige groepen, waarbij in de winter een te natte en in de zomer een te droge toestand bestaat. In de natte groep komen alle depressiepercentages tussen 15 en 50 % voor. Het oordeel te nat kan alle gradaties inhouden. De verdrogingskaart geeft een vrij ver gaande detaillering en zal verlokken tot raadpleging bij technische ontwerpen voor kleine gebieden. Hiervoor is de kaart echter niet gemaakt. Uiteengezet zal worden, hoe de oppervlakten te natte en te droge gronden vrijwel steeds te klein zijn aangegeven en soms veel te klein. Per provincie gelukte het globaal aan te geven met welke grootte van de depressie de te kleine natte en droge en de te grote goede en droogtegevoelige groep ongeveer overeenkomen, maar voor een klein gebied valt het provinciaal gemiddelde niet voldoende te vertrouwen.

De grootte van de depressies per verdrogingsklasse voor de hele provincie werden globaal vastgesteld en in tabel 1 weergegeven.

Voor de wisselvochtige klassen gelukte het niet getallen voor de op die gronden optredende depressies te bepalen.

De tabel geeft een duidelijke indruk van de grootte van de ongelijkheid in de taxaties voor de verschillende provincies.

Deze waarden werden gevonden door het in verband brengen van de verdeling van oppervlaktepercentages voor de depressieklassen voor de waterstanden met die voor de verdrogingstaxaties en met die voor het gemiddelde resultaat, op oppervlakten met meer en met minder dan 10 % opbrengstdepressie als weergegeven in de nog te bespreken tabellen 3 tot 13. Door deze gecompliceerde omrekening van schalen is getracht de grotere nauwkeurigheid van het resultaat van middelen van depressies uit de waterstanden en de verdrogingstaxatie zowel als de grotere detail-

TABEL 1. Gemiddelde grootte van de depressie (in % van de bruto-opbrengst) per verdrogings-klasse

	Nat	Goed	Droogte-gevoelig	Droog
Groningen	20	0	10	20
Friesland	25	10	5	35
Drente	20	10	25	40
Overijssel	25	5	25	50
Gelderland	30	0	15	40
Utrecht	45	10	25	40
Noordholland	25	0	15	35
Zuid-Holland	25	5	20	30
Zeeland	15	10	20	35
Noord-Brabant	25	0	15	30
Limburg	50	5	35	50
Nederland	25	0	15	35

lering in de omvang van de opbrengstdepressies, die de berekening via de grondwaterdiepte levert, op de oppervlakteverdeling voor de depressies uit de verdrogingstaxatie over te brengen. De in tabel 1 bijeengebrachte getallen geven aan, wat volgens het C.O.L.N.-onderzoek de beste schatting voor de depressies van de verdrogingskaart lijkt te zijn. De berekening was noodzakelijkerwijze gecompliceerd. Een volledige frequentiecurve voor de gemiddelde uitkomst uit de drie gegevens van de tabellen 3 tot 13 en eenzelfde curve voor de depressie uit de verdrogings-taxaties uit vier gegevens, zoals weergegeven in de betreffende tabellen van de provinciale rapporten, moesten worden afgeleid door vergelijking met de in vele klassen bekende depressie uit de waterdiepte. De fouten, die bij interpolatie en extrapolatie hierbij gemaakt werden, hebben de nauwkeurigheid van de uitkomsten in tabel 1 niet onberoerd gelaten.

Wanneer men de depressiecijfers per provincie in een nog niet afgeronde vorm aan een nauwgezet onderzoek onderwerpt, dan blijkt de oppervlakte, die in een verdrogingsklasse wordt ondergebracht, enige invloed te hebben op de grootte van de depressie, die gemiddeld voor de klasse werd gevonden. Bij de droogtegevoelige en de droge klasse gaan grotere oppervlakten en grotere depressies samen; bij de natte klasse neemt de grootte van de depressie af bij toenemende oppervlakte. Men krijgt hieruit de indruk dat waar meer verdrogend land is, de verdroging ernstiger is, maar waar men meer nat land heeft menen op te merken, het eerder om een ruimer trekken van de grens tussen nat en goed gaat dan om een ernstiger wateroverlast.

Verder krijgt men de indruk, dat men bij de langs de kust gelegen provincies afwijkingen in de vochtthuishouding van het gewas zwaarder telt dan in de overige provincies. Als zeeprovincies werden Groningen, Friesland, Noordholland, Zuid-Holland en Zeeland samen genomen. Als overgangsprovincies worden daarnaast onderscheiden Drente, Overijssel, Gelderland, Utrecht en Noord-Brabant. Als meest landwaarts gelegen provincie blijft Limburg nog over. De gemiddelde depressies bedroegen:

Depressies voor	Nat	Goed	Droogte-gevoelig	Droog
Zeeprovincies	20	5	20	30
Overgangsprovincies	30	5	20	40
Landprovincie	50	5	35	50

Men kan zelfs Noord-Brabant en Drente als overgangsprovincies die ten dele het dichtst bij de kust liggen, nog scheiden van de overige drie wat verder van de kust gelegen provincies, zonder dat de rangschikking van de depressies deze regelmaat verliest. Per provincie wordt de regelmaat wat minder duidelijk omdat Noordholland en Zeeland met de hoogste waarden voor de kustgroep ongeveer dezelfde depressies vertonen als Gelderland en Noord-Brabant, die de laagste depressies van de overgangsgroep bezitten. Voor wie de Nederlandse landbouw kent zal het geen verrassing zijn, dat een dergelijk verschil in appreciatie van de opbrengstdepressie over het land volgens deze verdeling uitvalt. Er valt niettemin niet te zeggen, of hier een bodemkundig verschil dan wel een verschil in mentaliteit oorzaak is van het aangetroffen verschil in oordeel omtrent wat een ernstige depressie moet worden genoemd.

De verklaarbare samenhang tussen de depressies geeft de indruk, dat de depressies — wat onderlinge verhouding betreft — redelijk uitgevallen zijn. De vraag doet zich echter nog voor of de grootte van de depressies juist zal zijn. Voortdurend zijn bij de bestudering van de cijfers de hoge depressies voor de droge klasse in Overijssel, de natte klasse in Utrecht en de natte zowel als de droge klasse in Limburg opgevallen. Deze cijfers zijn wellicht wat te hoog, alhoewel de droge stuwwallen en de droge toestand in het algemeen in Limburg wel grote depressies mogen doen verwachten. Voor Utrecht is bekend, dat het vinden van een goede omrekening van waterstanden op opbrengsten moeilijk is geweest.

Zou men echter deze vier getallen met een procent of wat verminderen, dan lijken de depressies goed overeen te komen met de taxaties van het opbrengstonderzoek van het C.I.L.O., dat later besproken zal worden. De getallen uit tabel 1 lijken een redelijke basis voor het interpreteren van de verdrogingskaart te geven.

4. DE SYSTEMATISCHE ONNAUWKEURIGHEDEN VAN DE DEPRESSIEBEREKENING

De beide depressieberekeningen mag men in algemene trekken wel als gelijkwaardig beschouwen, zij het dat onder bepaalde omstandigheden de ene dan wel de andere methode een zekere voorkeur lijkt te verdienen. Beide berekeningen zijn met voor de methode specifieke, niet onaanzienlijke fouten belast.

Voor elke provincie is een figuur opgenomen, die de overeenkomst tussen de beide depressietaxaties geeft door de getallen uit de provinciale tabellen uit te zetten, die aangeven welke oppervlakten een depressie hebben van minder dan 10 % en welke een depressie bezitten van meer dan 10 %, onderscheiden naar oorzaak van wateroverlast of watertekort.

Als systematische fout is bij het berekenen van het gewogen gemiddelde een effect van de schatting van de verdrogingstoestand in de beschouwing betrokken, maar in de figuren, die de grootte van de fouten laten zien, zijn deze systematische invloeden door correctie weggenomen.

De afwijkingen tussen de opbrengstdepressies uit de verdrogingstaxatie en die uit

de grondwaterstanden worden veroorzaakt door fouten, die men op een algemene oorzaak zou willen terugvoeren en fouten, die men meer als toevallig zou willen zien. Waar b.v. *ondoortalende lagen* in het profiel voorkomen, zal de grondwaterstand vrij zeker een onvoldoende beeld van de droogteschade geven en de verdrogings-taxatie een betere indruk geven. Veelal is echter het optreden van dergelijke lagen nogal grillig en verspreid en zou men deze verschillen in de depressie als toevallig willen kenmerken. Waar echter deze lagen over grote gebieden aaneengesloten voorkomen, zoals in de knipkleigebieden of in de Friese Wouden met hun bekende leemlaag, is er een betrouwbare verklaring voor de divergentie en zou men hem meer systematisch willen noemen.

Bij het bepalen van de juiste vorm van de *isocarpen* moest een tussenweg tussen in den lande bestaande opvattingen gezocht worden, welke het accent op een wat ondiepe en die, welke het accent op een wat diepere waterstand legden. De ene groep van landbouwdeskundigen is vooral overtuigd van de ongewenstheid van hoge winterstanden, de andere groep van de ongewenstheid van lage zomerstanden. Bij het overleg hierover is voor het opstellen van de omrekenings-sleutel van waterstanden op opbrengstdepressies de balans vrij goed in evenwicht gekomen. Verwacht werd eigenlijk dat de schade van wateroverlast iets te klein genomen was, terwijl de schade door verdroging iets te groot leek te zijn gewaardeerd. De 25.000 beoordelingen van de droogtetoestand van de verdrogings-kaart, die verzameld werden voor elke plaats waar waterstandsgegevens werden gemeten, leken hierover een onpartijdige uitspraak mogelijk te maken. Nagegaan werd of inderdaad de oppervlakte te natte gronden volgens de waterstandsber-ekening groter en de oppervlakte met droogtedepressies kleiner was dan volgens de verdrogingskaart. Dit bleek niet het geval te zijn. Er kon worden vastgesteld, dat wanneer de oppervlakte van de gronden met depressies door natheid met $\frac{1}{2}$ % werd vergroot en het oppervlak met droogteschade met $\frac{1}{2}$ % werd verminderd, de percentages aan oppervlakte natter of droger dan de toestand met optimale vocht-huishouding, voor de beoordeling via verdroging en grondwaterdiepte — landelijk gezien — geheel samen vielen.

Deze halve procent verschuiving zou erop wijzen, dat de gebruikte isocarpen niet meer dan een halve centimeter te ondiep zijn gelegd, zodat hier dus van een volkomen overeenstemming mag worden gesproken.

Een systematische invloed die wel de aandacht verdient is een bekend effect bij het *schatten*. Wanneer men zich onzeker gevoelt, blijkt dit bij het schatten veelal uit een te gering aantal gevallen in de extreme groepen en een te groot aantal in de groep, die men als de algemeen voorkomende beschouwt. In een gebied, dat ten aanzien van nat of droog geen reputatie heeft, wordt een te groot oppervlak als goed aangegeven. Waar men in tweestrijd staat, valt de keuze tenslotte niet naar de natte en droge groepen uit, maar geeft men er de voorkeur aan het gebied als goed aan te merken. Het onderbrengen van een gebied in een extreme groep gebeurt eerst, wanneer er voor de onzekere taxateur geen twijfel meer mogelijk is.

Dit type van onderschatten van extreme effecten is uit vele andere schattingen maar al te goed bekend en doet zich ook bij wateroverlast en verdroging voor. Als extreem moet men daarbij ook de toestand aanmerken, die men niet verwacht of waaraan men minder aandacht schenkt. In een gebied, waar de verdroging in het centrum van de belangstelling staat, zal men in geval van tweestrijd tussen droog en goed gemakkelijk tot droog beslissen en in deze klasse een te grote oppervlakte vinden. Men zie hiervoor slechts naar de gegevens voor Zuid-Beveland, waar de verdroging van de kreekruggen en plaatgronden een punt van gemeenschappelijke overweging vormt bij de landbouwkundigen en bodemkundigen. Ongetwijfeld onder invloed van deze belangstelling is hier de oppervlakte verdrogende gronden veel te groot geworden. Deze overschatting van te droge of te natte toestanden, die in kringen van de C.O.L.N. wel algemeen werd verwacht, blijkt echter veel minder voor te komen dan het te groot nemen van de middengroepen met goede of iets verdrogende toestand.

Incidentele schattingsfouten zal men als toevallige moeten beschouwen. Per provincie lijkt het echter gewettigd een correctie uit te voeren, waarbij voor de 1000 tot 4000 verdrogingsbeoordelingen per provincie, die op de percelen van de waterstandsbuizen werden verricht en waar dus vergelijking mogelijk is, eenzelfde verschuiving wordt toegepast. Deze verschuiving komt meestal neer op het verkleinen van de goede groep en toedelen van het teveel in die groep aan de droge en de natte groep.

Voor elke provincie werd berekend, hoeveel de natte en droge klassen volgens de verdrogingstaxatie moesten worden gecorrigeerd om met dezelfde klassen, uit de waterstanden berekend, overeen te stemmen. De schattingsdivergenties werden door terugschuiven gecompenseerd met negatief teken, wanneer een oppervlakte uit de natte of droge groep naar de goede groep moest worden verschoven en met positief teken, wanneer uit de goede groep een oppervlak naar de extreme groepen moest worden overgebracht. In de hiervolgende tabel zijn de verschuivingen aangegeven.

TABEL 2. Correcties aangebracht aan de oppervlaktepercentages met meer of minder dan 10 % depressie in de opbrengst

	Natte groep	Goede groep	Droge groep
Groningen	+ 8	-12	+ 4
Friesland	+17	- 8	- 9
Drente zand	- 6	-24	+30
Drente veen	- 9	-20	+29
Overijssel	0	- 4	+ 4
Gelderland	+ 7	-19	+12
Utrecht	+20	-36	+16
Noordholland	+13	-16	+ 3
Zuid-Holland eilanden	+ 1	- 1	0
Zuid-Holland vasteland	+20	-29	+ 9
Zeeland	- 8	-23	+31
Noord-Brabant	+11	- 4	- 7
Limburg	+12	-19	+ 7

De afwijkingen in de depressie-oppervlakten voor de provincie Utrecht vielen wat onoverzichtelijk uit. De aard van de fout lijkt hier anders te zijn dan in de andere provincies. De verschuivingen zijn zo goed mogelijk gekozen, maar de grote correctie aan de goede groep is mogelijk meer een gevolg van de afwijkende samenhang tussen de twee berekeningswijzen, dan een gevolg van de schattingspsychologie.

De gegevens voor Drente zijn gesplitst naar zand en veen om daarmee toe te lichten, dat men voor deze zeer verschillende gebieden en vochttoestanden toch vrijwel dezelfde verschuivingscijfers vindt, zodat men wel mag aannemen dat voor de gehele provincie de verschuivingen gelijk genomen mogen worden. Bij de berekening zijn voor geheel Drente de zandcijfers — die op veel meer gegevens berusten — genomen. Bij Zuid-Holland bleek het echter wel nodig een onderscheid te maken tussen het vasteland met een grote correctie en de eilanden, waarvoor vrijwel niet gecorrigeerd behoefde te worden.

Het valt op, dat de schattingen in Drente en Zeeland afwijken van die voor de andere provincies, doordat daar de natte oppervlakten te groot waren geschat. Waar men onzeker was, heeft men dus het grensgeval als te nat beschouwd. Men zou hier kunnen denken aan de invloed van de grote verbeteringswerken in de Drentse waterschappen, terwijl in Zeeland het overschatten van het te nat zijn mogelijk samen zal hangen met het gebruik van natte grond als grasland. Noord-Brabant en Friesland vallen op door het te groot schatten van oppervlak met droogteschade. Vooral in het oosten van de provincie Noord-Brabant komt dit voor en men mag dit zien als een onbewust zich richten naar de grote aandacht, die de verdroging in deze provincie krijgt. Voor Friesland denkt men mogelijk eerder aan een onderschatten van de verdroging via de grondwaterstand op grond van het onvoldoende verantwoorden van het effect van de ondiepe lemlagen in de Wouden en de spalterlagen in het veen van het Lage Midden.

Over het geheel ziet men het verschuiven van de grenzen van de goede groep naar de natte en de droge kant beide, en wel gemiddeld naar beide zijden vrijwel even sterk. Voor elke provincie zijn deze correcties aan de getallen voor alle gebieden op gelijke wijze aangebracht, behalve in die gevallen waar de groep te klein was om een aftrek toe te staan. In die gevallen is een subjectieve afwijking van de algemene correctie toegepast op grond van wat het meest waarschijnlijk leek. De eigenlijk aangewezen weg voor het toepassen van deze correcties zou hebben moeten bestaan uit het geheel omijken van alle verdrogingscijfers en het opnieuw berekenen van de depressies. Deze zeer omvangrijke herberekening is echter nagelaten.

De na de correctie verkregen waarden voor de oppervlakten van de depressie-klassen volgens de verdrogingstaxatie en de waterstanden werden in de laatste kolommen van de tabellen 3 tot 13 gemiddeld. Waar de verschillen zeer groot waren en voor de verschillen een redelijke verklaring aanwezig leek te zijn, is aan het meest waarschijnlijke cijfer een drie tot vier maal hoger gewicht gegeven. Er werd steeds op het naaste veelvoud van 5 % afgerond. Deze afwijkende correcties scheelden nooit meer dan 5 % van wat met gelijke gewichten zou zijn verkregen.

De verdrogingskaarten geven blijkens tabel 2 een te groot oppervlak als goed aan.

Bij gebruik van deze kaarten, waar het om een onderzoek naar de verbeteringsmogelijkheden van een gebied gaat, zou men voor grote gebieden van de kennis van deze verschuiving van de grenzen gebruik kunnen maken door aan de geplanimetreerde oppervlakten van elke verdrogingsklasse eenzelfde correctie aan te brengen als hiervoor op de gehele provincie werd toegepast.

Het lijkt niet raadzaam met de aanpassing nog verder te gaan dan tot gebieden van de orde van 50.000 tot 100.000 ha. Bij kleine oppervlakten is men niet meer zeker dat ongelijkheden in de beoordeling van verdrogingen of van profieltypen door middelen nog wel verwaarloosbaar klein worden, zodat men de reeds beperkte zekerheid van een provinciaal gemiddelde in te sterke mate kan verliezen.

5. DE WATERHUISHOUDKUNDIGE TOESTAND VAN DE PROVINCIES

In hierna volgende beschouwingen zullen de cijfers voor de vochttoestand zowel als voor de depressie per provincie worden nagegaan. Als gegevens worden oppervlakten met een bepaalde vochtsituatie gebruikt, opgemaakt per cultuurtechnisch als homogeen te beschouwen gebied. De beschouwingen per provincie berusten op de tabellen 3 tot 13, het kaartje met de gebiedsindeling, het foutendiagram en de driehoeksgrafiek, die bij elke provincie worden overgelegd. Voor het overzicht van de gebieden met ernstige fouten is tenslotte voor elke provincie nog een tweede kaartje bijgevoegd.

a. Groningen

De provincie Groningen staat bekend om zijn goede ontwatering. Het onderzoek bevestigt dit voor de kleigronden. Voor het zand geldt het in mindere mate. De Groninger zand- en dalgronden vallen naar de waterstanden in twee groepen uiteen, waarbij het Westerkwartier en het zandige Oldambt wat natter zijn dan Gorecht, Westerwolde en de Veenkoloniën. De zomerstanden in tabel 3 wijzen uit, dat vooral Westerwolde grote oppervlakten met diepe waterstanden kent. De

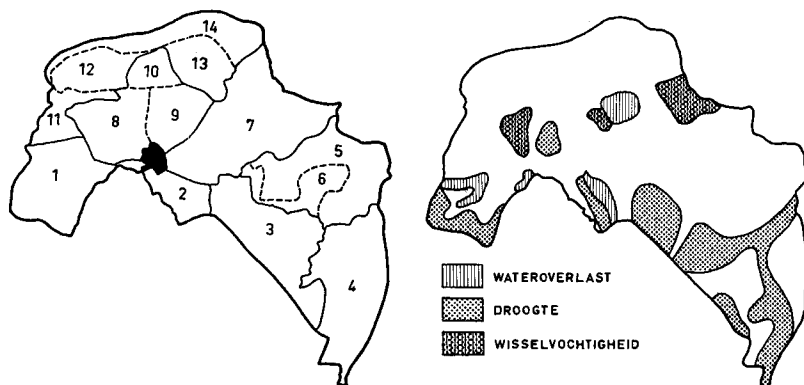


FIG. 1. Overzicht van de provincie Groningen van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid, ontleend aan de waterstandsopname

TABEL 3. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Groningen

Nr.	Gebied Naam	Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies								
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld		
				Winter		Zomer		droogtegevoelig												
				20 ∇	40 ∇	100 ∧	140 ∧	nat	goed	droogtegevoelig	droog	10% nat ∧	10% goed ∇	10% droog ∧	10% nat ∧	10% goed ∇	10% droog ∧	10% nat ∧	10% goed ∇	10% droog ∧
1	Zuidelijk Westerkwartier	21,2	kl., z., v.	38	65	48	20	24	34	29	13	16	41	43	33	33	34	25	35	40
2	Gorecht	8,8	z., kl./v.	14	44	56	32	23	51	19	7	17	20	63	31	49	20	25	35	40
4	Westerwolde	28,8	dalgr., z.	11	35	79	43	14	28	32	26	7	47	46	22	16	62	15	30	55
6	Oldambt zand	9,2	z., v.	34	65	73	24	4	87	8	1	18	45	37	27	40	33	25	40	35
3	Veenkoloniën	28,0	dalgr.	11	33	63	22	21	40	30	9	9	58	33	29	28	43	20	45	35
7	Drie Delfzijen	37,8	z., v., kl.	27	54	40	5	5	54	33	8	26	54	20	13	69	18	20	60	20
8	Homsterland	15,2	knip	54	77	52	13	10	2	35	53	23	40	37	18	26	56	20	35	45
9	Innersdijken	11,6	kl.	13	41	68	11	7	19	56	18	11	59	30	15	63	22	15	60	25
10	Delle	5,2	kl.	27	71	56	12	17	5	71	7	34	62	4	25	64	11	30	65	5
5	Oldambt klei	23,8	kl.	12	29	82	37	19	33	45	3	11	81	8	12	83	5	15	80	5
11	de Waarden	6,8	kl.	37	56	67	25	10	80	6	4	35	61	4	18	74	8	25	70	5
12	Marnegebied	11,4	kl.	27	48	89	60	2	26	71	1	30	70	0	10	85	5	20	80	0
13	Fivelboezem	10,2	kl.	16	42	91	44	1	87	12	0	22	76	2	9	87	4	15	80	5
14	Kustpolders	15,4	kl.	16	41	91	57	2	98	0	0	18	82	0	10	86	4	15	85	0
Totaal Groningen		233																19	55	26

verdrogingsbeoordeling noemt het zandige Oldambt echter weinig nat en maakt verder weinig verschil in de natheid van de andere gebieden. De droogte van Westerwolde wordt wel bevestigd.

Bij de depressies valt op, dat de toegepaste correctie volgens tabel 2 voor de natte klasse van de depressie uit de verdrogingstaxatie voor de zandgebieden wat groot is. Bij de droge klasse valt het Gorecht er erg uit, daar de depressie uit de waterstanden een zeer hoge, de depressie uit de verdrogingstaxatie bepaald een zeer lage waarde blijkt te hebben. Deze laatste lijkt echter iets waarschijnlijker. De drogere toestanden in Westerwolde lijken wel verantwoord uit de berekening naar voren te komen, terwijl de overige zand- en dalgronden elkander weinig ontlopen in waterhuishoudkundige toestand.

De oude kleigronden in de Delle en Homsterland zijn wat nat, zowel volgens de waterstanden- als de verdrogingstaxatie. Innersdijken en de Drie Delfzijlen zijn niet onredelijk ontwaterd. Wat de droogte betreft ziet men kleine oppervlakten in de Drie Delfzijlen, volgens beide beoordelingen. De overige drie gebieden zijn vrijwel gelijk met dien verstande, dat op de knippige Homsterlandse klei de verdroging veel meer in de sterkste verdrogingsklasse werd ondergebracht dan bij de andere gebieden. Dit is een begrijpelijke beoordeling.

De overeenkomst tussen de depressies is bevredigend, indien men bij het Homsterland weer aan de gevolgen van het knippige karakter van de klei denkt. Het Dellegebied blijkt wat natter te zijn dan de andere oude kleigebieden en vrijwel geen verdroging te kennen. Het Homsterland heeft veel last van droogte, de beide overige gebieden zijn middelmatig verdrogend.

De jonge kleigebieden kennen nog vrij wat gedeelten met hoge winterwaterstanden. Vooral de Waarden vallen hier op. Wel toont dit zich niet in de verdrogings-taxatie maar na de ijking op de opbrengstdepressie komt de natte toestand daar

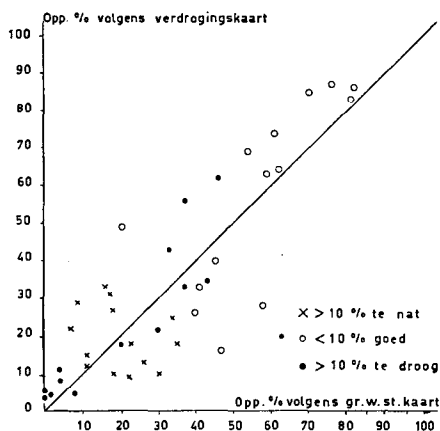


FIG. 2. Overzicht voor de provincie Groningen van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

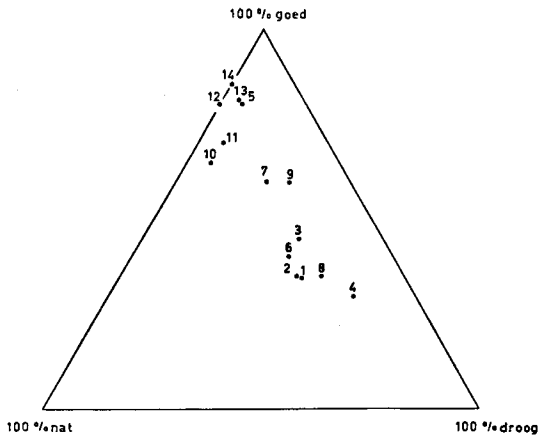


FIG. 3. Overzicht voor de provincie Groningen van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 3

eveneens tot uiting. Ook de goede ontwatering van het Oldambt blijkt bij de verdrogingstaxatie eerst na de ijkking op opbrengstdepressies. Een diepe ontwatering kan deze grond goed velen, zodat vrijwel geen gronden in de droge klasse vallen. De droogtegevoelige klasse blijkt, gezien de opbrengstdepressies, geen betekenis te hebben en kan onder de goede klasse worden gebracht.

De oppervlakten voor de natte depressie kloppen bij de jonge kleigebieden iets minder goed dan bij de oude kleien. De correctie aan de depressie uit de verdrogingstaxatie had hier iets groter mogen zijn. De droge depressies kloppen goed met elkander. De jonge klei komt als wat te nat uit het onderzoek te voorschijn, zodat men wel op de drainage zal moeten letten. De Waarden zijn het natste, het Oldambt is het beste ontwaterd. De droogteschade is te verwaarlozen. De goede waterhuishouding van deze uitmuntende gronden, geheel te vergelijken met de Friese kleibouwlandgebieden, komt in dit onderzoek volledig tot zijn recht. Het zal blijken, dat deze gronden aanmerkelijk beter zijn dan de Zeeuwse- en Brabantse kleien, terwijl eigenlijk alleen de gronden van de Hoekse Waard en Rozenburg deze Groninger gronden nog overtreffen in hun waterhuishoudkundige toestand.

Wanneer men uit de depressiekaart volgens de waterstanden de gebieden met grote depressies omgrenst, dan blijkt dat de gebieden waar de plekken met grote depressies zich wat verdichten niet groot zijn. Figuur 1 bracht dit in beeld. Ten noordwesten van de stad Groningen nabij Delfzijl en ten Boer treft men de wisselvochtige en deels droge toestanden aan, die het gevolg zijn van een knippige klei. Droog is het zandgebied ten zuiden van de Jonkersvaart in het Westerkwartier, de Hondsrug bij Haren en aanzienlijke gedeelten van de Veenkoloniën en Westervolde. Natte gronden zijn er weinig meer. Een stukje te nat veengebied bij de Friese grens ter hoogte van Opende-Sebaldeburen, een stukje ten noorden van

het Leekstermeer, een strook ten oosten van de Hondsrug en een gebied ten oosten van ten Post op oude klei omvatten samen de grond, waar in een wat groter areaal te hoge waterstanden bijeengelegen voorkomen. Ook hier echter betreft het gebieden waarvan nog vele gedeelten als goed mogen worden bestempeld.

De ontregeling van de waterhuishouding heeft in Groningen voornamelijk een pleksgewijs karakter en men zal vooral aan kleine maatregelen moeten denken. Het valt op, dat een gebied nabij Schildwolde, waar de praktijk meent dat de polderorganisatie niet aan de moderne eisen voldoet, in dit overzicht niet als te nat wordt aangegeven. In provincies, waar de toestand goed in orde is, gaan allerlei nevenfactoren zwaar wegen. Men krijgt de indruk, dat de praktijkbezwaren meer de waterstaatkundige outillage dan de landbouwhydrologische toestand betreffen. Wel is de waterstand in het gebied van de Drie Delfzijlen hoger dan elders, maar de veenachtige grond vergt een hoge stand. Dit gebied is genetisch met het Lage Midden van Friesland te vergelijken, maar het is juist zoveel beter ontwaterd, dat de grondwaterdiepte vrij goed aan het veenprofiel is aangepast.

Groningen is de provincie met de beste waterhuishouding. Het verbeteren van de waterhuishouding bij dalgrondgebieden en geaccidenteerde zandgronden levert technisch moeilijkheden en deze gebieden zijn daardoor landbouwkundig wat minder goed. Ook de knipgronden laten zich met de mogelijkheden waarover een polder beschikt, niet van droogte of wateroverlast bevrijden. Wat er aan — met voor de polderbesturen bekende maatregelen — te verbeteren gebieden van enige omvang overblijft, is niet veel. Waterbeheersingsmaatregelen van een fijner type zullen nodig zijn om in Groningen verdere voortgang met het verbeteren van de waterhuishouding te kunnen boeken.

b. *Friesland*

Deze provincie, die de naam heeft onvoldoende ontwaterd te zijn, draagt deze naam niet geheel terecht. Het blijkt, dat de kleibouwlanden uitmuntend ontwaterd zijn, terwijl de zandgronden — hoewel in minder goede toestand dan de Groninger zanden — zeker niet natter zijn, maar gemengd nat en droog. Friesland wordt wellicht te veel beoordeeld naar het Lage Midden. Dit is een groot gebied, dat alle moeilijkheden, die veengrond voor de ontwatering biedt, in hoge mate kent. Door dit veengebied komt Friesland als de meest natte provincie naar voren.

De *kleigronden* kan men onderscheiden in een bouwlandgedeelte (zie tabel 4), bestaande uit de gebieden 1 tot 5, en het weidegedeelte, bestaande uit de gebieden 6 tot 10. De waterstanden zijn in de bouwlandgebieden duidelijk lager dan in de graslandgebieden, zodat in de klasse van 0—20 cm winterwaterdiepte in de graslandgebieden een driemaal zo grote oppervlakte voorkomt, terwijl ook de 0—40 cm klasse met een veel grotere oppervlakte vertegenwoordigd is dan in de bouwlandgroep. Schattenderwijze zal het verschil in waterdiepte echter niet veel meer bedragen dan 10 cm.

Ook de taxatie van wateroverlast laat enig verschil zien, maar de oppervlakten te natte grond heeft men te beperkt aangegeven. De droge oppervlakten zijn —

TABEL 4. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Friesland

Gebied		Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies									
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld			
				Winter		Zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	10% nat 10% goed 10% droog	10% nat 10% goed 10% droog	10% nat 10% goed 10% droog	10% nat 10% goed 10% droog	10% nat 10% goed 10% droog	10% nat 10% goed 10% droog				
				<20 V	>40 V	100 A	140 A														
Nr.	Naam																				
1	Dongeradelen (bouwland)	6,5	kl.	28	83	94	71	0	73	27	0	18	82	0	17	83	0	20	80	0	
2	Ferwerderadeel (bouwland)	6,0	kl.	20	81	100	67	2	85	13	0	13	87	0	19	81	0	15	85	0	
3	Het Bildt (bouwland)	6,5	kl.	13	55	99	72	0	66	34	0	10	87	3	17	83	0	15	85	0	
4	N.W. Bouwlandgebied (bouwland)	11,0	kl.	10	52	97	63	8	90	2	0	9	89	2	22	78	0	15	85	0	
5	Bouwhoek van Witmarsum (bouwland)	4,0	kl.	10	59	96	74	0	80	18	2	4	88	8	17	79	4	10	85	5	
6	Dongeradelen (weiland)	6,0	kl.	60	95	62	13	3	26	71	0	55	45	0	20	80	0	40	60	0	
7	Kollumerland (weiland)	6,5	kl.	53	81	66	6	6	15	73	5	39	56	5	23	61	16	30	60	10	
8	Oude Middellzee (weiland)	10,0	kl.	46	92	73	17	4	26	68	2	24	71	5	22	75	3	25	70	5	
9	Franekeradeel (weiland)	5,5	kl.	36	92	80	44	1	24	65	10	19	77	4	18	68	14	20	70	10	
10	Westelijk Kleigebied (weiland)	5,0	kl.	51	88	70	21	1	36	39	24	28	66	6	19	59	22	25	60	15	
14	Noordelijke Wouden	23,5	z.	33	68	64	31	5	32	51	12	20	38	42	22	26	52	20	35	45	
15	Boorn-Drait	13,0	z.	42	77	71	35	11	15	66	8	15	45	40	28	15	57	20	30	50	
16	Tjonger	26,0	z.	42	73	54	23	14	7	69	10	21	39	40	31	9	60	25	25	50	
17	Linde	12,5	z.	40	68	76	45	12	5	65	18	11	43	46	29	12	59	20	30	50	
18	Gaasterland	7,0	z., kl./v.	38	69	62	30	2	24	54	20	29	17	54	19	19	62	25	20	55	
11	Oostergo	10,0	knip	60	94	69	9	9	13	71	7	24	61	15	27	66	7	25	65	10	
12	Westergo	17,0	knip	35	86	87	29	0	8	53	39	5	63	32	17	53	30	10	60	30	
13	Lage Midden	80,0	z., kl., kl./v.	72	96	10	2	24	27	44	5	64	24	12	41	25	34	55	20	25	
19	Ameland	1,9	z.	61	82	28	9	36	17	20	27	35	15	50	53	10	37	45	10	45	
20	Terschelling	1,4	z.	60	84	22	0	5	69	26	0	38	16	46	22	52	26	30	20	50	
Totaal Friesland		262																31	42	27	

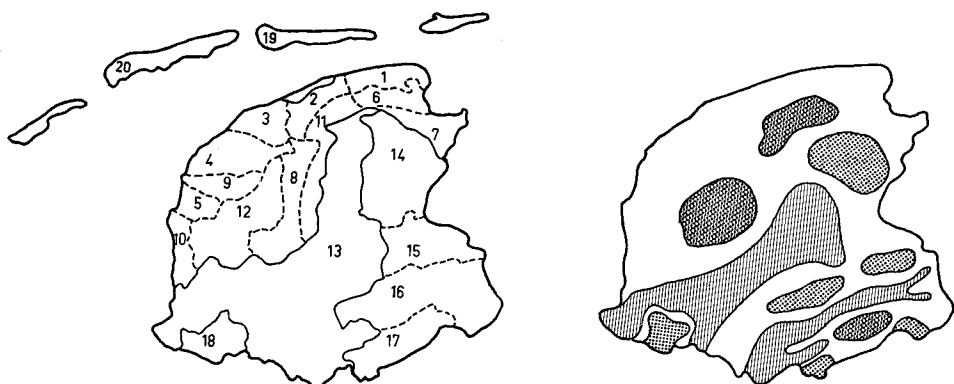


FIG. 4. Overzicht voor de provincie Friesland van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de waterstandsonname

gezien de zomerwaterstanden — wat meer afwijkend. Bij bouwland is de klasse dieper dan 140 cm even groot als de klasse dieper dan 100 cm bij grasland. In de verdrogingstaxatie ziet men niettemin bij grasland een veel sterker effect, vooral voor het westelijk kleiweidegebied en het weidegebied van Franekeradeel. Zeer grote oppervlakten heeft men als droogtegevoelig aangemerkt, zodat voor het kleigrasland maar een beperkt areaal onvoorwaardelijk als goed is beoordeeld. Vergelijkt men de knippige gebieden Oostergo en Westergo nog met de overige kleiweidegebieden, dan is Westergo duidelijk beter ontwaterd en heeft een groter oppervlak als verdrogend getaxeerd, zodat dit op het westelijk kleiweidegebied gelijkt. Oostergo past geheel in de kleiweidereeks en geeft weinig blijk van een daarvan afwijkend karakter.

Beziet men voor het gehele kleigebied de beide reeksen van depressiecijfers, dan is de overeenstemming niet onbevredigend. De provinciale correctie voor de psychologische schattingsfout — de hoge schattingscijfers voor de goede middengroep dus — had voor het klei-bouwland iets kleiner mogen zijn en voor het klei-grasland iets groter. Wanneer echter de cijfers voor de Dongeradelen en Kollumerland voor de droogtetaxatie op weiland wat beter met de indicatie uit de waterstanden zouden zijn overeengekomen, dan had de correctie bij de andere gebieden reeds wat beter geklopt. Ook de oppervlakten met droogteschade kloppen redelijk en de gemiddelden geven een duidelijk beeld van de vochttoestand van het kleigebied. Laat men het weidegebied van de Dongeradelen en Kollumerland buiten beschouwing, dan is er maar weinig verschil met Groningen en is de ontwatering van het gebied blijkbaar goed op de eisen van de gewassen ingesteld. Gras is wat droogtegevoeliger en toont dit misschien ook wat scherper dan bouwlandgewassen, waardoor het verschil in verdrogend oppervlak duidelijk uitkomt. Ook de wat knippige gronden zijn wat droger — vooral in Westergo — maar hier zullen velen een wat duidelijker verschil hebben verwacht. Het effect van de knipklei wordt door het samennemen met weinig of niet-knippige gronden misschien wat vervaagd. Nog wat nat zijn

blijkbaar Dongeradeel, Kollumerland en Oostergo, maar de taxatiecijfers geven dit wel wat zwak aan. Dit is weer een aanwijzing voor het bestaan van de psychologische schattingsfout, de aarzeling om in de extreme groepen flinke oppervlakten onder te brengen. Er is dus aanleiding de cijfers voor het te natte oppervlak in de gebieden 6 en 7 als wat laag te beschouwen.

De *zand- en veengronden* vallen in drie groepen uiteen. De gebieden 14 tot 18 zijn als een homogene groep te beschouwen wegens het voorkomen van de keilembanken op geringe diepte, die de beoordeling volgens de grondwaterdiepte moeilijk maken. Daardoor zullen zowel naar de natte als de droge kant de tekortkomingen minder worden getoond dan met de werkelijkheid overeenkomt. De gronden zijn — vergeleken met de Drentse en Groninger zandgebieden — wat nat in de winter. Het Groninger Westerkwartier komt wat de winterstand betreft wel geheel overeen met de Friese Wouden, zoals men zou mogen verwachten, maar is volgens de zomerwaterstand veel minder droog. Maar ook hier is de overeenstemming met het aangrenzende gebied van het Peizer- en Eelderdiep goed.

Bij de verdrogingstaxaties is er wat minder lijn te zien. De Friese zanden zijn wat minder nat beoordeeld dan de aangrenzende gebieden van Groningen en Drente; de droge oppervlakten komen in omvang met de Groninger grensgebieden overeen, maar de Drentse taxeerde men minder droog. Vergeleken met de zandgebieden van de overige noordelijke provincies is het gebied van de Friese Wouden en Gaasterland wat aan de droge kant getaxeerd, zoals de keileembank ook zou doen vermoeden.

De opbrengstdepressies tonen aan, dat de natte oppervlakten met meer dan 10 % opbrengsttekort met 25 % een voor zandgronden wel wat groot deel van de gebieden innemen. Bij andere zandgronden in ons land dan die langs de Fries-Gronings-Drentse grens treft men een zo groot oppervlak met wateroverlast niet aan. De uit de verdrogingstaxatie afgeleide cijfers zijn wat hoger en verantwoord de keileemlaag vermoedelijk iets beter. Het oppervlak aan grote depressies door droogte is bij de berekening via de verdrogingsdepressie eveneens hoger dan bij die uit de waterstanden en voldoet daarmee wel aan de verwachtingen. Landelijk gezien is de omvang van de verdroging hier echter duidelijk laag. Reeds in het grensgebied in Drente is de keileem zoveel gedaald, dat men hier op 60 % van de oppervlakte meer dan 10 % opbrengstdepressie aantreft. De Friese zandgebieden zijn dus minder ver ontwaterd dan de meeste zandgebieden in overig Nederland. Het hogere aandeel grasland in de Wouden is hiermee wel in overeenstemming. Het verschil zit echter meer in een verschil in de oppervlakten te nat en te droog dan in de oppervlakten aan goede grond, zodat het produktievermogen vermoedelijk weinig zal verschillen.

Als een duidelijk afzonderlijk gebied kan men *het Lage Midden* onderscheiden, het grote veengebied tussen het zand en de klei met zijn reputatie van slechte ontwatering. Een groot deel is minder dan 20 cm diep ontwaterd gedurende de winter en slechts beperkte oppervlakten hebben in de zomer een grondwaterstand, die 100 cm overtreft. De verdrogingstaxatie met 24 % natte en 5 % droge gronden vormt een waarschuwing, dat een slechte reputatie reeds door matige oppervlakten

percentages beheerst kan worden, vooral wanneer het om gronden gaat, die — omdat het veengronden zijn — een hoge grondwaterstand eisen en dus veel water in de sloot zullen tonen. Het natte oppervlak is wat te krap uitgekomen en er mag wel overwogen worden of het criterium van te nat zijn bij grasland in het algemeen wel voldoende scherp wordt genomen. De afname van de kwaliteit van het gras als voeder laat zich moeilijker constateren dan de afname van de massa en deze is bij gras misschien bij de matig natte gronden minder groot dan de afname van de kwaliteit.

De opbrengsten volgens de twee taxatiemethoden stemmen wat minder goed overeen dan men zou wensen. Volgens de waterstanden werd er meer als te nat en minder als te droog berekend dan volgens de verdrogingstaxatie. De afwijking aan de natte kant kan van beide kanten zijn verklaring vinden, namelijk overschatting bij de beoordeling van de waterdiepte bij de depressie voor hooiland, omdat daar geen vertrappingsschade optreedt, en onderschatting door onvoldoende rekening houden met kwaliteitsverlies bij de verdrogingstaxatie. Het grote verschil in het te droge oppervlak is moeilijker te beoordelen. Ongetwijfeld zal men voor het Lage Midden een zo groot verdrogend oppervlak niet verwacht hebben. Dit doet aan de juistheid van het hoge cijfer twifelen. Ook bij later te bespreken veengebieden zal blijken, dat telkens weer uit de waterstandskarteringen grote en uit de verdrogingskarteringen veel kleinere arealen natte gronden worden berekend. Het optimale gebied voor de veen-isocarpe is blijkbaar wat te smal en bij de verdrogingstaxatie maakte men het goede gebied wat te breed. Het gemiddelde, dat uit verdrogingscijfers en uit waterstandsgegevens werd berekend, zal wel het meeste vertrouwen verdienen.

De gemiddelde depressiecijfers geven een zeer groot nat oppervlak te zien, dat in Nederland slechts door het Eemland in Utrecht en door het veengebied van Loosdrecht in Drente wordt overtroffen. Gebieden kleiner dan enkele duizen-

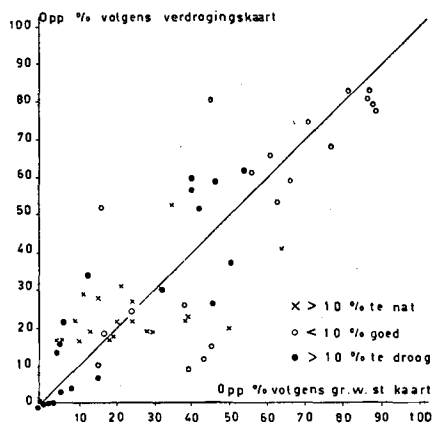


FIG. 5. Overzicht voor de provincie Friesland van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

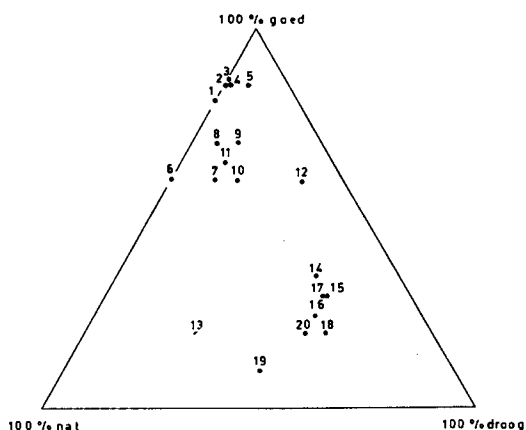


FIG. 6. Overzicht voor de provincie Friesland van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 4

den ha worden daarbij buiten beschouwing gelaten. Het grote verdrogende gedeelte van het Lage Midden moet wellicht met enige reserve worden gezien. De gronden voor deze reserve werden echter bij deze beschouwing onvoldoende geacht om de depressie uit de verdroging buiten beschouwing te laten of minder zwaar te tellen, dan die uit de grondwaterstand.

Als afzonderlijke groep dienen zich verder de beide *eilanden* aan. Hier is een flinke oppervlakte zeer matig ontwaterd, maar de getaxeerde vochttoestanden zijn moeilijk vergelijkbaar en zeggen niet veel. Diepe waterstanden komen weinig voor, maar de duinzanden kunnen op dit punt niet veel verdragen. De droogtaxaties zijn evenzeer weinig overeenkomstig. Het zal duidelijk zijn, dat de taxateur die op Terschelling juist zijn taak had aangevangen bij zijn beoordeling de psychologische drang naar de middengroep sterk heeft gevoeld.

In de omijking op opbrengstdepressies komt dit verschil nog weer vrij goed terecht en in het gemiddelde van de laatste kolommen van de tabel komen de eilanden naar voren als gebieden met een zeer labiele vochthuishouding. De te natte en te droge gebieden beslaan elk drie maal zoveel oppervlakte als het kleine goede gebied. Hieruit blijkt de moeilijke beheersbaarheid van de waterhuishouding op deze smalle eilanden, maar wellicht eveneens de noodzaak zich hiervoor eens op degelijke tegenmaatregelen te bezinnen.

Gaat men na waar zich in Friesland de gebieden met grote depressies verdichten, dan blijkt in figuur 4, dat dit over een vrij groot gebied het geval is. Friesland is dan ook de provincie met de grootste oppervlakte natte grond. Het Lage Midden en het dal van de Tjonger zijn beide natte gebieden, welke volgens de berekening uit de waterstanden over de grootste aaneengesloten oppervlakte die ons land kent een depressie van de orde van 20 % te zien geven.

De wisselvochtige toestanden komen op de knipklei voor in Oostergo en Westergo,

maar ook in het gebied van de Linde treft men deze wisselende vochttoestand aan. Droge gebieden beslaan in Friesland eveneens een grote oppervlakte, als gevolg van de omvang van de zandgebieden. Gaasterland, de noordelijke Woudstreek en de waterscheidingen tussen de Linde en de Wapserveense Aa zowel als tussen de Boorn en de Tjonger vertegenwoordigen de grotere gebieden met meer dan 20 % opbrengstdepressie door watergebrek. Ook hier is een dergelijk gebied weer niet als een vlakte met egaal een gelijke depressie op te vatten. De configuratie van de zones met verschillende depressies is zeer grillig en binnen de omgrensde gebieden komen natte en droge plekken naast elkaar voor.

Ook hier ziet men de moeilijke profielen, hetzij door ongelijke hoogteligging, hetzij door een knippig profiel, hetzij door bezwaren van klink als bepalende factoren voor het achterblijven van de waterhuishoudkundige toestand. In het grote oppervlak waar nog eenvoudig aan te brengen verbeteringen mogelijk zijn, zal dit met kleine middelen van drainage en wateraanvoer moeten plaatsvinden.

Uit het overzicht komt Friesland naar voren als een provincie met een zeer nat middengebied, waaraan plaatselijk — gezien het klinkgevaar bij veen — niet zo gemakkelijk iets te doen valt. Er zijn aanwijzingen, dat de dikte van het veen op grote oppervlakten niet groot is en de klink wel mee zal vallen. Een veendieptekaart, die deze klink beoordeelbaar maakt, zou voor een inzicht in de waterhuishouding het eerste zijn, dat zou moeten worden samengesteld om aan een zo groot gebied de mogelijkheid van een zeer grote verbetering te kunnen beoordelen. Het zandgebied is ook wat nat, maar zal niet te verbeteren zijn zonder een combinatie van wateraanvoer en waterafvoer te overwegen. De ontwatering van de Friese kleibouwlandgebieden is in een uitstekende toestand en lijkt met het in orde houden en waar nodig aanbrengen van buisdrainage verder op peil te brengen. De resultaten voor Friesland wijzen uit, dat de ontwatering wel goed in orde kan zijn, wanneer de afwatering nog verbetering behoeft.

c. *Drente*

In de jaren, waarin het C.O.L.N.-onderzoek werd uitgevoerd, heeft Drente zich een zeer grote inspanning getroost om tot een betere beheersing van de beekafvoeren en de waterstanden in de stroomgebieden te komen. Het Wold Aa gebied werd reeds eerder in orde gemaakt en diende zich aan als een controlegebied, waar het effect van deze maatregelen kon worden beoordeeld.

Waar men de ontwatering verbetert, profiteren vooral de aanliggende gronden hiervan en de madelanden vormen bij deze ontwateringsplannen in zodanige mate het gebied van het grootste rendement — maar eveneens van de grootste verdrogingseffecten — dat deze afzonderlijk in de beschouwing zijn betrokken. Dientengevolge is Drente opgesplitst in het zandgedeelte, in tabel 5 de gebieden 1—14 zand, en het madelandgedeelte, de gebieden 1 tot en met 5, 9, 10, 12, 13 en 14 veen. Het veenkoloniale gebied kan beter afzonderlijk beschouwd worden.

De waterhuishouding van de *zandgebieden* is nogal variabel en het blijkt, dat het oppervlak met de natte en droge toestand onderling niet zo gemakkelijk te ver-

TABEL 5. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Drente

Nr.	Gebied Naam stroomgebied	Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies								
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld		
				winter		zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^
				<20	<40	100	140													
1	Peizer- en Felderdiep	23	z.	30	53	62	35	19	36	40	5	23	24	53	13	24	63	15	25	60
2	Drentse Aa	27	z.	15	34	75	54	24	42	19	15	15	17	68	18	18	64	15	20	65
3	Oostermoerse vaart	13	z.	8	26	68	51	45	27	19	9	12	26	62	39	37	34	25	25	50
4	Vledder- en Wapserveense Aa	18	z.	12	26	89	62	4	43	36	17	10	3	87	4	19	77	5	10	85
5	Oude Vaart	22	z.	28	51	62	35	29	54	14	3	21	27	52	23	30	47	20	30	50
6	Oude Diep	8	z.	25	59	86	40	19	57	20	4	11	32	57	13	33	54	10	35	55
7	Midden Raai	6	z.	9	27	82	46	23	60	12	5	7	56	37	17	36	47	10	45	45
8	Hondsrug zuid	6	z.	3	3	92	89	9	29	50	12	0	9	91	9	9	82	5	10	85
9	Schoonebekerdiep	6	z.	30	64	26	5	17	68	15	0	22	43	35	11	44	45	15	45	40
10	Loo- en Drostendiep	22	z.	24	38	73	48	25	41	33	1	17	18	65	19	17	64	20	15	65
11	Riegmeer	13	z.	24	45	66	35	0	62	31	7	17	20	63	0	38	62	10	30	60
12	Wold Aa	14	z.	13	36	80	46	4	77	17	2	7	16	77	4	53	43	5	35	60
13	Reest	6	z.	12	35	85	50	0	79	19	2	2	15	83	0	55	45	0	10	65
14	Nijeveen-Kolderveen	2	z.	4	40	36	40	25	37	25	13	9	12	79	19	13	68	5		75
15	Veenkoloniën	12	oude dalgr.	12	31	41	11	22	62	15	1	11	66	23	16	38	46	15	50	35
16	Veenkoloniën	30	jonge dalgr.	8	26	48	26	26	59	14	1	7	72	21	20	35	45	15	55	30
1	Peizer- en Felderdiep	5	v.	61	90	10	4	38	60	0	0	64	14	22	32	36	32	50	25	25
2	Drentse Aa	3	v.	30	49	60	38	46	39	13	1	29	18	53	40	15	45	35	15	50
3	Oostermoerse Vaart	11	v.	36	70	5	1	80	16	0	0	47	23	30	74	16	10	60	20	20
4	Vledder- en Wapserveense Aa	1	v.	75	75	0	0	75	25	0	0	100	0	0	75	25	0	90	10	0
5	Oude Vaart	4	v.	35	77	15	7	59	41	0	0	43	25	32	53	17	30	50	20	30
9	Schoonebekerdiep	1	v.	31	92	8	8	10	90	0	0	20	70	10	10	80	10	15	75	10
10	Loo- en Drostendiep	8	v.	74	91	14	5	68	30	0	0	65	23	12	62	20	18	65	20	15
12	Wold Aa	1	v.	20	40	40	20	25	75	0	0	0	50	50	19	51	30	10	50	40
13	Reest	1	v.	11	45	56	11	50	42	7	1	8	25	67	44	18	38	25	20	55
14	Nijeveen-Kolderveen	3	v.	7	55	6	3	19	77	4	0	0	50	50	13	53	34	5	50	45
Totaal Drente		266																19	29	52

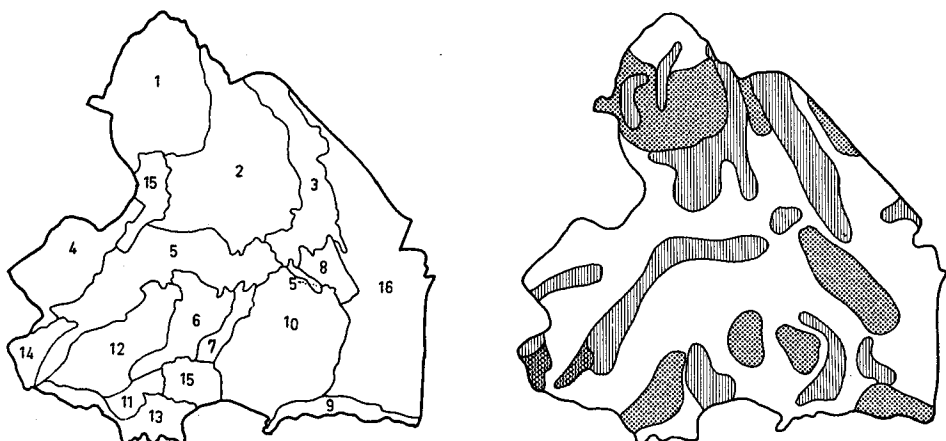


FIG. 7. Overzicht voor de provincie Drenthe van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de verdrogingsopname

gelijken valt. De wateroverlast blijkt in de winter klein te zijn bij de Vledder- en Wapserveense Aa en de zuidelijke Hondsrug. Ook het gebied van de Reest blijkt voor het zandgedeelte diep ontwaterd en droog te zijn. Maar vergelijkt men voor het gebied van de Reest, de Wold Aa en het Riegmeer de winterwaterstanden en de wateroverlast, dan lijkt de verdrogingstaxatie hier wel sterk naar de goede groep gedrongen te zijn, zodat deze lage cijfers nog niet zo veel zeggen.

Het Loo- en Drostendiep, het Schoonebekerdiep, het Oude Diep, de Oude Vaart, de Oostermoerse Vaart, de Drentse Aa en het Peizer- en Eelderdiep voeren het water af van gebieden met een wat groter percentage natte gronden.

Ten aanzien van de zomerstanden blijkt het gebied van de Wapserveense Aa en de Hondsrug eveneens als droog uit te vallen, terwijl ook het gebied van de Drentse Aa in ruime mate diepe waterstanden en verdroging kent. Voor de overige gebieden is er weinig vaststaand onderscheid te maken.

De opbrengstdepressies in tabel 5 komen vrij goed overeen. De genoemde gebieden 12 en 13 hebben te grote middengroepen voor de depressie uit de verdrogingstaxatie, terwijl gebied 1 een te groot droog gebied heeft en gebied 11 een te klein nat gebied. Bij de gebieden 11, 12 en 13 zal men aan taxatiemoeilijkheden mogen denken, terwijl bij gebied 1 — evenals bij de Friese Wouden — de leemlaag op geringe diepte van invloed zou kunnen zijn, zodat de berekening via de waterdiepte iets minder verantwoord zou moeten worden geacht.

De gemiddelde depressie wijst bij de zandgronden van Hondsrug en Reestgebied op geringe oppervlakten met wateroverlast, terwijl de zandgronden in de stroomgebieden van Vledder- en Wapserveense Aa alsmede de Hondsrug zeer droog zijn. Het gebied van het Schoonebekerdiep kent de geringste verdrogende oppervlakte, maar over het geheel zijn de oppervlakten nat en droog met weinig aanwijsbare regelmaat verdeeld. De regelmaat die aanwezig is, wijst uit, dat bij verandering

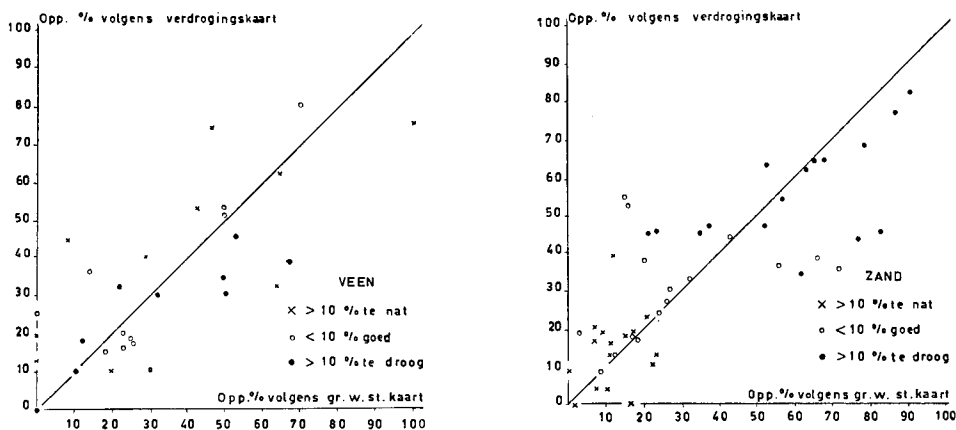


FIG. 8. Overzicht voor de provincie Drenthe voor zand en veen afzonderlijk van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

van het droge oppervlak de oppervlakten blijkbaar vrijwel in gelijke mate in mindering komen op de natte en goede gronden.

Het tweede gebied, dat men kan onderscheiden, is het *veenkoloniale gebied*, dat verdeeld werd naar oude en jonge dalgrond. Het gebied is volgens de waterstand van een tamelijk beperkte natheid, maar wel natter volgens de verdrogingstaxatie. Diepe waterstanden komen — vergeleken bij de zandgronden, ook van de andere provincies — maar weinig voor en de praktijk ziet blijkbaar slechts op enkele plaatsen verdroging in de gewassen. De Drentse veenkoloniale gronden wijken weinig af van de Veenkoloniën van Groningen, waarbij de wat grotere verdroging in Groningen (volgens tabel 3 op pagina 31) aan een scherper verdrogingscriterium in die provincie is toe te schrijven. De jonge dalgronden blijken iets dieper ontwaterd te zijn.

Bij de opbrengsten valt op, dat de oppervlakten met droogteschade volgens de taxaties nogal wat groter zijn dan volgens de waterstanden, waarbij aan de vele lagen en banken in het profiel gedacht moet worden, welke de verdrogingstaxaties beter kunnen verantwoorden dan de grondwaterdieptecurven. Het gemiddelde bevestigt de ideeën omtrent de goede waterhuishouding van dalgronden. Het oppervlak aan grond met wateroverlast is laag, het verdrogende oppervlak is eveneens klein. De overeenkomst met Groningen is uitmuntend en een vergelijking met alle zandgebieden in Nederland wijst uit, dat geen gebied — de vlakke zandpolders als het Koegrass in Noordholland niet uitgesloten — een zo groot oppervlak goede en klein oppervlak natte en droge gronden heeft als het veenkoloniale gebied. Het kleine gebied van het Schoonebekerdiep laten wij hier even buiten beschouwing.

Als derde groep van gronden werden de venige *madelanden* onderscheiden, welke als zeer nat bekend staan. De oppervlakten met ondiepe grondwaterstanden wijzen

uit, dat er nogal wat verschil is. Het madelandgebied langs Peizer- en Eelderdiep, Vledder- en Wapserveense Aa en Loo- en Drostendiep is nog wel zeer nat. De opname langs de Vledder- en Wapserveense Aa dateert echter van vóór de normalisatie van deze beek en geeft de huidige toestand dus niet weer. Langs de Reest en in het gebied van Kolder- en Nijeveen zijn de natte oppervlakten maar klein. Neemt men de grens van 40 cm ontwateringsdiepte als maat, dan verandert de indeling enigszins en gaat bijvoorbeeld ook het gebied van het Schoonebekerdiep tot de natte gebieden behoren.

De verdrogingstaxatie brengt weer opnieuw een wat andere groepering teweeg, waarbij Vledder- en Wapserveense Aa en Loo- en Drostendiep nog wel als nat naar voren komen, maar in plaats van Peizer- en Eelderdiep de Oostermoerse Vaart als zeer nat wordt aangewezen. Bij het gebied van de Oostermoerse Vaart heeft het aanzienlijke oppervlak aan bouwland op het oordeel omtrent de vochttoestand een invloed in deze richting van grotere natheid gehad. Nijeveen-Kolderveen blijft wat droger, maar het gebied van de Reest valt als droog gebied uit en dat van het Schoonebekerdiep komt ervoor in de plaats. De droogtetoestand is volgens de verdrogingstaxatie een eenvoudig geval. Droogte zou niet voorkomen.

Volgens de grondwaterdiepte zijn het gebied van de Reest, de Wold Aa en de Drentse Aa veel te diep ontwaterd en is droogteschade zeker te verwachten. Door de waarnemingen op opbrengstdepressies om te ijken, wordt het beeld voor de beide vochttoestandsbeschrijvingen wel eenvormiger, al blijven er bij deze kleine gebieden met weinig waarnemingen wel aanmerkelijke verschillen over.

Bij de opbrengstdepressies blijken de gebieden Wold Aa en Reest voor de berekening uit de verdrogingstaxatie een te grote natte groep te bezitten en is de verdroging zeer veel minder omvangrijk aangegeven dan volgens de waterstanden werd berekend. Men moet dit als een schattingsfout zien, omdat deze verhouding zo geheel anders uitvalt dan bij de andere gebieden. De gebieden van de Vledder- en Wapserveense Aa en het Peizer- en Eelderdiep vallen voor de waterstandsberekening te nat uit. Voor de gronden met droogtedepressies gaat het om vrijwel dezelfde gebieden. Gebied 4 geeft veel meer droog madeland volgens de verdrogingstaxatie dan volgens de waterstand, de gebieden 12 en 13 geven te weinig verdrogende grond. Omdat de gebieden klein zijn, zegt dit alles niet zo heel veel en kan men beter het gemiddelde beschouwen.

Men kan wel stellen, dat de madelanden in een sterk variabele ontwateringstoestand verkeren. Het madeland van de Vledder- en Wapserveense Aa was voor de verbetering van de beek het natste. De gebieden 1, 3, 5 en 10 volgen als wat minder nat. Gebied 2 is nog wat droger, maar nog steeds iets natter dan de als vochtig aangeduide Friese Wouden. Ook gebied 13 — het madeland van de Reest — valt in dit vochtigheidsgebied, maar gezien de afwijking in de vocht-taxatie dient men deze uitkomst met reserve te bezien. Het madeland zal hier wel minder nat zijn dan de cijfers aangeven, de periodieke overstromingen zijn echter bij de taxatie van de vochttoestand in aanmerking genomen, terwijl de waterstanden — weergegeven zoals ze zijn opgenomen — dit niet doen. De gebieden 9 en 14 blijken evenals gebied 12 van de Wold Aa een zeer groot percentage

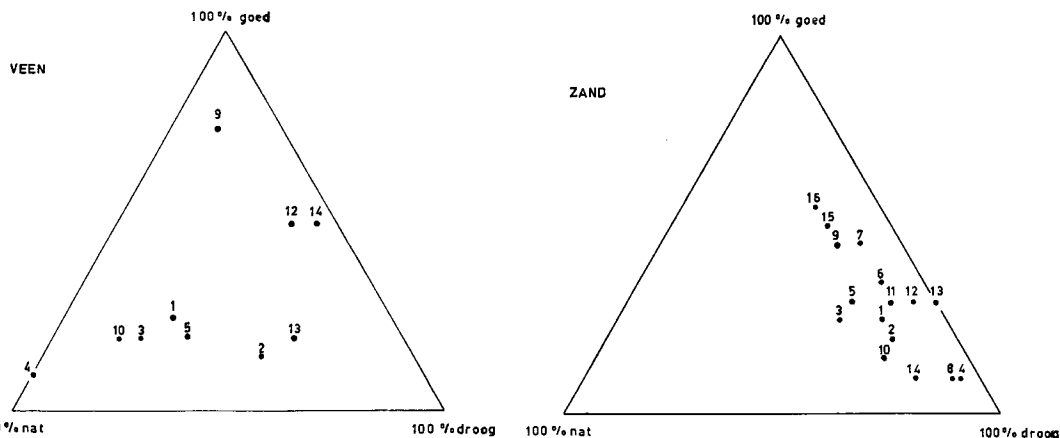


FIG. 9. Overzicht van de provincie Drente voor zand en veen afzonderlijk van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 5

goede gronden te bezitten; gebied 9 zelfs in zo grote mate, dat geen zand- of veengebied hier bovenuit komt. De Veenkoloniën zijn, zoals reeds vermeld, het naastliggende ongeveer even goede gebied.

Bezieet men in dit geheel van gegevens die van het Wold Aa gebied, dan valt te betreuren, dat deze belangrijke toetsingsmogelijkheid door slechte overeenkomst van de beide vochttoestandsbeoordelingen zo zeer aan bewijskracht heeft ingeboet. Wanneer men echter de gebieden onderling vergelijkt, dan zou een iets droger zijn van het gebied mogelijk zijn, maar niet meer dan 5 % belopen. Dit zou slechts een verschil van 1 % in de totale opbrengst uitmaken. Vergelijkt men nu het Wold Aa gebied met de niet verbeterde gebieden 1 tot 5, 10 of 14, dan krijgt men de indruk, dat hier 2 tot 3 % aan meeropbrengst zal zijn gewonnen door ontwatering alleen. Deze geringe vooruitgang vindt zijn oorzaak daarin, dat tegenover elke ha die van nat naar goed wordt verschoven, elders maar weinig minder dan een ha van goed naar droog schuift. De totale winst kan niet zo groot zijn. Men helpt het centrum van het madelandgebied wellicht ten koste van de randen.

Vraagt men zich af waar in Drente de gebieden liggen waar de ernstige depressies in grotere omvang dan elders voorkomen, dan geeft figuur 7 daarvan een beeld. Dat Drente een gebied is met een vrij klein percentage van het oppervlak in de klasse van de goede gronden en een vrij groot droog gebied — op één na het grootste van alle provincies — blijkt wel uit figuur 7. De beekdalen van de Drentse Aa, Oude Vaart, Oostermoerse Vaart en Loodiep, maar ook het veengebied tussen Alteveer en Hollandse veld, vormen de natte gebieden. Deze groep representeert vrijwel de gebieden, welke thans verbeterd worden of waarvoor plannen worden uitgewerkt.

Wisselvochtige gebieden komen in Drente vrijwel niet voor. Een klein aaneenge-

sloten complex doet zich bij Kolderveen-Nijveveen voor. Bedacht dient te worden, dat figuur 7 de resultaten berekend uit de verdrogingskaart weergeeft, daar de kaart voor de berekening uit de grondwaterdiepten voor deze provincie niet beschikbaar is. De verdrogingskaart is op het punt van wisselvochtigheid minder zeker dan de grondwaterstandkaart. Een oriënterend overzicht van de grondwaterdiepten wees op een wat groter complex wisselvochtige gronden in de stroomgebieden van Oude Vaart en het Oude Diep.

Verdroging is in Drente geen onbekend verschijnsel. Een groot complex droge gronden vindt men tussen Peize en Norg, langs de Hondsrug bij Zweelo en Mantinge en de rug van Hoozevee naar Zuidwolde. Nog enkele kleinere complexen in veenkoloniaal gebied bij Bareveld en Schonebeek wijzen uit, dat niet alleen in Groningen de waterhuishouding van de dalgronden soms wat te wensen overlaat. Vooral op de oude dalgronden treft men de verdrogingsverschijnselen aan. Het kaartje in figuur 7 wijst uit, dat de verdrogingsproblemen in Drente meer langs de randen van het plateau voorkomen dan midden erop. Dit mag als verdere steun worden gezien van de gedachte, dat verdroging in Drente herhaaldelijk een gevolg is van diepere ontwatering van aangrenzende gebieden. Het is duidelijk dat aan ontwatering in Drente nog heel wat gedaan kan worden, maar dat daarbij de volle aandacht aan de verdroging moet worden gegeven, staat eveneens vast. Men zou zich zelfs willen afvragen of de meer dan dubbel zo grote droge oppervlakte de cultuurtechnische aandacht zelfs niet eerder verdiende dan de natte beekdalen.

De grote activiteit op het gebied van beekverbetering lijkt in het C.O.L.N.-onderzoek geen steun te vinden. Men moet echter wel onderscheiden de depressie in de opbrengst door een regelmatig te hoge grondwaterstand en die door een incidentele overstroming. Dit laatste kan schade doen, ook bij een goed geregelde grondwaterstand. Men moet de tekortkomingen van ontwatering en afwatering wegens hun geheel verschillende oorzaak en remedie wel van elkaar onderscheiden.

Drente heeft iets meer natte en iets meer droge gronden dan Overijssel, Gelderland of Noord-Brabant. Het heeft duidelijk een minder grote oppervlakte goede gronden. Het zal zorgvuldig ontwerpen vragen om de mogelijke verbetering te bereiken en te voorkomen, dat te nemen maatregelen uitlopen op het omruilen van natte hectaren voor droge hectaren. De Veenkoloniën behoren, wat hun waterhuishouding betreft, tot onze allerbeste niet-slibhoudende gronden. Verbetering in de Veenkoloniën zal alleen door zeer bijzondere maatregelen bereikbaar zijn; door waterbeheersing in de meest moderne zin. Profielverbetering, ingrijpende verbeteringen in het kanalen en waterpeilenstelsel enz. zullen bij deze reeds zeer goede gronden de laatste loodjes zijn, die wel zwaar zullen blijken te wegen.

d. Overijssel

De waterhuishoudkundige toestand zoals die in deze provincie in het algemeen bekend staat, levert een wat heterogeen beeld. De kop van Overijssel staat als nat bekend, het gebied tussen Vecht en Dedemsvaart wordt als een gebied met onvol-

TABEL 6. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Overijssel

Nr.	Gebied Naam	Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies									
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld			
				winter		zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^
				<20	<40	100 ^	140 ^														
5	Zeekleigebied van Kampen en Blokzijl	6,2	kl.	37	80	24	6	11	66	23	0	49	47	4	16	62	22	30	55	15	
6	IJsselstreek	12,0	rkl.	10	37	70	34	10	51	30	6	12	39	49	9	40	51	10	40	50	
1	Kop van Overijssel, Veengebied	24,7	kl. v. v.	43	82	11	2	42	46	9	3	49	35	16	43	43	14	45	40	15	
2	Kraggengebied Giethoorn	3,8	v.	0	7	13	0	0	95	5	0	0	78	22	6	84	10	5	80	15	
4	Kraggengebied Staphorst	3,2	v.	36	81	0	0	34	59	4	3	18	25	57	42	46	12	30	35	35	
8	Veenkolonie Dedemsvaart	8,5	v.	17	43	36	14	56	24	16	4	18	56	26	43	40	17	30	50	20	
9	Veenkolonie Vriezenveen	9,3	v.	19	51	48	15	55	26	17	2	20	59	21	36	43	21	30	50	20	
3	Gebied Steenwijk-Vollenhove	5,0	z.	18	43	91	72	8	21	49	22	9	4	87	11	8	81	10	5	85	
10	Stuwwallen Lemele-Nijverdal	4,7	z.	0	4	99	91	6	10	78	6	0	2	98	1	0	99	0	0	100	
11	Stuwwallen Hoog Hexel	2,2	z.	16	31	96	73	0	0	76	24	12	12	76	8	4	88	10	10	80	
12	Stuwwallen Ootmarsum	3,6	z.	24	40	77	51	0	10	86	4	9	17	74	9	5	86	10	35	55	
13	Stuwwallen Enschede-Oldenzaal	7,1	z.	47	74	79	35	0	33	67	0	20	19	61	0	47	53	10	35	55	
14	Gebied langs Vecht en Dedemsvaart	25,4	z.	16	45	54	20	22	48	27	3	11	34	55	20	36	44	15	35	50	
15	Salland	34,1	z.	15	47	76	33	19	44	29	8	7	20	73	15	33	52	10	25	65	
16	Midden en Beneden Regge	19,0	z.	19	42	75	39	17	38	31	14	13	22	65	16	28	56	15	25	60	
17	Oostelijk Reggegebied	30,0	z.	33	62	73	30	11	46	37	6	18	27	55	9	43	48	15	35	50	
18	Dinkelgebied	9,7	z.	30	63	60	20	17	35	42	5	18	30	52	13	29	58	15	30	55	
19	Z.O. Reggegebied	13,0	z.	11	49	80	27	6	13	66	15	10	39	51	1	9	90	5	25	70	
20	Oostelijk Schipbeekgebied	2,8	z.	9	43	69	19	0	0	81	19	9	26	65	6	0	94	5	15	80	
21	Westelijk Schipbeekgebied	6,1	z.	1	20	89	60	4	32	47	17	1	14	85	4	16	80	0	15	85	
7	Vechtgebied	5,4	z., kl.	5	28	62	26	19	30	46	5	9	28	63	11	32	57	10	30	60	
Totaal Overijssel		236																17	32	51	

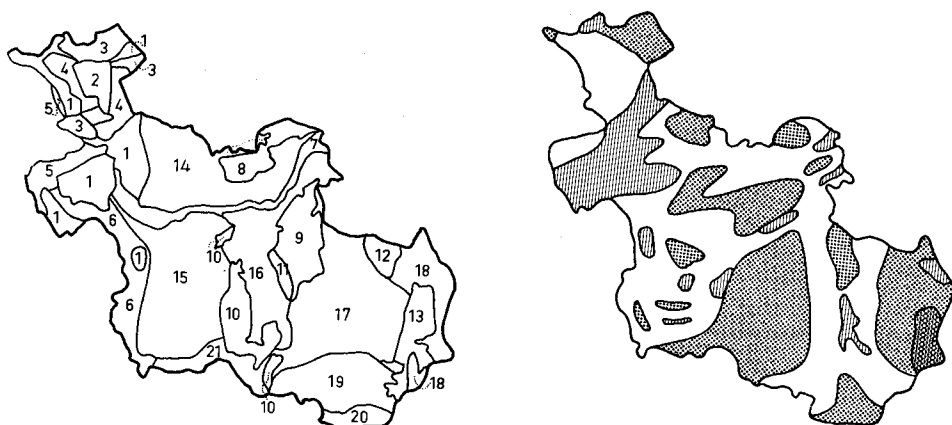


FIG. 10. Overzicht voor de provincie Overijssel van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de waterstandsopname

doende afvoer beschouwd. Het Regge- en Dinkelgebied acht men te droog, maar Salland weer als een gebied met enige behoefte aan verbetering van de afvoer. Het onderzoek toont aan wat van dit alles juist is.

Overijssel kan verdeeld worden in vier groepen van gebieden en wel de zandgebieden, de stuwwallen, de klei- en rivierafzettingen en tenslotte de veen- en dalgrondgebieden.

Bij de *zandgebieden* nr. 14 tot en met 21 in tabel 6 blijkt de oppervlakte natte gronden van matige omvang te zijn met het oostelijk Reggegebied en het Dinkelgebied als natste delen. In de verdrogingstaxatie worden de verschillen in natte oppervlakten maar in beperkte mate bevestigd. Het zuidoostelijk Reggegebied en het Schipbeekgebied zijn het minst nat volgens beide beoordelingen. Dezelfde gebieden worden bij de verdrogingstaxatie als verdrogend geklassificeerd, wat voor de grondwaterdiepte bij het oostelijk Schipbeekgebied echter niet tot uiting komt. Bij de opbrengsten zijn de waarden volgens de beide taxatiemethoden van een bevredigende overeenkomst, zij het niet zo goed als voor Drente werd gevonden. Het geringste natte oppervlak wordt voor de zojuist genoemde gebieden 19, 20 en 21 gevonden, terwijl het grote droge oppervlak voor deze gebieden wel volgens de verdrogingstaxatie wordt gevonden, maar bij de gebieden 19 en 20 valt dit oppervlak volgens de waterstandsberekening nogal wat lager uit. De overige gebieden hebben de voor zandgrond gebruikelijke percentages verdrogende gronden. Van Salland meent men wel dat het wat nat is. Het verschilt echter weinig van de gronden langs de Vecht. Het percentage natte gronden is laag en het oppervlak verdrogende gronden is vergeleken bij de overige zandgronden evenmin groot. De gemiddelden overziende kan men eigenlijk alleen constateren, dat het Schipbeekgebied nogal wat droger is dan de andere gebieden; deze overige zandgebieden verschillen maar zeer weinig van elkaar.

Het *stuwwallengebied* verkeert in een geheel andere waterhuishoudkundige toestand. De overeenkomst met de Hondsrug is duidelijk, maar de ontwateringstoestand is met uitzondering van de complexen Lemele-Nijverdal-Holten-Markelo wat minder naar de droge kant. Het complex Enschede-Oldenzaal is zelfs vrij vochtig, mede als gevolg van het voorkomen van leembanken. De taxateurs van de verdroging hebben deze wateroverlast echter niet opgemerkt. Droog voor beide methoden zijn de gebieden 3, 10 en 11, terwijl het percentage droge gronden bij de gebieden 12 en 13 kleiner is.

De depressies zijn voor het oppervlak natte en goede grond van het complex Enschede-Oldenzaal onderling wat afwijkend, maar verder voldoende overeenkomstig met die voor de overige stuwwalgebieden. Het gemiddelde levert dan ook een duidelijke conclusie, dat het gebied Lemele-Nijverdal in een wat drogere toestand verkeert en het gebied Enschede-Oldenzaal wat minder droge en meer goede gronden heeft dan de overige gebieden. De Hondsrug gelijkt het meest op het gebied Lemele-Nijverdal. Het zijn de droogste gebieden van geheel ons land, met het gebied Lemele-Nijverdal als meest extreem droog geval.

Het *kleigedeelte* van Overijssel is bodemkundig zowel als hydrologisch weinig homogeen. Dientengevolge komen de oppervlakten met geringe grondwaterdiepten of grote grondwaterdiepten weinig overeen met de verdrogingstaxaties. De depressies komen wel goed overeen, met uitzondering van die voor het zeekleigebied Kampen-Blokkzijl, dat voor de grondwaterdiepte veel natter uitviel. Dit gebied van Kampen en Blokkzijl is te vergelijken met een vochtig kleiweidegebied in Friesland, zoals Kollumerland.

Het gebied van de IJsselstreek is wat droger dan de overeenkomstige gebieden uit Gelderland. Het aan de overzijde van de IJssel gelegen Polderdistrict Veluwe is zelfs vrij wat natter.

De strook langs de Vecht met de vele rivierduinen heeft een hoog percentage droge gronden en is met een gemiddeld Drents stroomgebied te vergelijken.

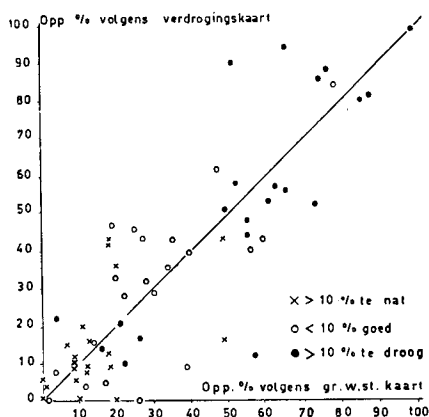


FIG. 11. Overzicht voor de provincie Overijssel van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

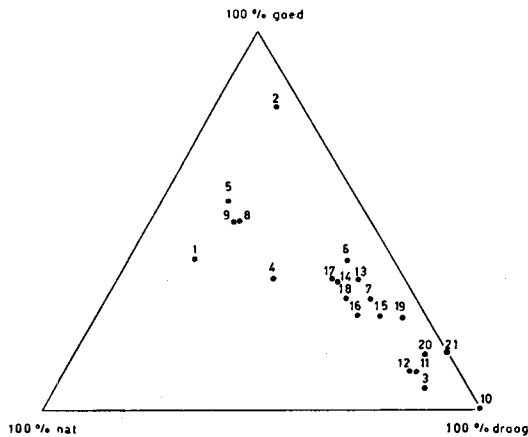


FIG. 12. Overzicht voor de provincie Overijssel van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 6

Ook de *veengronden* vormen een heterogene groep. De gebieden 1, 2 en 4 zijn volgens grondwaterdiepte en verdrogingstaxatie vrij gelijk beoordeeld. Bij de veenkoloniale gronden is wel een zeer groot gebied als nat beoordeeld. In de natte groep valt bijvoorbeeld een tweemaal zo groot deel van de gronden dan bij het Lage Midden van Friesland werd aangetroffen. Dit lijkt een wat te hoge schatting. Wel was de grond maar weinig te nat om nog tot de goede grond gerekend te mogen worden, zodat een groot oppervlak hier nog geen grote depressie betekent. Bij de ijking op opbrengstdepressies zijn de twee methoden vrij goed aan elkaar gelijk, behalve voor het kragengebied Staphorst, dat volgens de verdrogings-taxatie meer natte gronden en minder droge gronden heeft dan volgens de waterstanden. Wel moet men hierbij bedenken, dat de waterstandsbuizen op deze soms wat moerassige en slappe gronden te veel op de wat vastere en hogere grond zullen zijn gezet. Het kragengebied Giethoorn geeft veel beter overeenkomstige uitkomsten, maar de hoge oppervlakte goede gronden is zo groot, dat dit slechts met reserve aanvaard lijkt te mogen worden. Het rapport voor Overijssel gaat hier dieper op in.

Men mag wel concluderen, dat de Kop van Overijssel in de klasse van de natte veengronden behoort, terwijl ook de Veenkoloniën vrij wat natter zijn dan de veenkoloniale gronden in andere provincies.

In de provincie Overijssel komen een aantal gebieden met duidelijke wateroverlast of verdroging voor, die in figuur 10 worden aangeduid. Het grote natte gebied ligt langs het Meppelerdiep en omvat de polder Mastenbroek en het gebied Kamperveen. De overige natte plekken zijn van kleiner omvang. Het Bornerbroek valt nog even op, maar verder zijn het kleine gebieden als bij Radewijk, Gramsbergen, enkele plekken in Salland die wegens het beperkte aantal waarnemingspunten al wat minder vast te omlijnen zijn.

De gebieden met ernstige droogteschade zijn veel groter, wat wel blijkt uit de derde plaats die Overijssel na Limburg en Drente inneemt ten aanzien van de omvang van de verdroging. De grote gebieden treft men aan ter weerszijden van de Regge, in het gebied van de Dinkel, in het Lemelerveld met het gebied van Rechteren. In het Buurzerzand en een strook langs de bovenloop van de Dinkel vooral ten westen van de rivier treft men nog een gebied van enige omvang met wisselvochtigheid aan.

Wanneer men zich afvraagt, of andere gebieden deze overlast of het tekort aan water niet ondervinden, dan is een vergelijking van figuur 10 met tabel 6 voldoende om te waarschuwen tegen het voorkomen van veel versnipperde natte en droge plekken, die zich niet tot grotere gebieden laten omgrenzen. De meer diffuus voorkomende gebreken treft men bijvoorbeeld in Salland aan, met 65 % grond met meer dan 10 % depressie door droogte.

De natheid in Overijssel is vrij sterk aan het veen gekoppeld, de droogte voor een aanzienlijk deel aan de glaciale ruggen. Het kaartje maakt wel duidelijk hoezeer de landbouw in Overijssel vooral door droogte wordt geschaad, zodat deze provincie in de beperktheid van het areaal gronden met minder dan 10 % depressie in de opbrengst, alleen door Drente en Limburg wordt overtroffen.

Overziet men de resultaten voor Overijssel, dan is het een provincie met zeer variabele hydrologische toestanden. In de veen- en kleigroep komen gebieden met een gering percentage droge gronden voor. De zandgronden zijn wat droger dan andere gronden en de stuwwallen zijn zeer droog. Overijssel is in het algemeen geen gebied, waar een regionaal onvoldoende gedifferentieerd plan van ontwatering nog iets kan opleveren, met de veenkoloniale gebieden en de Kop van Overijssel als uitzondering. Bij een deel van de Overijsselse gronden is de ontwatering reeds te ver gegaan. Men zal in de Kop van Overijssel nog met het enkelvoudige ontwateringssysteem wat vooruitgang kunnen boeken, maar voor het zandgedeelte van deze provincie zal men een ander systeem van verbetering van de waterhuishouding moeten ontwerpen.

e. Gelderland

De waterhuishouding in de provincie Gelderland laat zich splitsen in de toestand in het zandgebied, waarbinnen de randen van de Veluwe wel moeten worden onderscheiden van de Graafschap, en daarnaast de toestand voor de rivierafzettingen langs Rijn, Waal, Maas en IJssel.

Zou men de algemene opvatting omtrent de waterhuishouding onder woorden willen brengen, dan zou men mogen uitgaan van een wat droge toestand langs de rand van de Veluwe, een goede vochthuishouding in de Achterhoek en wateroverlast bij de rivierkleigronden. Dit laatste punt is echter nog enigszins omstreden, omdat wellicht over de wat te hoge waterstand wel eenstemmigheid is, maar ten aanzien van de gewenste waterstand nog een vrij grote divergentie van opvattingen bestaat, een omstandigheid die — zoals zal blijken — in de verdrogingstaxatie zijn afspiegeling vindt.



FIG. 13. Overzicht voor de provincie Gelderland van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de waterstandsoptname

De waterstanden in de *rivierkleigebieden* zoals tabel 7 die aangeeft wijzen uit, dat vele gebieden een voldoende lage winterwaterstand hebben. Over- en Neder-Betuwe en Lijmers hebben maar een gering oppervlaktepercentage met hoge waterstanden. Bommelerwaard en Polderdistrict Veluwe zijn ook nog vrij goed ontwaterd, maar de Tielerwaard en merkwaardigerwijze ook het land van Maas en Waal zijn vrij nat. Het blijkt, dat voor Maas en Waal ten aanzien van dit natte deel het oostelijke, niet in ruilverkaveling verbeterde gebied weinig afwijkt van het westelijke dat wel verbeterd is. De vochttaxaties doen een zeer weinig duidelijke uitspraak over de vochtuithouding.

De zomerwaterstanden wijzen bij dezelfde gebieden met diepe winterwaterstanden op diepe zomerstanden, met uitzondering van de Bommelerwaard die nu niet in de middengroep, maar in de natste groep blijkt te liggen. Ten aanzien van de verdroging wijzen de verdrogingscijfers weinig uit. De taxaties blijken de extreme groepen in sterke mate te mijden, wat wel zeer duidelijk opvalt bij vergelijking met de natte Maaskant in Brabant, waar de schatters het heel wat beter hebben aangedurfd flinke percentages natte en droge gronden te schatten.

De omijking op opbrengstdepressies en de forse correctie op de psychologische taxatiefout brengen de gegevens wel aanzienlijk dichter bij elkaar, maar toch blijkt de onenigheid omtrent de reactie van het gewas op de waterstand hier nog sterk tot uiting te komen. In gebied 2 en 8 schat men een veel kleinere droge oppervlakte dan volgens de waterstanden werd berekend, in de gebieden 4, 5 en ook enigszins gebied 6 schat men veel meer verdroging, terwijl in de gebieden 1, 3 en 9 tot en met 13 de overeenkomst redelijk is. Omtrent het te nat zijn van de gronden bestaat geen groot verschil van mening. Men zou geneigd zijn de hoge schattingscijfers voor droogte aan de dichtheid van de als grasland gebruikte komgronden toe te schrijven, waardoor verdroging reeds bij matige grondwaterdiepte kan optreden, evenals op de Friese en Groninger knipklei. Dan zou men juist voor de

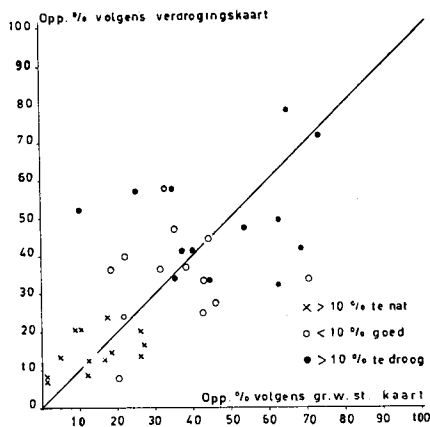


FIG. 14. Overzicht voor de provincie Gelderland van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

Tielerwaard, de Bommelerwaard en het Land van Maas en Waal meer op de verdrogingstaxatie dan op de waterstand mogen vertrouwen. De afwijkende cijfers voor deze gebieden, noch voor de Over-Betuwe, zijn gecorrigeerd door de verdrogingstaxatie zwaarder te laten tellen, hoewel bij de Over-Betuwe de waarde van 60 % voor de droge klasse dit gebied veel beter in de reeks van de andere gebieden zou doen passen.

Beziet men de gemiddelde cijfers en rekt men één procent aan nat gebied naar opbrengst als wat ongunstiger dan één procent aan droog gebied, dan zijn de produktievoorwaarden in de Neder-Betuwe en het Land van Maas en Waal ongeveer gelijk en het minst goed. De Bommelerwaard komt het beste naar voren. De waterhuishouding in de Over-Betuwe en de Lijmers zijn ongeveer gelijk en beter dan bij de gebieden als Tielerwaard en Polderdistrict Veluwe. De Over-Betuwe blijkt bij de berekening bij de goede gronden te behoren. Het verschil met de Neder-Betuwe zal ongetwijfeld verwondering wekken. Dit gebied is volgens beide beoordelingen droger dan de Over-Betuwe.

In de goede groep treft men twee gebieden aan, waarvan grote delen ruilverkaveld zijn. Schat men hoeveel deze groep op grond van zijn waterhuishouding aan opbrengstverhoging heeft verkregen, dan zal dit volgens figuur 15 in de orde van 2 tot 3 % zijn. Dit kan men vaststellen door de ligging van de waarnemingspunten in figuur 15 met de depressieschaal in figuur 34 te vergelijken. De ongunstige groep ondervindt vooral schade van een te groot percentage droge gronden.

De *zandgronden* tonen, volgens tabel 7, een vrij gelijke winterwaterstand. De Graafschap en het Rijk van Nijmegen zijn wat minder nat, ook volgens de verdrogingstaxatie. De zomerstanden zijn meer variabel, maar ook hier ziet men de beide genoemde gebieden alsmede de zuidelijke Veluwerand voor waterstand en verdrogingstaxatie als wat droger naar voren komen. De overeenkomst tussen beide cijfers is niet voor alle gebieden even goed.

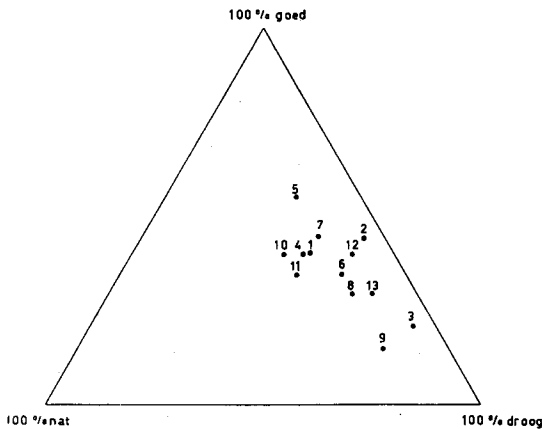


FIG. 15. Overzicht voor de provincie Gelderland van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 7

De ijking tot opbrengstdepressies brengt de beide beoordelingsmethoden vrij dicht bij elkaar. Alleen voor de oostelijke rand van de Veluwe, het gebied van Brummen en Voorst dus, is het gebied met droogteschade voor de berekening uit de grondwaterdiepte nogal wat groter dan voor die uit de verdroging. Een keuze, welke waarde de voorkeur zou moeten verdienen, valt niet te maken. De overige uitkomsten komen goed overeen.

Het gemiddelde wijst uit, dat de zuidelijke Veluwerand droog is en de Neder-Veluwe of Gelderse Vallei in de meest gunstige toestand verkeert. Slechts enkele delen van Drente verkeren in een even goede toestand als de Gelderse Vallei en betere gebieden kent het zand van Nederland maar weinig. Dit gegeven kan van belang zijn bij het overwegen van maatregelen voor dit gebied tot het verkrijgen van een betere afvoer voor de perioden met extreem grote neerslag. Tussen deze afvoer van grote debieten en de landbouwkundige waterhuishouding bestaat geen eenvoudig verband, zodat de Gelderse Vallei wel een verbeterde afvoer, maar geen diepere ontwatering vraagt.

Ook de Graafschap heeft een ontwatering, die de vergelijking met vele gebieden in ons land zeer goed kan doorstaan, iets wat te belangrijker is, daar het hier om een gebied van meer dan 100.000 ha handelt. Dat niettemin 50 % van dit gebied last van verdroging en maar 10 % last van water heeft, is het onontkoombare gevolg van de huidige techniek van peilverlaging over grote gebieden, waarbij natte gebieden goed, maar tegelijkertijd goede gebieden te droog worden. Men krijgt de indruk, dat volgens deze techniek een verdeling van 25 % nat, 25 % droog en 50 % goed op de Nederlandse zandgronden de beste verdeling van vochtigheidstoestanden is, die als uiterste bereikbaar zal zijn.

Wanneer ook hier weer wordt nagegaan waar zich de gebieden bevinden, waar de ernstigste opbrengstdepressies in grote mate voorkomen, dan geeft figuur 13 hiervan een globaal overzicht.

De gebieden waar de wateroverlast zich verdicht, treft men in het westen vooral aan langs de Diefdijk, in de Gelderse Vallei en in de polder Arkemheen. In de Achterhoek vindt men natte gebieden in het Woold en het ruilverkavelingsgebied Zieuwent-Beltrum.

De droge gebieden zijn voor een deel gebonden aan de glaciale heuvels, zoals die bij Wijchen, Garderen, de oostelijke Veluwerand tussen Hattum en Dieren, het Montferland en de Lochemse berg voorkomen. Tussen deze laatste gebieden vormt de rug van Zelhem een droge verbindingstrook, welke bij Doetinchem door het IJsseldal wordt onderbroken. Droog is ook nog het gebied tussen Almen en Bathmen.

Wisselvochtigheid komt weinig voor. Ten noorden van Winterswijk tegen de grens treft men een iets groter gebied met deze toestand aan.

Overziet men de waterhuishoudkundige toestand in de provincie Gelderland, dan is de oppervlakte natte grond vergeleken met andere provincies klein en vindt men deze wateroverlast in hoofdzaak op plaatsen, waar de defensieve betekenis van natte gronden vermoedelijk mede de verbetering heeft tegengehouden.

De droogte hangt vooral van de hoogtetopografie af en verbeteringen van deze droge gronden zullen diep ingrijpende maatregelen vergen. De rug van Zelhem en het gebied Almen-Bathmen lijken nog het meest voor verbetering in aanmerking te komen.

Beziet men Gelderland in zijn geheel, dan dwingt de oppervlakte aan natte en droge gronden tot de conclusie, dat op het gebied van de ontwatering over grote oppervlakten niet veel meer te bereiken valt. Wel zou langs de Grebbelinie en de Vesting Holland de ontwatering nog kunnen worden verbeterd. Verder zal het vasthouden of aanvoeren van water van meer belang zijn dan de gebiedsontwatering. De ruilverkavelingswerkzaamheden blijken in het rivierkleigebied in de goede richting te hebben gewerkt en het is wellicht een onverwachte aanwijzing, die uit de cijfers volgt, dat dit goede effect het gevolg is van een geringer oppervlak aan gronden met droogteschade.

f. Utrecht

De waterhuishoudkundige toestand van Utrecht acht men meestal vrij variabel. De enige gronden in het westen beschouwt men als nat; de gronden langs de Rijn, Oude en Kromme Rijn zijn wat droger, de Gelderse Vallei is goed en de randen van de Utrechtse Heuvelrug zijn droog. Deze beoordeling bestond, voordat grondwaterstanden en verdrogingsstaxaties de toestand meer concreet schilderden en bijvoorbeeld duidelijk maakten, dat het Eemland zeer nat was, naar zal blijken vrijwel het natste deel van geheel Nederland. Het Kromme Rijngebied staat verder bekend als een zeer droog gebied. Maar vergelijking van de cijfers met die van Gelderland doet uitkomen, dat het Land van Maas en Waal vrijwel even droog en de Neder-Betuwe nog droger is. Hoe de toestand in werkelijkheid beoordeeld moet worden, wijzen de cijfers uit.

TABEL 8. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Utrecht

Gebied		Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies								
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld		
				winter		zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	10% nat ^	<10% goed ^	10% droog ^	10% nat ^	<10% goed ^	10% droog ^	10% nat ^	<10% goed ^	10% droog ^
				<20 ^	<40 ^	100 ^	140 ^													
Nr.	Naam																			
1	Ronde Venen	4,1	kl., v.	36	75	12	3	2	33	63	2	22	54	24	22	43	35	20	50	30
2	N.W. Weidegebied	9,3	kl., kl./v., v.	79	94	2	0	25	73	2	0	64	33	3	45	37	18	55	35	10
5	Oude Rijn-IJsselgebied	12,7	kl., kl./v.	26	53	46	21	5	88	7	0	20	42	38	25	52	23	25	45	30
8	Eemland	5,2	kl., kl./v.	76	92	0	0	26	66	8	0	82	10	8	46	30	24	65	20	15
6	Lopikerwaard	8,6	rkl., kl./v.	32	64	16	0	11	79	9	1	41	41	18	31	43	26	40	40	20
3	Vechtgebied	6,8	kl.	36	63	41	22	2	87	11	0	22	32	46	22	51	27	20	40	40
7	Kromme Rijn	15,4	rkl.	5	22	74	52	3	61	35	1	8	34	58	23	25	52	15	30	55
4	Oost Vechtgebied	4,9	v., z.	4	40	22	2	8	77	12	3	18	25	54	28	41	31	20	35	45
9	Gelderse Vallei	13,2	z.	16	39	60	20	5	75	18	2	13	31	56	25	39	36	20	35	45
10	Utrechtse Heuvelrug	6,8	z.	5	15	79	59	1	24	42	33	2	13	85	2	23	75	0	20	80
Totaal Utrecht		87																27	35	38

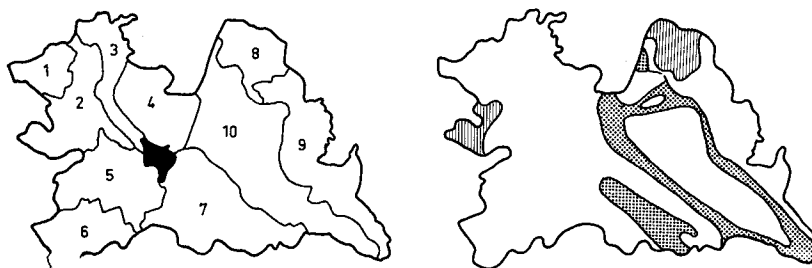


FIG. 16. Overzicht voor de provincie Utrecht van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de waterstandsonname

Hoge winterwaterstanden en tevens hoge taxatiecijfers voor natte toestanden vindt men in tabel 8 voor het Noordwestelijk Weidegebied en voor het Eemland aangegeven. Dit zijn inderdaad zeer natte gebieden. Lage winterstanden en geringe oppervlakten met een taxatie die een natte toestand aangeven zijn te vinden in het Kromme Rijngebied, het Oost Vechtgebied en de Utrechtse Heuvelrug. Deze gebieden zijn vergeleken met overig Nederland ongetwijfeld 's winters zeer droog. Wanneer men de zomerstanden en de beoordelingen droogtegevoelig en droog met elkaar vergelijkt, dan komen hetzelfde Noordwestelijke Weidegebied en Eemland naar voren als weinig verdrogend en het Kromme Rijngebied en de Utrechtse Heuvelrug als droog. Tussen deze beide uitersten van nat en droog liggen regelmatig verdeeld de overige gebieden.

De omrekening op opbrengstdepressies levert cijfers, die dezelfde variatie te zien geven als andere provincies. Het cijfer voor het natte oppervlak voor de veengronden van het Eemland heeft weer het meeste last van de tendentie, dat kleinere oppervlakten volgens de taxatie samengaan met grote oppervlakten van meer dan

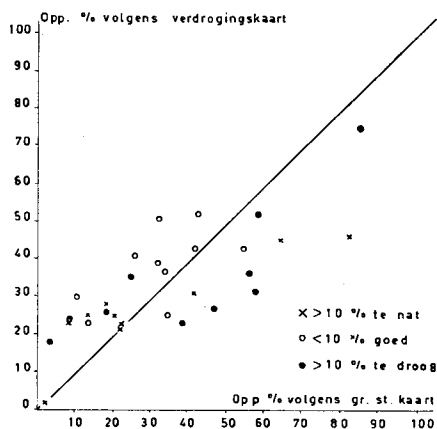


FIG. 17. Overzicht voor de provincie Utrecht van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

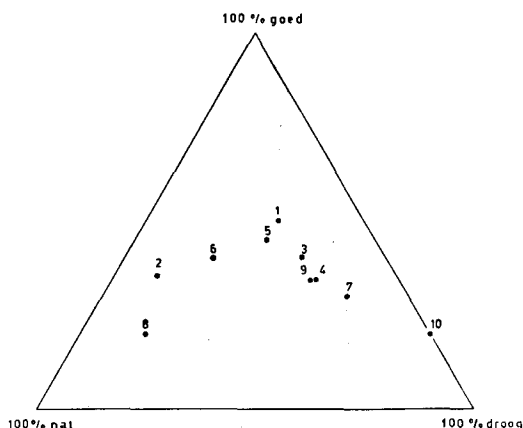


FIG. 18. Overzicht voor de provincie Utrecht van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 8

10 % depressie volgens de grondwaterdiepte. Vergelijkt men echter de cijfers voor Eemland met die voor het Noordwestelijk Weidegebied en het Friese Lage Midden, dan is er een treffende overeenkomst. Het blijkt, dat het depressie-oppervlak volgens de waterstanden bij alle veengebieden wat groot uitvalt. De tendentie van lage taxaties voor de depressie bij een hoge gemiddelde depressie doet echter de vraag rijzen of de getaxeerde natte oppervlakte wegens de psychologische schattingsfout niet te klein zal zijn en de depressie uit de waterstanden wegens het te smalle grondwateroptimum te groot. Het gemiddelde van de oppervlakten volgens beide methoden zou dan als beste schatting mogen worden aangehouden.

De gemiddelde waarden bevestigen het nat zijn van het Noordwestelijk Weidegebied en het Eemland, evenals het droog zijn van het Kromme Rijngebied en de Utrechtse Heuvelrug. De beste gebieden in Utrecht zijn naar de waterhuishouding gerekend de Ronde Venen, het Oude Rijn-IJsselgebied en de Lopikerwaard. Deze beoordeling lijkt met de gegevens voor de Zuidhollandse droogmakerijen, die vrijwel gelijk uitvallen als die voor de Ronde Venen, en het natter zijn van de Krimpenerwaard goed overeen te komen. De gebieden 3, 4 en 9 nemen een tussenpositie tussen de natte en droge in. Gebied 9, de Gelderse Vallei, blijkt — vergeleken met het taangrenzende gebied in Gelderland — nogal wat droger te zijn, hetgeen met de ervaring overeenstemt.

De gebieden, waar zich de grote depressies wat verdichten, volgen geheel uit wat reeds over de oppervlaktepercentages natte en droge grond in de waterhuishoudkundig homogene gebieden werd opgemerkt. Figuur 16 geeft hiervan een voorbeeld. Het gebied rond Zegveld en het Eemland is nat, terwijl in het gebied van de Kromme Rijn de hogere delen droog zijn. Ook de randen van de Utrechtse heuvels hebben last van verdroging, evenals dat bij de stuwwallen en glaciële heuvels in andere provincies werd gevonden.

Utrecht is een provincie met een niveau van waterhuishoudkundige tekortkomingen,

dat wat de natte kant betreft alleen door Friesland wordt overtroffen. Voor de verdroging is de rangorde even onder het midden. Het zijn de veengronden, die te nat zijn en waar de vrees voor klink wel van een diepere ontwatering zal hebben teruggehouden. Wat de verdroging betreft, lijkt het Kromme Rijngebied zich nog het beste voor verbeteringsmaatregelen te lenen. Hiervoor zijn dan ook reeds plannen opgesteld.

Wanneer men Utrecht als geheel overziet, is de waterhuishouding nogal ongelijk geregeld, maar in het algemeen is de verdrogende oppervlakte vrij wat kleiner dan bij vele tot dusverre besproken provincies. De verdeling van de vochttoestanden voor de veengronden van Utrecht lijkt veel op die voor Zuid-Holland met dien verstande, dat Utrecht meer naar de droge kant neigt. Met de verlaging van de grondwaterstanden zal men moeten oppassen. In de hier als nat beschreven gebieden zou nog enige verbetering mogelijk zijn, voorzover de klink van het veen hier geen onoverkomelijke moeilijkheden zou veroorzaken. Utrecht heeft ten aanzien van de ontwatering van de gronden nog wel een taak te verrichten, maar het valt te voorzien, dat hierbij grote moeilijkheden zullen moeten worden opgelost.

g. Noordholland

De waterhuishoudkundige toestand van de verschillende gedeelten van Noordholland varieert tussen die van de goed ontwaterde bouwlandpolders en de matig tot geheel onvoldoende ontwatering van het veengrasland van het oude land. De grote verscheidenheid in de waterstaatkundige toestand maakt, dat men moeilijk tot een karakterisering kan komen.

De waterstanden wijzen in tabel 9 voor de kleigebieden 2 tot en met 5 en 7 tot en met 12 uit, dat niet onaanzienlijke gedeelten vrij hoge waterstanden hebben, maar vrij lage taxaties van wateroverlast. De graslandpolders zijn het natst, de



FIG. 19. Overzicht voor de provincie Noordholland van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de waterstandsopname

TABEL 9. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Noordholland

Nr.	Gebied Naam	Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies								
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld		
				winter		zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	> 10% nat ^	< 10% goed v	> 10% droog ^	> 10% nat ^	< 10% goed v	> 10% droog ^	> 10% nat ^	< 10% goed v	> 10% droog ^
				< 20 v	< 40 v	100 ^	140 ^													
2	Bouwlandpolders	22,0	kl.	5	20	84	48	1	95	4	0	5	91	4	13	81	6	10	85	5
3	Graslandpolders	4,8	kl.	47	81	17	3	8	58	34	0	44	40	16	32	19	49	40	30	30
4	Gemengde polders	19,0	kl.	19	64	67	24	1	70	27	2	19	69	12	17	49	34	20	60	20
5	Tuinbouw polders	3,5	kl.	9	32	68	9	18	82	0	0	—	—	—	30	67	3	30	65	5
7	Westelijk Tuinbouwgebied	6,3	kl.	34	63	45	9	6	92	2	0	32	61	7	23	74	3	30	65	5
8	Oostelijk Tuinbouwgebied	7,6	kl.	36	36	61	6	0	91	9	0	29	62	9	15	76	9	20	70	10
9	Vier Noorder Koggen	10,5	kl.	11	55	78	40	3	74	23	0	6	44	50	15	60	25	10	50	40
10	Niedorper Koggen	6,4	kl.	20	58	82	25	1	68	31	0	15	61	24	16	48	36	15	55	30
11	Gebied rond Wogmeer	6,4	kl./v.	62	94	57	13	1	93	6	0	28	59	13	20	71	9	25	65	10
12	Zuid van de Zwaagdijk	5,0	kl./v.	23	56	84	23	3	63	34	0	13	57	30	16	58	26	15	55	30
14	Laag deel Kennemerland	12,2	kl./v.	48	85	13	3	8	73	16	3	30	52	18	24	50	26	25	50	25
1	Veenweidegebied	36,7	kl., v.	95	99	5	1	13	75	12	0	64	32	4	31	55	14	45	45	10
15	Texel	12,3	kl., z.	12	41	60	9	8	51	36	5	8	40	52	22	33	45	15	35	50
16	Wieringen	2,3	kl., z., v.	30	61	77	62	0	51	49	0	3	14	83	23	15	62	15	15	70
6	Koegras	12,2	z.	20	62	21	4	16	72	7	5	10	39	51	28	52	20	20	45	35
13	Kennemer geestgrond	3,1	z.	8	20	79	40	0	26	6	68	3	16	81	13	17	70	10	15	75
Totaal Noordholland		170																24	54	22

tuinbouwpolders het droogst. De hoge taxatie voor wateroverlast in deze polders zal men wel aan een extra verscherpt criterium voor de tuinbouwgewassen mogen toeschrijven. Daarnaast moet rekening gehouden worden met een mogelijke kwelinvloed bij de bouwlandhoek van Rustenburg in de Heer Hugowaard en in de Horstermeer, waardoor in de buizen een hogere stand kan zijn opgetreden als met de ligging van de grondwaterspiegel overeenkomt. Als droog — zowel naar de grondwaterdiepte als naar de verdrogingstaxatie gerekend — zijn de gemengde polders met bouw- en grasland beoordeeld, zowel als de Vier Noorder Koggen en het als Niedorper Koggen aangegeven gebied. Onder deze korte aanduiding moet men volgens figuur 19 verstaan de Schager en Niedorper Koggen. Weinig droog zijn hier weer de graslandpolders, waarbij de grote oppervlakte droogtegevoelige gronden wel aan het verscherpte criterium toegeschreven mag worden, dat bij gras mogelijk is. Het westelijk tuinbouwgebied heeft eveneens een klein percentage diep ontwaterde droge of droogtegevoelige gronden. Het is opvallend, dat in Noordholland bij de taxatie zo weinig gronden nat of droog zijn uitgevallen, iets wat op een sterke mate van de psychologische schattingsfout wijst.

Wanneer men de op twee manieren bepaalde depressies onderling vergelijkt, dan blijkt, dat de nauwkeurigheid van overeenkomen voor deze provincie wat minder goed is dan voor verschillende andere provincies. Een grote afwijking vindt men bij de droge groep van de graslandpolders, vermoedelijk als gevolg van het scherpere verdrogingscriterium bij grasland, waardoor de berekening uit de verdrogingstaxatie te hoog uitvalt. Te laag valt deze uitkomst voor de droge groep uit voor de Vier Noorder Koggen en het Koegras, onder welke laatste naam ook de Zijpe- en Hazepolder en de westelijke Anna Paulownapolder zijn begrepen. Voor dit te laag uitvallen van de depressie uit de verdrogingstaxatie is geen verklaring voorhanden. Bij het Veenweidegebied ziet men weer, evenals bij het Lage

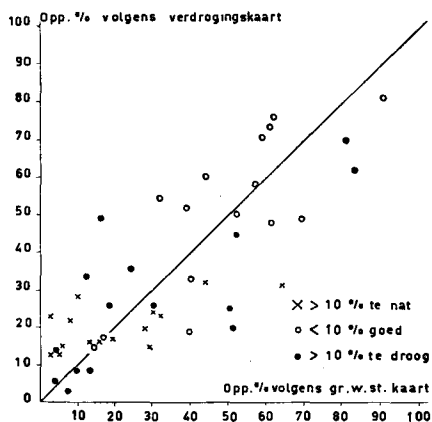


FIG. 20. Overzicht voor de provincie Noordholland van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

Midden, het Eemland en het Utrechtse Noordwestelijk Weidegebied hoe de natte klasse voor de berekening uit de grondwaterdiepte te groot uitvalt.

De conclusies op grond van de opbrengstdepressies wijken hier en daar af van die, welke reeds aan de waterstanden en verdrogingstaxaties werden verbonden. De graslandpolders bestaan voor een groot deel uit natte gebieden, maar er is ook een flink percentage verdrogende grond. De Vier Noorder Koggen zijn wat meer aan de droge kant, evenals de Niedorper Koggen. Vooral het gebied rondom Schagen is daarbij de plaats waar de droogte wordt aangetroffen. Verder zijn de tuinbouwgebieden wat nat, hetgeen overigens kan wijzen op de wenselijkheid in geval van tuinbouw een iets hogere waterstand te handhaven. Deze berekening, die op bouwlandgewassen is ingesteld, kan bij een op tuinbouw ingestelde waterstand een te natte indruk maken. Wat goed met de verwachtingen overeenkomt, is de zeer goede waterhuishoudkundige toestand van de bouwvelden. De overige verschillen zijn niet groot en geven geen verder inzicht.

Het lage deel van Kennemerland en het Veenweidegebied zijn volgens de waterstanden zowel als volgens de verdrogingstaxaties beide natte gebieden. Verdroging of diepe waterstanden treden weinig op. Wel treedt hier nogal wat wisselvochtigheid op, voor welk detail naar het provinciale rapport wordt verwezen. Het venige karakter van de grond compenseert bij het Veenweidegebied de hogere waterstanden echter niet en dit gebied blijkt meer wateroverlast en veel minder verdroging te kennen dan het lage deel van Kennemerland.

De zandgronden op de eilanden en langs de duinstrook zijn 's winters weinig nat met de geestgronden van Kennemerland als het gebied met de geringste wateroverlast. Diepe zomerstanden kennen drie van de vier gebieden. Het Koe gras heeft een beter beheerste waterstand. De verdrogingstaxaties op de eilanden lijken maar beperkt inzicht te kunnen geven, maar ook die voor het Koe gras met zeer veel natte grond — vooral in de Zijpe en Hazepolder — en zeer weinig droogte zijn niet zo goed verklaarbaar. De omijking op opbrengstdepressies maakt nog wel iets goed, maar voor het Koe gras blijven de verschillen groot. De infiltratie in de Zijpe kan misschien iets van dit verschil verklaren.

Beschouwt men het beeld, dat de gemiddelden voor de oppervlakten aan opbrengstdepressie geven, dan zijn de eilanden zeer droog, maar Kennemerland (13) overtreft ze nog aanmerkelijk. Men vraagt zich af of dit grotendeels voor tuinbouw gebruikte gebied inderdaad wel zo droog moet worden beschouwd. Er wordt hier nogal wat aan oppompen van water gedaan. Maar op deze percelen heeft men de waterstandsbuizen met opzet nooit gezet. Het Koe gras blijkt een waterhuishouding te hebben als de Friese Wouden en is aanzienlijk beter dan vele Drentse of Overijsselse zandgebieden.

De gebieden waar de grote depressies het meest veelvuldig binnen een omgrensbaar gebied voorkomen, vindt men in figuur 19 weergegeven. Droge gebieden vindt men in de Kop van Noordholland, in het Koe gras bij Twisk en Opmeer en bij Huizen. Natte gebieden vindt men bij Haarlem, Osdorp, Loosdrecht en een groot deel van Waterland. Wisselvochtig zijn gebieden bij Uitgeest, de Rijk en Weesp.



FIG. 21. Overzicht voor de provincie Noordholland van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 9

Het algemene beeld kan men samenvatten door op te merken, dat het veengrasland rondom Amsterdam grotendeels nat is, terwijl aan de randen van dit gebied wat wisselvochtige gronden worden aangetroffen. De westflank van de Gooise heuvels is ook nat. De droge plekken in het Koe gras en Zijpe en West Friesland beperken zich tot wat hogere en soms zwaardere gronden. Toch is dit alles van ondergeschikt belang, gezien de hoge plaats die Noordholland, als derde na Zuid-Holland en Groningen in de rangorde der provincies inneemt.

Overziet men de uitkomsten voor de gehele provincie, dan vallen die voor de meeste gebieden uit op een wijze, die men op grond van de resultaten van de andere provincies zou mogen verwachten. Van de Vier Noorder Koggen, Schager en Niderper Koggen en het gebied ten zuiden van de Zwaagdijk valt de verdeling van de oppervlakten nat, goed en droog uit op een wijze, die verder alleen bij de knipkleien voorkomt. Dit zal men voor deze gebieden vermoedelijk niet verwacht hebben. Deze gebieden hebben vooral een wat groter oppervlak droge grond dan men zou vermoeden. Het wat nat uitvallen van de tuinbouwgebieden 5, 7, 8 en 11 werd reeds besproken en als een afwijking door te beperkte kennis van de tuinbouwweisen verklaard. Vermeld werd, dat enige invloed van kwel op de waterstandsmetingen niet uitgeschakeld mag worden. Noordholland kent dus een aantal te droge gebieden, die watertoevoer behoeven. Wel is er, gezien het grote oppervlak aan natte grond, aan de ontwatering nog verdere verbetering mogelijk. Noordholland is wat het oppervlak aan goede gronden betreft één van de beste provincies. De verbeteringen zullen daarom wel voornamelijk perceelsgewijze of over kleine oppervlakten worden nagestreefd.

h. Zuid-Holland

De waterhuishouding van de provincie Zuid-Holland is versnipperd over een groot aantal kleine polders, die dankzij de grote waterstaatkundige lichamen, die de

TABEL 10. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Zuid-Holland

Gebied		Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies								
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld		
				winter		zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^	10% nat ^	10% goed v	10% droog ^
				<20 v	<40 v	100 ^	140 ^													
Nr.	Naam																			
1	Noordelijk klei- en kleiveengebied	13,4	kl.	39	67	37	18	8	60	32	0	15	37	48	28	31	41	20	35	45
2	Centrale droogmakerijen	25,3	kl.	31	64	38	21	0	73	21	6	23	46	31	20	44	36	20	45	35
3	Rijnland	13,5	v., kl./v.	57	74	42	29	11	75	27	11	11	25	64	31	22	47	20	25	55
4	Land van Gouda en Woerden	10,1	v.	80	90	18	2	15	71	14	0	49	30	21	35	42	23	45	35	20
5	Krimpenerwaard	12,2	v.	89	98	2	1	21	73	6	0	51	42	7	41	44	15	45	45	10
6	Alblasserwaard	21,3	v.	71	93	12	4	13	78	9	0	42	38	20	33	49	18	35	45	20
7	Vijfheerenlanden	12,1	v., kl./v.	54	79	24	12	18	71	9	2	26	43	31	38	42	20	30	45	25
8	Delf- en Schieland	14,6	v., kl./v.	63	86	34	10	3	56	38	3	27	47	26	23	27	50	25	35	40
9	IJsselmonde en Dordtse Waard	14,2	kl.	22	61	82	34	11	89	0	0	15	73	12	12	88	0	15	80	5
10	Hoekse Waard	23,8	kl.	9	43	88	52	6	90	2	2	5	91	4	7	89	4	5	90	5
11	Putten	3,9	kl., kl./v.	32	86	52	11	14	75	11	0	20	50	30	15	74	11	20	60	20
12	Rozenburg	3,3	kl.	4	27	82	37	0	86	14	0	6	94	0	1	85	14	5	90	5
13	Voorne	11,9	kl.	14	50	81	45	12	72	4	12	11	82	7	13	71	16	10	75	15
14	Goeree-Overflakkee	19,3	kl.	7	19	89	68	8	80	4	8	5	88	7	9	79	12	5	85	10
Totaal Zuid-Holland		198																21	56	23

boezempeilen uitmuntend handhaven, hun water zonder moeite kunnen afvoeren. Waar natte veengebieden voorkomen, is voldoende bekend hoe moeilijk het is in deze gebieden iets aan een grondige verbetering van de waterhuishouding te doen. Elke diepere ontwatering zal bij dikke veenlagen door de onverbiddelijk volgende klink weer teniet worden gedaan en wanneer de ontwateringstoestand van het land na enige tijd weer aan de oude toestand gelijk geworden is, blijft slechts de noodzaak over om in de toekomst het water hoger op te malen om het uit de polder uit te slaan. Van Zuid-Holland zal men wel met recht mogen aannemen, dat de toestand van de waterhuishouding er — de bodemkundige moeilijkheden in aanmerking genomen — opvallend goed is.

In de volgende behandeling zijn de Bollenstreek en het Westland niet in de beschouwing opgenomen. De gecompliceerdheid van het waterhuishoudingsprobleem van de tuinbouw was oorzaak, dat geen weg werd gevonden iets over deze gebieden in een provinciaal overzicht op te nemen.

Bij de veen- en klei-op-veengebieden 3 tot en met 8 ziet men in de waterstanden een duidelijke afspiegeling van de ontwateringstostanden. Al deze gronden hebben hoge winterwaterstanden. Het Land van Gouda en Woerden en de Krimpenerwaard zijn het natste, hetgeen ook door de verdrogingstaxatie wordt bevestigd. Het voorkomen van slechts kleine oppervlakten met diepe waterstanden of verdroging treft men bij deze gebieden aan, alsmede in de Alblasserwaard. Het hoge aandeel aan gronden met getaxeerde verdroging in Rijnland hangt samen met het hoge percentage gronden met lage zomerwaterstanden in dit gebied.

De getaxeerde oppervlakten komen weer goed met elkaar overeen, wanneer men althans de verschillen in de veengebieden met zeer lage taxaties voor wateroverlast als de reeds herhaaldelijk genoemde onderschatting van de produktiederving bij gras door kwaliteitsverlies bij hoge waterstanden wil opvatten. Aan de depressie uit de waterstanden kan men iets meer gewicht hechten dan uit de verdroging.

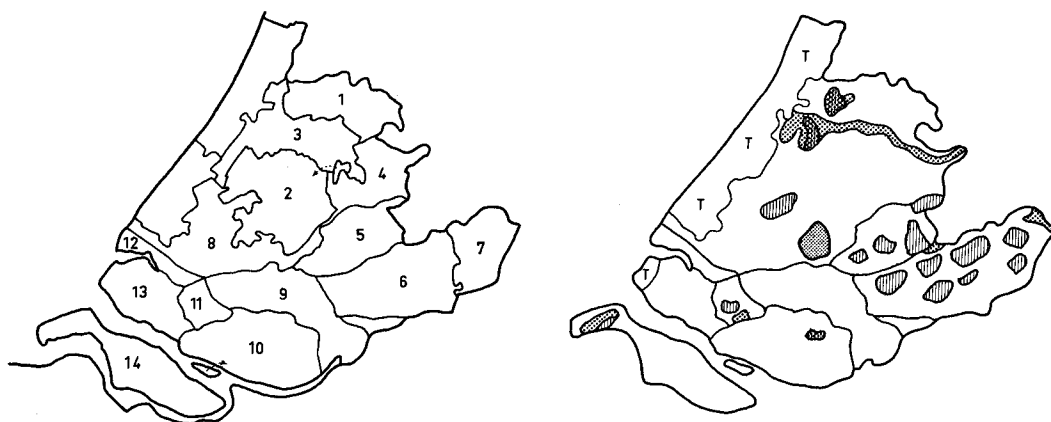


FIG. 22. Overzicht voor de provincie Zuid-Holland van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de waterstandsoptname

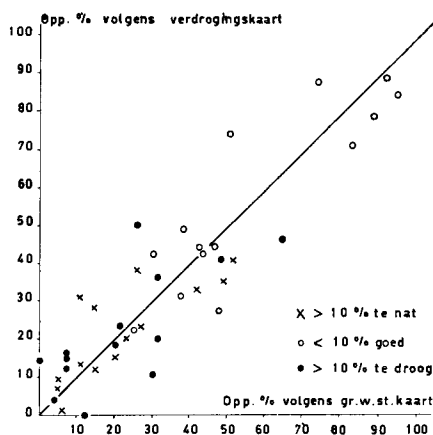


FIG. 23. Overzicht voor de provincie Zuid-Holland van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

Men kan de verschillen echter ook iets anders beschouwen en wel als een verschil tussen de schattingen op het vaste land en die op de eilanden. Op de eilanden zou men vrij nauwkeurig de oppervlakten nat en droog hebben weten te schatten, zodat het oppervlak aan natte gronden vrijwel niet te klein zou zijn geschat. Op het vasteland zou echter volgens tabel 2 het oppervlak aan natte gronden 19 % te klein zijn geschat.

Op deze wijze lijkt een iets betere aanpassing aan de verdeling in nat, goed en droog voor het Utrechtse en Noordhollandse veengebied te ontstaan, terwijl de waarnemingen voor de kleigebieden, speciaal voor Putten, zich wat duidelijker van die voor het klei-veengebied afscheiden en zich ook overigens iets regelmatigere tussen de gegevens voor de overige kleigebieden rangschikken. De correctie is bij het bepalen van het gemiddelde daarom volgens deze onderscheiding naar vasteland en eilanden in de berekening opgenomen. Het verschil dat in vele andere provincies bij de veengronden werd aangetroffen, wordt op deze wijze echter onopvallend klein, zodat er dus ook een zekere regelmaat verdwijnt.

De gemiddelden voor de percentages van het oppervlak in de natte, goede en droge klasse wijst in figuur 24 voor de kleigronden van de eilanden uit, dat deze, wat de ontwatering betreft, in een uitstekende toestand verkeren. Vergeleken met de Groninger en Friese bouwpoolders is het natte oppervlak iets afgenomen en het droge oppervlak iets toegenomen, zonder dat het oppervlak goede gronden vermindert. Het lijkt waarschijnlijk, dat hier de beste waterhuishoudkundige toestand van Nederland wordt benaderd. De verschillen met de Groningse en Friese kleibouwlanden zijn overigens klein. Putten staat bij de overige eilanden ten achter, tesamen met het iets betere Voorne en valt in de driehoeksfiguur meer in de zone van de Friese graspoolders.

Het Noordelijk Klei- en Veengebied en de Centrale Droogmakerijen staan bij deze eilanden ver ten achter. Er is enige overeenkomst met de Utrechtse droogmakerijen

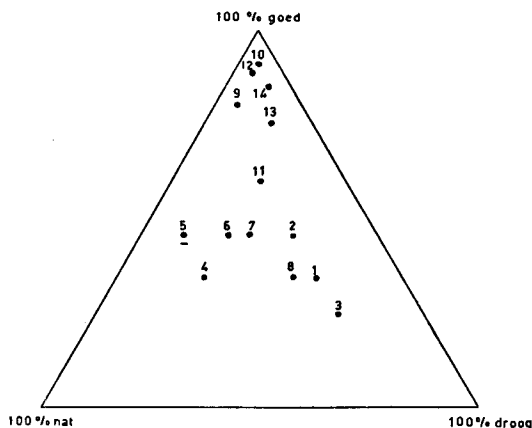


FIG. 24. Overzicht voor de provincie Zuid-Holland van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 10

in de Ronde Venen en de Noordhollandse graslandpolders, die echter iets beter zijn. De Noordhollandse bouwlandpolders zijn in kwaliteit gelijk aan de Zuidhollandse eilanden.

Van de veen- en klei-veengebieden zijn het Land van Gouda en Woerden, de Krimpener- en de Alblasserwaard wat te nat en wat natter dan b.v. de Lopikerwaard. Het Noordelijk Klei- en Veengebied en Rijnland zijn duidelijk te droog. Hiertussen in liggen Delf- en Schieland, de Vijfherenlanden en de Centrale Droogmakerijen.

Een beschouwing omtrent de plaats, waar de grote opbrengstdepressies vooral voorkomen, kan aan de hand van figuur 22 worden gehouden. Het blijkt wel, dat de natte gronden vooral in de Krimpenerwaard, Alblasserwaard en Vijfherenlanden worden gevonden. Kleine natte gebieden vindt men nog in de polders ten oosten van Delft en op Putten.

Verdroging komt langs de gehele Oude Rijn, in de Prins Alexanderpolder en bij Ouddorp voor, met nog enkele kleine plekje hier en daar. Wisselvochtige gebieden blijken bij Rijkswatering-Hoogmade op te treden, terwijl in het oeverwalsysteem van de Oude Rijn ter hoogte van Zoeterwoude, in de Hoekse Waard, het Munnikenland van West-Maas en in de St. Antonypolder wisselvochtige oppervlakten van wat grotere omvang voorkomen.

Vergelijkt men de natte plekken op het kaartje van figuur 22 met de vrij grote oppervlakte van 20 % natte grond, dan blijkt wel, dat de natte gebieden in kleine plekjes versnipperd zijn. Het grote oppervlak aan goede gronden — Zuid-Holland is nummer één, zelfs nog voor Groningen — doet dit ook verwachten.

Aan de onvoldoende ontwatering in de Krimpener- en Alblasserwaard lijkt nog wel enige verbetering aan te brengen te zijn. Wel zal men hierbij erop moeten toezien, dat geen verdroging op de hogere delen de bestrijding van de wateroverlast op de lage plekken vergezelt.

Overziet men de provincie als geheel dan krijgt men de indruk, dat met polderpeilregeling nog slechts beperkte voordelen te behalen zijn, tenzij men naar kleinere polderafdelingen gaat streven. De verdeling van de percentages valt daartoe te veel in de zone, waar deze voor gelijksoortige gebieden met grotere of kleinere variaties tussen nat en droog pleegt te vallen. De totale depressie van de opbrengst valt eveneens weinig variabel uit. Het Land van Gouda en Woerden zal van een wat lager peil profijt hebben; het hier als Rijnland betitelde gebied — een klein deel slechts van het Hoogheemraadschap — van een hoger peil. De oppervlakten met depressies bij Voorne en Putten zullen nog eens nader bezien moeten worden, omdat de oorzaak van het grotere aandeel natte en droge gronden voor beide met de gecompliceerde bodemkundige toestand samenhangt. Ook Zuid-Holland is met de algemene polderpeilregeling in een ver gevorderd stadium gekomen en men zal met meer gedetailleerde methoden verder moeten gaan.

i. Zeeland

De provincie Zeeland bestaat uit oude gronden, de zogenaamde poelgronden, die als nat bekend staan, met daarnaast jonge gronden met een zeer goede naam. In deze provincie wordt veel over verdroging gesproken en er is aanleiding, gezien de weinig intensieve slotenstelsels op verschillende eilanden, te denken aan een wat kleiner regenoverschot. Enige aanleiding om te vermoeden dat Zeeland droog is, bestaat er **dus wel**.

In de volgende beschouwing zijn enkele gedeelten van Zeeland niet opgenomen. Omstandigheden van de overstromingen en de herverkaveling sloten het onderzoek uit.

De waterstanden tonen aan, dat Zeeland in de winter dieper ontwaterd is dan de Groninger of Friese kleipolders, terwijl de zomerwaterstanden er minder diep dalen. De indicatie uit de diepe winterstanden wordt door de getaxeerde geringe oppervlakten natte grond wel gesteund, alhoewel voor Oost Zeeuws-Vlaanderen

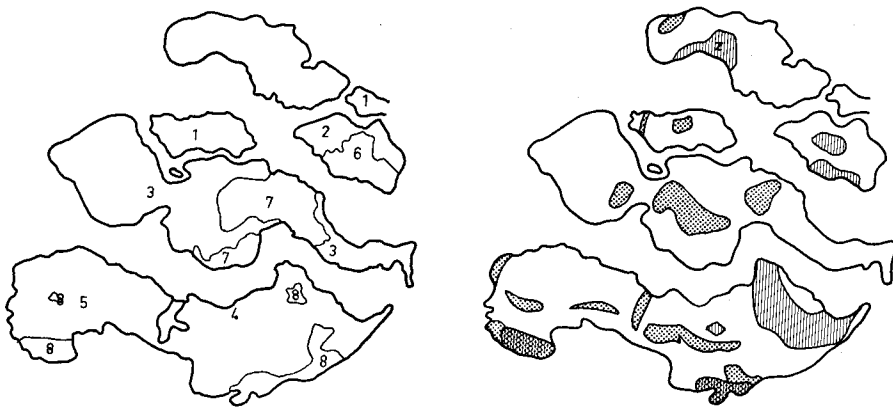


FIG. 25. Overzicht voor de provincie Zeeland van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de verdrogingsopname

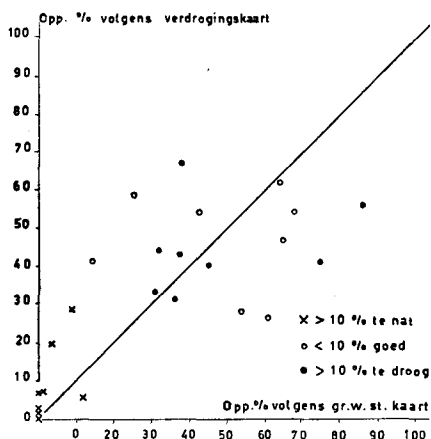


FIG. 26. Overzicht voor de provincie Zeeland van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

en het oudland van Tholen relatief grote percentages te nat gebied werden getaxeerd. De zomerwaterstanden en de droogtetaxaties komen minder goed met elkaar overeen, omdat het profiel van invloed is op de vochthuishouding en de verdrogingstaxatie het effect daarvan beter weergeeft dan de waterstand.

Wanneer de omijking op opbrengstdepressies heeft plaatsgevonden, blijken nog enkele niet onbelangrijke onvolkomenheden in de overeenkomst tussen de twee berekeningsmethoden te bestaan. Bij het nieuwanland van Zuid-Beveland is de verdroging veel te hoog getaxeerd, niet onwaarschijnlijk als gevolg van de wel grote, maar het probleem wellicht wat minder kwantitatief benaderende aandacht, die op dit eiland aan de verdroging wordt gewijd. In West Zeeuws-Vlaanderen lijkt daarentegen de verdroging zeer onderschat, zowel op de klei als op het zand. Hier is het wellicht eveneens verantwoord de tekortkoming ten dele in de verdrogings-taxatie te zoeken, mede gezien het goede kloppen van de gegevens voor de depressies uit de waterstanden en die uit de verdrogingstaxaties voor b.v. Oost Zeeuws-Vlaanderen. Wel werden hier met het omrekenen van de waterstanden in opbrengstdepressies eveneens moeilijkheden ondervonden, zodat de bewerker van de Zeeuwse gegevens de depressies voor West Zeeuws-Vlaanderen als de beste benadering beschouwt. Hier is het gemiddelde niettemin gehandhaafd.

Beziet men het gemiddelde en vergelijkt men dit met b.v. dat voor de zeer goede Zuidhollandse eilanden en dat voor het wat natte kleigebied van Noord-Brabant, dan valt Zeeland onmiskenbaar zeer droog uit. De wat natte beoordeling van het oudland op Tholen en van Oost Zeeuws-Vlaanderen vinden hun oorzaak vooral in de hoge cijfers voor natte oppervlakten volgens de verdrogingstaxaties. De waterstanden geven dit niet aan. Deze mogelijke afwijking zou echter het percentage droge gronden niet hebben beïnvloed. Van West Zeeuws-Vlaanderen kan worden opgemerkt, dat dit het droogste kleigebied van Nederland is. Het valt, wat

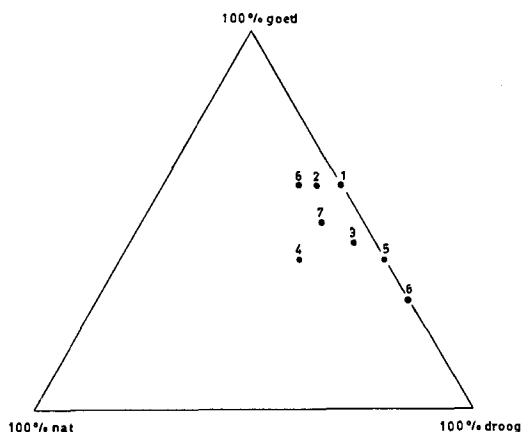


FIG. 27. Overzicht voor de provincie Zeeland van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 11

de opbrengstdepressie betreft, te vergelijken met de vrij droge zandgronden van Overijssel, terwijl de Zeeuws-Vlaamse zanden overeenkomen met de Overijsselse stuwwallen. Dit resultaat zal veler verwachtingen over de droogte in West Zeeuws-Vlaanderen vermoedelijk te boven gaan. Maar ook wanneer men het oppervlak droge gronden, berekend uit de waterstanden, met 20 % vermindert, waarna het percentage ongeveer samenvalt met het uit de droogteschatting resulterende oppervlakte droge gronden, dan nog krijgt men een resultaat op het niveau van de Overijsselse en Drentse zanden. Dat dit geen gelijkheid van het bouwplan of van economisch resultaat inhoudt voor de Zeeuwse klei en de genoemde zandgronden zal geen betoog behoeven. Uit de verdrogingskaart — de depressies uit de grondwaterstanden werden niet tot een kaart samengevat — kan men de aaneengesloten gebieden met grote opbrengstdalingen aflezen. In figuur 25 vindt men dit beeld weergegeven.

Natte gebieden werden in Oost Zeeuws-Vlaanderen, het oudland van Tholen en de — thans zeer verbeterde — Prunjepolder op Schouwen weergegeven. Reeds werd opgemerkt, dat deze gebieden op de verdrogingskaart overschat zijn en in omvang gereduceerd moeten worden.

Op vele plaatsen worden droge gebieden aangeduid, met het gebied bij Lewedorp op Zuid-Beveland als grootste gebied. De grote verschillen die ten aanzien van de droogtedepressies in tabel 11 voorkomen, maken dat deze omgrenzingen in West Zeeuws-Vlaanderen en op Zuid-Beveland met de nodige kritiek zullen moeten worden beschouwd.

De resultaten voor de provincie Zeeland zijn helaas moeilijker te interpreteren dan die voor andere provincies. In de gebieden 4 en 6 wijken de oppervlakten natte grond volgens beide methoden berekend nogal wat van elkander af, in de gebieden 3, 4 en 8 de goede of droge oppervlakten, zodat een differentiatie vermoedelijk weinig verder kan gaan dan het veronderstellen van een drogere toestand in West Zeeuws-Vlaanderen. Maar dat geheel het bestudeerde deel van Zeeland zal profi-

teren van aanvoer van vocht lijkt wel een redelijke conclusie. Waar mogelijk zou men zich reeds thans kunnen afvragen of van het overvloedige voorjaarswater in een of ander waterconserveringssysteem wellicht enig goed gebruik te maken zou zijn.

j. Noord-Brabant

In de provincie Noord-Brabant treft men zeer goede gronden aan zoals de Wouwse zanden, maar tevens zeer droge, vooral in oostelijk Brabant. De beken zijn ten dele diep ingesneden, zodat diepe waterstanden voorkomen. Waar verder de grove grindhoudende zanden aan de oppervlakte komen, zijn landbouwkundig niet meer bruikbare gronden te vinden, die als bos worden geëxploiteerd. Het ruim vertegenwoordigd zijn van kunstmatige beregening, de grote gebieden zonder zichtbare ontwatering en het vele bos wijzen voldoende op droogte. In welke mate de waargenomen waterstanden en verdrogingstaxaties deze situaties bevestigen, wijst tabel 12 uit.

Hoge winterwaterstanden komen op het Brabantse *zand* weinig voor. Slechts enkele zandgebieden in Drente, Overijssel en Gelderland hebben even kleine percentages oppervlak in de klasse 0—20 cm diepte van winterwaterstand. Zelfs de groep 0—40 cm beslaat nog niet het gehele oppervlak, dat in andere provincies door de 0—20 cm groep wordt ingenomen. De winterwaterstanden zijn blijkbaar gemiddeld een 20 cm dieper dan elders. De verdrogingstaxaties geven dan ook voor zand opvallend lage natte oppervlakten aan.

De zomerwaterstanden zijn blijkbaar ook laag, zodat de oppervlakte met een grondwaterstand dieper dan 140 cm groot is. De diepte groter dan 140 cm neemt echter een kleiner oppervlak in dan in de andere provincies de groep met diepten groter dan 100 cm, zodat de zomerwaterstanden op zand in Brabant iets minder dan 40 cm dieper zijn dan die in andere provincies.

Ook hier bevestigen de oppervlakten met een beoordeling als droogtegevoelig of droog het voorkomen van een onvoldoende vochtvoorziening. Deze taxaties overtreffen de getallen van de andere provincies gemiddeld eveneens, zodat in Noord-Brabant de vochttoestand wel als zeer droog kan worden gekenschetst. Het valt op, dat de cijfers elkaar weinig ontlopen en de hier afgegrensde gebieden gemiddeld dus vrij gelijk zijn.

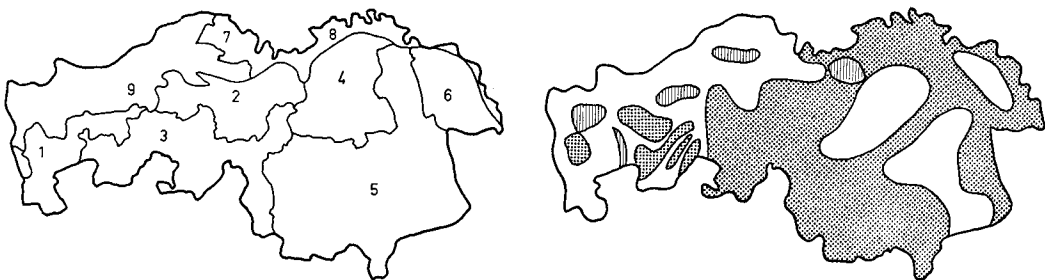


FIG. 28. Overzicht voor de provincie Noord-Brabant van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de verdrogingsopname

In de depressiecijfers blijkt deze gelijkmatigheid van de toestand eveneens en vooral valt op, dat de beoordelingen volgens de twee methoden zo goed overeenkomen. De nauwkeurigheid van de verdrogingsbeoordeling is in Noord-Brabant ongeveer gelijk aan die voor Limburg en gunstiger dan in enige van de andere provincies. Onderlinge vergelijking van de cijfers per gebied kan hier dan ook wel achterwege blijven.

Het gemiddelde cijfer wijst uit, dat de natte oppervlakten in de zes zandgebieden vrijwel gelijk zijn. De droge groep varieert iets meer en de westelijke Meierij komt als iets droger, de westelijke zandgronden en de oostelijke Meierij als wat minder droog dan het gemiddelde naar voren. De spreiding van de uitkomsten is klein, maar wat min of meer onverwacht uitvalt, is, dat de nat-goed-droog-verhouding vrijwel niet afwijkt van de verhouding, die in Overijssel of Gelderland voor de zandgronden wordt aangetroffen. De zanden van Groningen en Friesland zijn gezien de ca. 10 % grotere oppervlakte van de natte groep wat vochtiger, de Overijsselse stuwwallen zijn echter duidelijk droger. Velen zullen een duidelijker onderscheid tussen de zanden van noord en zuid hebben verwacht. Beide berekeningswijzen bevestigen echter, dat het verschil gering is.

De rivierkleigebieden en het Brabantse zeekleigebied hebben grotere oppervlakten met hoog winterwater dan de zandgronden, speciaal de rivierklei. De taxaties bevestigen deze natte toestanden wel, maar de natheid, zelfs van het Maaskantgebied, is minder verbreid dan b.v. in de Tielerwaard. Diepe ontwatering is op de Brabantse rivierklei veel minder frequent dan bij de Gelderse rivierkleigebieden. De verdrogingstaxatie is hier minder trefzeker geweest dan bij het zand. De hoge percentages verdrogend oppervlak voor de Maaskant lijken weinig waarschijnlijk, vergeleken met wat men aan droge oppervlakten op de rivierklei in Gelderland vindt.

De oppervlaktepercentages van de depressieklassen, vooral bij de beide rivierklei-

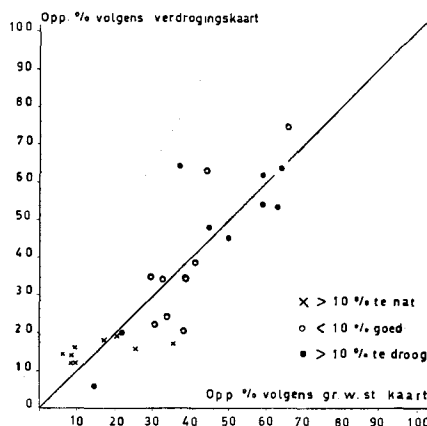


FIG. 29. Overzicht voor de provincie Noord-Brabant van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

gebieden, vertonen de ongunstige invloed, die van de ongelijkmatige verdrogings-taxatie uitgaat. Het Land van Heusden en Altena is bij de verdrogingstaxatie niet nat genoeg, het Maaskantgebied veel te droog getaxeerd. Hoe de depressiecijfers bij foutloze bepaling ook mogen zijn, het Maaskantgebied is duidelijk droger dan het Land van Heusden en Altena. De overeenkomst — zowel in getalwaarden als in afwijkingen — met de depressies voor het Land van Maas en Waal is echter zo opvallend, dat niet alleen aan een schattingsfout gedacht kan worden, maar ook dat de slechte bewortelbaarheid van de diepere lagen in het komgrondkleiprofiel de berekening volgens de ontwateringsdiepte ongunstig moet beïnvloeden.

De gemiddelden voor de depressie wijzen uit, dat het gebied van de Maaskant zich meer tussen de zandgronden dan tussen de kleigronden rangschikt, wat de opvatting omtrent het geringe beschikbare vochtgehalte van de komgrond voor de plant nog eens bevestigt. De zeeklei komt naar voren met een verdeling over de groepen, die tussen de Zeeuwse en Zuidhollandse kleien in staat, terwijl — niet onverwacht — de vochttoestand van het Land van Heusden en Altena dichterbij de zeeklei staat dan bij de rivierklei. Dit gebied is nog wel wat te nat en zal van een betere peil-regeling voordeel kunnen hebben.

De gebiedsbegrenzing, waarbinnen de grote depressies in aanmerkelijke mate optreden, is uit de verdrogingskaart ontleend en in figuur 28 weergegeven.

Noord-Brabant komt daarin naar voren als de provincie met grote aaneengesloten droge gebieden, welke veelal in bos liggen als reactie op deze droogte. De natte gebieden op de grens van klei en zand en het Bossche Broek zijn — gezien de omvang van de provincie — van een beperkte grootte.

De meer dan 50 % aan oppervlakte droge gronden, die tabel 12 voor het zandgebied aangeeft, geeft in figuur 28 aanleiding tot het omgrenzen van een veel groter gebied, omdat de minder droge plekken binnen de omgrenzing niet werden onderscheiden. Oost Brabant is — op enkele minder droge eilanden langs Reuzel

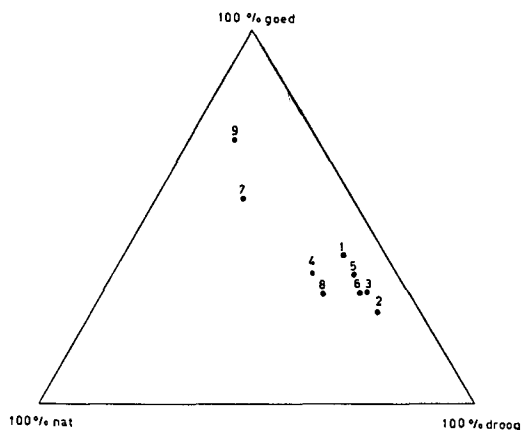


FIG. 30. Overzicht voor de provincie Noord-Brabant van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 12

en Dommel en in het Land van Cuyk na — een gebied, waar wateraanvoer in een groot samenhangend systeem mogelijkheden heeft op een wijze, die in andere provincies behalve Limburg in veel mindere mate bestaan.

Overziet men de resultaten voor de provincie Noord-Brabant, dan valt op, dat de gebieden in een zeer overeenkomstige vochttoestand verkeren en dat een uitzonderlijke droogte, die men om velerlei redenen zou verwachten, niet tot uiting komt. Brabant is een droog gebied, doch niet droger dan de zanden van midden Nederland. De provincie als geheel is ten aanzien van de droogte de vierde tot vijfde in de rij van provincies. De toestand van het Maaskantgebied is geheel vergelijkbaar met de rivierkleigronden van Gelderland en de depressie wijkt vrijwel niet af van de grootte van de depressie in Maas en Waal.

Het zeekleigebied komt het meest overeen met de Zuidhollandse klei, hetgeen ook voor het Land van Heusden en Altena geldt. De overeenkomst met de Zeeuwse klei is duidelijk kleiner door het afwezig zijn van de sterke droogte-invloed, die op de Zeeuwse klei zo duidelijk tot uiting komt. Noord-Brabant heeft een betere waterhuishouding dan men veelal meent.

k. *Limburg*

Wanneer men onder woorden zou willen brengen, wat de algemene opvatting over de waterhuishouding in Limburg ten noorden van Sittard is, dan zal ongetwijfeld het gehele gebied als droog beschouwd worden. De diepe insnijding van de Maas, de steile terrasranden, de erosiegeulen van de beken, die veelal door verlaten Maasarmen van de Peelhorst naar de Maas stromen, al deze omstandigheden verklaren de diepe waterstanden en de droge toestand van de grond.

Vrij aanzienlijke hoogteverschillen door opwaaien van zandruggen hebben niet alleen invloed op de grondwaterdiepte uitgeoefend, maar zijn tevens oorzaak geweest, dat thans op vele plaatsen droog slibarm zand wordt gevonden, waar anders oude, slibhoudende Maasafzettingen zouden hebben gelegen. De droogte van Limburg blijkt wel uit het lage oppervlaktepercentage van het gebied, dat in gras ligt en dat omtrent 30 % bedraagt. Dat de Limburgse gronden toch nog een redelijk produktievermogen bezitten dan men op grond van de diepe grondwaterstanden wellicht zou verwachten, vindt zijn oorzaak in de in vroegere perioden afgezette Maaskleien, die over de gehele provincie ten noorden van Maastricht als diepere of minder diep gelegen lagen voorkomen. De waterhuishouding is — hetzij door minder goed doorlatende lagen, waarop water blijft staan, hetzij door enig slibgehalte — beter dan de diepe waterstanden zouden doen vermoeden.

Het effect van dikke ondoorlatende lagen in de profielen uit zich in de winterwaterstanden van tabel 13 die — vergeleken met die van Noord-Brabant — in de zandgebieden ten westen van de Maas wat hoog zijn. In de Maasvallei en ten oosten van de Maas is de oppervlakte natte gronden duidelijk lager. Vergelijkt men de zomerstanden met die van Noord-Brabant, dan is het oppervlaktepercentage met standen dieper dan 100 cm, vrijwel gelijk, maar omdat dit percentage omstreeks 90 % is, kan men hier althans naar nog hogere percentages niet veel variatie verwachten. Het percentage oppervlakte met standen beneden 140 cm is

TABEL 13. Samenvattend overzicht van de waterhuishouding in de provincie Limburg

Nr.	Gebied Naam	Opp. in 1000 ha	Grondsoort	Vochttoestand								Oppervlakte in % met depressies									
				Opp. in % met waterstand in cm-m.v.				Opp. in % met verdrogings- taxatie				uit water- standen			uit verdrogings- taxatie			gemiddeld			
				winter		zomer		nat	goed	droogtegevoelig	droog	> 10% nat	< 10% goed	> 10% droog	> 10% nat	< 10% goed	> 10% droog	> 10% nat	< 10% goed	> 10% droog	
				< 20	< 40	100 >	140 >														
1	Zandgebied Noord	22,2	z.	13	26	93	78	2	22	62	14	4	10	86	14	2	84	10	5	85	
2	Zandgebied Midden	20,4	z.	13	28	95	76	2	17	74	7	8	10	82	14	2	84	10	5	85	
3	Oude Graaf	5,2	z.	32	42	81	71	—	41	52	7	32	3	65	12	23	65	20	15	65	
4	Maasvallei	27,8	z., rkl.	7	16	83	73	4	33	50	13	13	11	76	17	14	69	15	10	75	
5	Grensgebied	7,4	z.	11	32	68	44	1	46	35	18	17	35	48	13	28	59	15	30	55	
6	Meinweg c.s.	1,4	z.	7	7	93	86	—	21	29	50	0	0	100	12	7	81	5	5	90	
7	Vlootbeek	7,9	z.	6	14	80	66	2	26	38	34	10	17	73	14	7	79	10	10	80	
8	Peel	4,3	dalgr.	25	23	94	71	2	33	56	9	25	7	68	14	13	73	20	10	70	
Totaal Limburg		95																13	9	78	

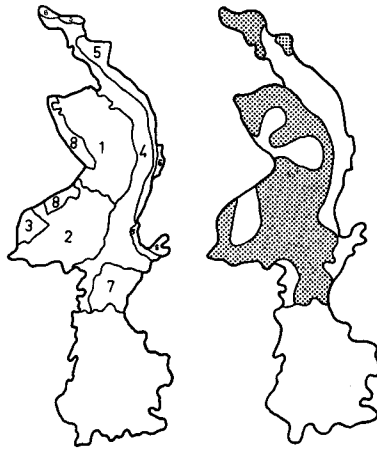


FIG. 31. Overzicht voor de provincie Limburg van de gebiedsindeling en nummering, alsmede van de gebieden met aanmerkelijke schade door wateroverlast, droogte of wisselvochtigheid (zie fig. 1), ontleend aan de verdrogingsopname

duidelijk groter dan in Noord-Brabant hetgeen op de diepere ontwatering in Limburg wijst. Het meest nat in de winter zijn de gebieden de Oude Graaf en de Peel. De beste ontwateringsdiepte in de zomer heeft het grensgebied ten oosten van de Maas. Een zeer droge toestand treedt op in het gebied van de Meinweg, de Venlose Grote Heide en het stuwwallengebied van Mook, dat in tabel 13 onder de eerste naam is aangegeven. Deze droogte veroorzaakt ongeacht het grote oppervlak met meer dan 10 % depressie niettemin iets minder droogtebezwaren dan men op deze terrasrand zou verwachten. Een goed profiel kan hier het gewas meer vocht beschikbaar stellen dan zandgronden zouden kunnen doen. Bestond de grond van het Meinweggebied uit zand, dan zou dit ongetwijfeld in bos hebben gelegen.

De verdrogingstaxatie wijst in tabel 13, in vergelijking met Noord-Brabant, voor de zandgronden op een kleiner oppervlak aan wateroverlast zowel als op een kleiner aandeel aan droge gronden. Er is in Limburg veel meer oppervlak in de droogtegevoelige groep terechtgekomen, naar men mag vermoeden wegens een iets kleinere psychologische schattingsfout. Mede van belang is, dat in Limburg het opstellen van de verdrogingskaart reeds vrijwel gereed was toen de C.O.L.N. dit werk aanving. Er zijn wat andere normen toegepast, waardoor ook meer gronden in de droogtegevoelige klasse kwamen, die als het normale gemiddelde verdrogingsbeeld voor de provincie werd beschouwd. De grondwaterdiepten in de zomer en de oppervlakten als droog getaxeerde grond hangen weinig nauw samen. Wel blijkt het Meinweggebied ook voor de droogtetaxatie sterk verdrogend.

De correcties wegens de psychologische taxatiefout laten zich bij de lage percentages van de natte en goede opbrengstklassen voor Limburg wat moeilijker toepassen dan voor andere provincies. Vooral de correctie op de natte groep van de verdrogingstaxatie is belangrijk groter dan de waarden, die in deze klasse ongecorrigeerd worden gevonden. Men heeft de natte graslanden met hoge winter-

waterstanden veel te vaak als goed beoordeeld, evenals in de andere provincies. De ligging van de kruisjes voor de natte oppervlakten in figuur 32 laat in de horizontale rangschikking de invloed van de correctie nog duidelijk zien. Overigens liggen de gecorrigeerde waarnemingen in deze figuur goed om de lijn en wijzen erop, dat evenals in Noord-Brabant de relatieve volgorde van de grootten van de depressieklassen zich goed heeft laten vaststellen. De droogtetaxaties zijn in Limburg ook met zeer goede nauwkeurigheid verricht.

De gemiddelde depressies wijzen de grote droogte van de Limburgse gronden duidelijk aan. Het zal daarbij vooral opvallen, dat de goede klasse een zo klein oppervlak inneemt, zodat gemiddeld 90 % van het oppervlak te nat of te droog is. Het grensgebied bezit een oppervlaksverhouding ten aanzien van nat, droog of goed, die ongeveer met de verhoudingen in andere provincies overeenkomt, terwijl de Oude Graaf, wat zijn oppervlak aan droge gronden betreft, ongeveer gelijk ligt met Brabants droogste gronden. De verhouding van de oppervlakten nat tot goed is echter afwijkend en duidelijk ten nadele van de goede oppervlakte. Alle andere gebieden zijn droger dan de gronden van Noord-Brabant en hebben voor het overige oppervlak een te groot aandeel natte toestanden.

De vrij grote droogteschade in het Maasdal zal eveneens opvallen. De noordelijker gelegen Maasafzettingen zijn veel minder droog dan die in Limburg en men zou hieruit de conclusie willen trekken, dat bij de kanalisatie van de Maas en de daarbij gemaakte keuze van de stuwpeilen de belangen van de landbouw niet een optimale verzorging hebben gevonden. Een studie van het meest gewenste stuwpeil zou alsnog van belang kunnen zijn.

Beziet men de driehoeksfiguur 33, dan blijkt daaruit, dat de waarnemingspunten dichter tegen de as voor het percentage goede gronden gelijk nul liggen dan bij enig ander gebied. Het ontwateringssysteem van de beken is blijkbaar minder aangepast aan de hoogtetopografie dan in enige andere provincie. Men kan dit

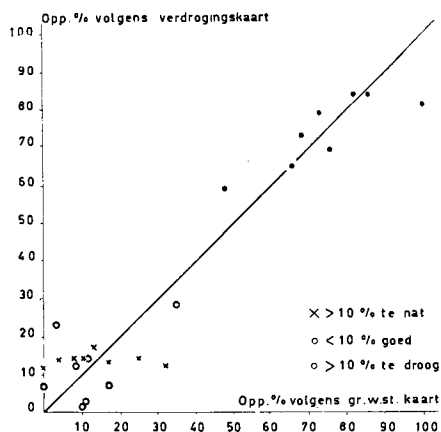


FIG. 32. Overzicht voor de provincie Limburg van de mate van overeenkomst tussen de oppervlakten met depressies volgens de berekeningen uit de waterstanden en uit de verdrogingstaxaties

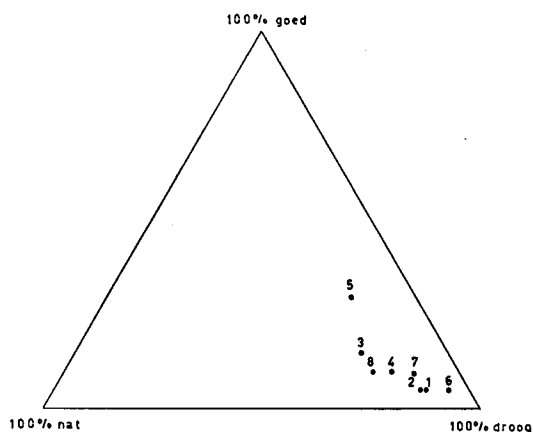


FIG. 33. Overzicht voor de provincie Limburg van de samenhang tussen de oppervlakten met natte, goede en droge toestand volgens tabel 13

ook zien als gevolg van de verhouding tussen de accidentatie van het terrein en de vlakheid van de gemiddelde opbrengstcurve, welke verhouding ongunstiger is dan ergens anders in ons land, de Drentse madelanden niet uitgezonderd. Deze verhouding wordt later nog nader beschouwd.

De configuratie van de gebieden met grote depressies — hier alle door droogte ontstaan en ontleend aan de verdrogingskaart, omdat de depressieberekening uit de grondwaterdiepten niet tot een kaart werden samengevat — is in figuur 31 weergegeven.

Het hoge percentage aan droog oppervlak uit zich in dit kaartje op duidelijke wijze. Het gebied ten westen van de Maas is vrijwel geheel verdrogend en in de gebieden van Ospelse Peel, Horst en Venray, die als gebieden met minder dan 20 % depressie worden afgebeeld, komt ook nog vrij wat verdroging voor.

Het gebied ten westen van de Maas is niet ten onrechte het eerste gebied in Nederland, waarvoor een wateraanvoerplan op grote schaal is samengesteld. Limburg is thans het proefgebied voor de plannen tot verbetering van de waterhuishouding en zoals het kaartje in figuur 31 uitwijst niet ten onrechte.

Wanneer de toestand van de waterhuishouding in enkele woorden wordt samengevat, dan kan gezegd worden, dat Limburg zeer droog is en blijkens de ligging van de punten in de figuur 33 een weinig aangepast ontwateringsstelsel heeft. Een niet gering deel van deze minder goede aanpassing zal zijn oorzaak vinden in de diepe inschuring van de Maas en zijn zijbeken en in de ongelijkheden in maai-veldshoogte door verstuiwing. Voor een deel moet echter ook het waterafvoersysteem mede verantwoordelijk worden geacht, daar het niet ontwikkeld is om de meest gewenste grondwaterdiepte te doen ontstaan, maar in hoofdzaak bestaat uit een natuurlijk afvoersysteem, dat voor wat grotere afvoeren geschikt gemaakt is. Dat bovendien de tektonische bewegingen in het breukengebied van de Peel de juiste vormgeving aan de waterbeheersingsmiddelen wat moeilijker gemaakt hebben

dan in andere provincies lijkt verder niet onwaarschijnlijk. Voor het in orde maken van de waterhuishouding zal in Limburg dan ook voor de oplossing van vele zich voordoende moeilijkheden nieuwe wegen moeten worden gevonden. En men zal — ook ongeacht veel moeite — niet tot de gewenste resultaten komen, indien niet rigoreus afstand wordt gedaan van alle onderdelen van het huidige op afvoer gerichte stelsel, dat niet in een modern waterbeheersingsstelsel past.

6. DEPRESSIES EN VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Bij oppervlakten met depressies groter dan 10 % zal reeds spoedig een depressiebedrag van 20 en 25 % als gemiddelde kunnen optreden. Het ligt voor de hand dit bedrag als ongeveer haalbaar te beschouwen bij het uitvoeren van verbeteringsmaatregelen. In hoeverre dit juist is, volgt uit een nadere beschouwing.

Wanneer een nat gebied wordt ontwaterd, zal eerst elke peilsverlaging de toestand van nat naar goed doen verschuiven. In de driehoeksgrafieken volgt men dan een lijn, welke praktisch samenvalt met de driehoekszijde, die de punten nat en goed verbindt. Bij voortgaande verlaging van het peil zullen vanaf een bepaald peil de hoogste punten van het gebied echter te droog worden. Het punt, dat de verhouding tussen de drie depressiegroepen aangeeft, verlaat de driehoekszijde en de door het punt afgelegde weg buigt naar het binnenvlak van de driehoek. Voor elke ha land, die van nat goed wordt, zal een steeds toenemende oppervlakte van goed droog worden. Wanneer evenveel van nat tot goed wordt als van goed tot droog, dan heeft men het optimum bereikt. De door het punt afgelegde weg gaat dan evenwijdig aan de zijde tussen de hoekpunten nat en droog lopen en de oppervlakte goede grond kan niet verder stijgen. Wel kan de opbrengst nog stijgen, omdat een ha natte grond gemiddeld een wat grotere depressie zal hebben dan een ha droge grond.

Stelt men de depressie voor de natte en de droge groep gemiddeld op resp. 25 en 20 %, dan kan men in de driehoeksgrafiek lijnen van gelijke depressie construeren. Wanneer de door het punt afgelegde weg evenwijdig loopt aan deze lijnen van gelijke depressie, dan heeft men de optimaal haalbare toestand bereikt (zie fig. 34). Dit *optimum* hangt af van de vorm van de opbrengstcurve. Bij een breed optimum voor de opbrengst-ontwateringsdieptecurve kunnen gronden van een meer verschillende hoogteligging nog binnen toelaatbare depressiegrenzen blijken te vallen dan bij een grond met een smal optimum. Bij de brede optima van onze kleigronden kan men daarom een veel groter oppervlak in een toestand van niet meer te nat en nog niet te droog brengen dan bij het smalle optimum, zoals dat bij grove zanden en vooral bij veengrond voorkomt. Het grotere percentage met goede waterhuishouding uit zich in het opdringen van de door het punt in de driehoeksgrafiek doorlopen weg naar de top van 100 % goed. Een goede klei, welke geen daling van de opbrengst bij diepe waterstand toont, zal zelfs geheel in een 100 % goede toestand kunnen worden gebracht, omdat het optimum oneindig breed is. Door deze invloed van de breedte van het optimum speelt de variatiebreedte van de *maaieldhoogte* boven het grondwater heen. Een volkomen vlak gebied kan in een volkomen optimale toestand worden gebracht. Is het reliëf echter zeer ongelijk,

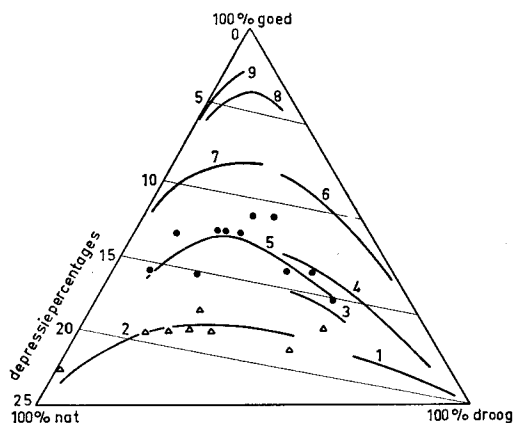


FIG. 34. Schematische weergave van de meetkundige plaats, doorlopen door het punt voor de verhouding nat-goed-droog oppervlak en geschatte lijnen van gelijke opbrengstdepressie voor verschillende grondsoorten en landschappen. Curve 1 geldt voor de Limburgse zanden. Curve 2 geldt voor de madelanden van Drente en daarmee overeenkomstige gronden en vormt de gemiddelde lijn voor de driehoekjes die depressieoppervlakten voor deze gronden weergeven. Curve 3 geldt voor Fries zandgrasland met leemondergrond. Curve 4 geldt voor vrijwel alle Nederlandse zanden, dalgronden en rivierkleigrasland. Curve 5 geeft de reactie voor de Utrechtse- en Noord- en Zuidhollandse venen weer. Voor de groep veengronden werden stippen opgenomen. Curve 6 geldt voor de Zeeuwse klei, curve 7 voor de noordelijke kleiweiden, curve 8 voor het kleibouwland van de Zuidhollandse eilanden en curve 9 voor het noordelijk kleibouwland van Friesland en Groningen.

dan zal bij de beste ontwatering nog een aanmerkelijke depressie blijven bestaan. Hier komt nu nog een derde factor tot uiting en wel de grootte van de *water-beheersingseenheid*. Een klein vlak uit een groter geheel met ongelijk reliëf kan zelf geheel vlak zijn en een op elk deel optimale waterdiepte bezitten. Een groter oppervlak zal meer afwijkingen tonen naarmate de grootte toeneemt en de minimale depressie zal stijgen.

Men kan aan de ligging van de meetkundige plaats van de depressies voor een bepaald profiel of bodemlandschap aflezen of bij goede maatregelen van water-beheersing een grote of kleine depressie zal blijven bestaan. Wij willen deze eigenschap de ontwaterbaarheid van het gebied noemen, een eigenschap, die door de minimaal bereikbare depressie wordt gekarakteriseerd.

In dit samenspel van poldergrootte, terreinongelijkheid en gewasreactie komt een egalisatie-effect naar voren, dat bij wateraanvoer door infiltratie veelal onderwerp van bespreking is en waar men tot hoge eisen aan de vlakke ligging van het land komt. De gegevens laten toe, na te gaan hoe in dit opzicht de huidige stand van zaken is.

De vorm van de meetkundige plaats van een door het punt voor de depressie door de driehoeksgrafiek afgelegde weg is slechts voor enkele profieltypen over een voldoende breed gebied vast te stellen. De venen zijn zowel in te natte als te droge toestand aanwezig. De zanden zijn steeds te droog, de kleien veelal te nat. Uit de

verzamelde gegevens werd voor die gebieden en profieltypen, waar de meetkundige plaats een eigen plaats leek in te nemen, de curve geschetst, soms meer op grond van de gehouden beschouwing omtrent de te verwachten vorm van de lijn, dan op grond van een duidelijke indicatie door de waarnemingen. Vele provincies zijn te homogeen van waterhuishouding en de waarnemingen voor de onderscheiden gebieden te veel aan elkaar gelijk om uit de waarnemingen allèen een statistisch betrouwbaar beeld te verkrijgen. Het inzicht in het wezen van de samenhang is als richtlijn erbij nodig om de vermoedelijke meetkundige plaats van beheersbaarheid van de waterhuishouding voor de gebieden te kunnen aanduiden.

De Drentse venen — de madelanden dus — bereiken hun optimale ontwatering bij een zeer laag percentage goed ontwaterd areaal. Curve 2 in figuur 34 loopt evenwijdig aan de lijnen van gelijk depressiepercentage bij 20 % oppervlak in de goede klasse, 30 % in de natte en 50 % in de droge klasse. Deze madelanden liggen naar hoogte blijkbaar te ongelijk over de zandondergrond verdeeld en de ontwatering is te weinig aangepast om bij de groeicurve van gras op madeland een voldoende aantal hectaren te kunnen ontwateren zonder andere hectaren te droog te maken. Men zal hier het sterkst naar kleinere ontwateringseenheden moeten streven, de plaatselijke peilen meer aan de maaiveldsligging moeten aanpassen en eventueel door bezanding het optimum van de ontwateringscurve moeten verbreden. Gezien de kosten zal men wel pas in de laatste plaats aan egalisatie mogen denken. De Limburgse zanden vallen opmerkelijkwijze op een lijn in het verlengde van de curve voor de veengronden en vertegenwoordigen blijkbaar een in dit opzicht gelijksoortige verhouding tussen opbrengstcurve en terreinsongelijkheid. Een dergelijke beschouwing zou voor de andere gebieden en profielen eveneens te houden zijn. Kortheidshalve mag het volgende worden vermeld. De Friese Wouden nemen, zoals curve 3 in figuur 34 weergeeft, de tweede plaats in in de rij van moeilijke naar gemakkelijke ontwaterbaarheid. De keileemlaag werkt hier ver-smallend op de groeicurve en de ongelijkheid van het terrein is verder oorzaak van het lage optimum voor goede ontwatering. De venen van Holland en Utrecht hebben volgens curve 5 hun vlakke ligging als voordeel, maar hun smalle optimum als nadeel. Deze combinatie is oorzaak van hun positie op een derde niveau.

Vrijwel in het verlengde van deze lijn voor de Hollandse Venen groeperen zich om lijn 4 de komkleigronden en vrijwel alle zanden. De komkleigebieden sluiten aan de droge kant langs de kromme aan bij de veengronden, de zanden vallen deels met de komklei samen, maar strekken zich tot vrijwel het punt voor 100 % droog oppervlak uit. Dit is de meest algemene curve voor de huidige Nederlandse toestanden, welke uitwijst dat men met de beste algemene peilregeling nog tussen 10 en 15 % depressie overhoudt, die alleen door het verkleinen van de polderafdelingen teniet gedaan kan worden. Door wateraanvoer in de zomer kan men dan nog een verdere 5 tot 10 % verbetering van de produktie verkrijgen, zoals later zal worden aangetoond.

De zesde curve geldt voor de Zeeuwse kleien. Deze gronden zijn door het voorkomen van dunne kleilagen en lage slibgehalten, alsmede door een nogal variabele hoogtetopografie tengevolge van het grotere verschil in de getijden, niet tot een zo

goede ontwateringstoestand te brengen als bijvoorbeeld de noordelijke kleien. Het zijn dan ook de enige kleigronden, waar in grotere omvang geëgaliseerd is.

Curve 7 voor kleiweidegebieden van het noorden ligt op ongeveer hetzelfde niveau als het Zeeuwse kleibouwland heeft. Deze curve heeft een wat meer naar het punt voor nul procent droge gronden verschoven ligging, de Zuidhollandse eilanden volgen met curve 8 en de Fries-Groningse klei neemt met curve 9 de positie van het best te ontwateren gebied in. Het kleiweidegebied ontleent zijn plaats vermoedelijk aan de invloed van het grasgewas en die van de knipklei of oude ontkalkte klei op de breedte van het optimum. Het verschil tussen de ontwaterbaarheid van de Zuidhollandse eilanden en de noordelijke kleibouwpolders zal wel aan het diepere en meer slibhoudende profiel in het noorden mogen worden toegeschreven.

Wanneer men in dit systeem van curven van figuur 34 nog eens de waarnemingen voor de provincie Limburg in beschouwing neemt, dan blijken die op hetzelfde niveau als curve 2 te liggen. Men mag hierin een gevolg van de geaccidenteerdheid van het gebied zien. Deze gronden kunnen met de gebruikelijke regeling van de waterstand over grote oppervlakten maar in zeer geringe mate verbeterd worden. Maar ook de zandgronden die zich om curve 4 groeperen, waarvan de ongelijkheid van de hoogteligging veel minder opvalt, kunnen niet tot een toestand met hoog percentage gronden in de goede klasse worden gebracht.

In de praktijk komen ook binnen het oppervlak van een enkele akker nog aanzienlijke hoogteverschillen voor, welke de opbrengst wel moeten beïnvloeden, maar waaraan de praktijk van de landbouw weinig aandacht schenkt. Men zou hiervoor als verklaring willen zoeken naar een effect van de van maand tot maand of van jaar tot jaar wisselende waterstanden en vochtsituaties. Een zeker hoogteverschil in de akker zou wel eens als een stabiliserende factor ten aanzien van de opbrengst kunnen werken, waardoor niet in een nat jaar de hele akker te nat wordt of in een droog jaar te droog. De hoogteligging, die van de optimale toestand in een gemiddeld jaar afwijkt, zou onder deze omstandigheden de optimale produktiemogelijkheden kunnen verschaffen.

Vastgesteld mag in elk geval worden, dat onder de normale omstandigheden van de praktijk op de zandgronden de optimale toestand lang niet benaderd wordt, zowel wegens het grondwaterpeil als wegens de hoogteverschillen in het maaiveld. Bij de kunstmatige wateraanvoer worden veelal hoge eisen aan een vlakke ligging gesteld. Vele zanden in ons land met goede waterhuishouding bereiken zeker de perfectie niet, die men bij deze nieuwe werken verlangt.

In de laatste jaren wordt de nadruk bij overwegingen van waterbeheersing veelal meer op een regeling van de grondwaterdiepte over het jaar gelegd dan op de zorgvuldige omgrenzing van de eenheden van waterbeheersing. Men denkt aan diepe grondwaterstanden in de winter en hoge standen in de zomer. Deze regeling — maar dan van de slootpeilen — is een oude techniek van ons waterschapswezen. Of deze richtlijn ook voor de regeling van het grondwaterpeil opgaat, kan slechts blijken uit een nauwkeurige kennis van de eisen, die de gewassen op elk moment van het groeiseizoen stellen. Aan het eind van hoofdstuk IV (pag. 125 e.v.), komen op dit punt inzichten naar voren, die in een richting wijzen die van het tot dusverre gehuldigde inzicht afwijken.

De *isocarpen*, op grond van alle bekende gegevens opgemaakt (zie bijlagen 1—12),

wijzen uit, dat de winterstanden van 40 tot 50 cm diepte en de zomerstanden met een ligging wisselende tussen 50 tot 120 cm onder maaiveld tot de hoogste productie voeren. Dit is een resultaat, dat alleen geldt voor grondwaterstanden, die — zoals in de praktijk — geleidelijk van het winter- naar het zomerniveau dalen. Over de betekenis van niet regelmatig dalende standen is niets bekend.

Op grond van dit resultaat zou men met de grondwaterpeilbeheersing op dit moment niet anders mogen adviseren dan de wintergrondwaterstand hoog en de zomerstand laag in te stellen. Dat men echter weer niet een te hoog of te laag peil mag aanhouden, wordt wel bewezen door het voorkomen van wisselvochtige gronden. Maar een over het gehele jaar gelijkgehouden grondwaterdiepte en meer nog een diepe winterstand en hoge zomerstand kunnen een wisselvochtigheid in de omgekeerde zin doen ontstaan, die eveneens de opbrengst doet dalen. De isocarpen geven hierin een duidelijker inzicht.

Deze inzichten omtrent de vochteisen van het gewas van moment tot moment — in een ander deel van het vakgebied van de cultuurtechniek de studie van de kritische perioden genoemd — vormt een deel van een wetenschap, die nog in ontwikkeling is. Voor de praktijk is van belang, dat deze variatie in eisen van het gewas een toestand verlangt, die niet zo veel lijkt af te wijken van wat in onze gronden met een goede waterhuishouding van nature optreedt. De waterhuishouding, waaraan voor de toekomst gedacht wordt, zal geen outillage eisen, die afwijkt van de middelen waarover een goed ingericht waterschap thans reeds beschikt. Het zal echter van belang zijn bij het in orde brengen van de waterstaatkundige toestand de mogelijkheid van een peilregeling in de sloot open te stellen en de kennis te verzamelen omtrent de wijze, waarop men door peilvariaties in de sloot de peilen in de grond op het gewenste niveau kan instellen.

7. HET ZOUTONDERZOEK

Als een belangrijk gegeven, zowel in landbouwkundig opzicht als ter bestudering van de hydrologie, werden over grote delen van Nederland inlichtingen verzameld over het zoutgehalte van het water. Op dit punt bestond reeds gedurende vele jaren in Nederland een grote activiteit, die zich concentreerde in het Westland, in Rijnland, in Noordholland en in het westen van Friesland. Een zeer belangrijk deel van het onderzoek werd verzorgd door het Hoogheemraadschap Rijnland, de Provinciale Waterstaat van Noordholland en het Proefstation te Naaldwijk. Ook het IJsselmeer werd verder regelmatig onderzocht. Op regelmatige tijden werden hier monsters genomen zowel van het boezem- als van het polderwater en werd de wisseling van de zoutgehalten over het jaar aan een onderzoek onderworpen.

Voor het kennen van de waterbeheersingsmogelijkheden — in dit geval mede de beheersing van de kwaliteit — was het echter van belang over het gehele oppervlak van Nederland dat van verzilting te lijden heeft, een overzicht van de hoogte van het zoutgehalte te hebben. Hiertoe is in de periode van de hoogste en van de laagste zoutgehalten een bemonstering uitgevoerd en het resultaat in twee kaarten vastgelegd, die in de betreffende provinciale rapporten te vinden zijn.

Overziet men de gegevens, welke in de provinciale rapporten samengebracht zijn, dan blijkt het gedeelte van Nederland, waar verzilting optreedt, zich grotendeels te beperken tot de gebieden die op geringe afstand van de zeekust zijn gelegen. Een uitermate sterke verzilting treft men aan op de Zeeuwse en enkele van de Zuidhollandse eilanden, in de Zaanstreek vanaf het Noordzeekanaal tot in de Schermer, in de Wieringermeer en op Texel en tenslotte in de kuststrook van Friesland en Groningen vanaf de Afsluitdijk tot aan Roodeschool. In deze strook lopen de chloorgehalten herhaaldelijk op tot meer dan 5000 mg/l. Verspreid door dit gebied en veelal ook verder landinwaarts ziet men lagere gehalten optreden en wanneer men gehalten van 500 mg chloor per liter en minder als aanvaardbaar of economisch niet meer gemakkelijk corrigeerbaar zou willen beschouwen, dan is het resterende oppervlak met hogere chloorgehalten voornamelijk in Noordholland en op de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden geconcentreerd. Het zijn vooral Schouwen en Goeree-Overflakkee die het zoutste zijn en waar de gehalten van het polderwater in de zomer maar weinig verschillen van die van zeewater.

Van belang is, dat de kaarten in de provinciale rapporten wel zeer waarschijnlijk maken, dat veel van dit zout door geschikte maatregelen zal kunnen worden verdreven. Het gebied van Rijnland ligt als een weinig zoute schakel tussen de zoute gedeelten van Noord- en Zuid-Holland in en toont daarmee aan hoezeer de zorg, die men in Rijnland aan het op peil houden van de kwaliteit van het water besteedt, tot de gewenste resultaten voert. De mogelijkheid om zover oostwaarts zoet water te kunnen inlaten, heeft hier een waardevolle techniek van kwaliteitsbeheersing doen ontstaan. Hetzelfde kan gezegd worden van het Westland en van het gebied van de Noordsluis op Voorne, welke gebieden ook in de gelegenheid zijn zoet water in te laten. Ook hier vallen lage zoutgehalten op op plaatsen, waar men hogere gehalten zou mogen verwachten en vroeger ook geconstateerd heeft. Hoezeer een bepaald kanaal tot verzilting aanleiding kan geven, blijkt nog eens bij het Voorns Kanaal. Doch ook andere zoutbronnen komen op de kaarten duidelijk tot uiting. Het koelwater van enkele zuivelfabrieken blijkt over grote gebieden de kwaliteit van het water te bederven. Een sluis als Noordpolderzijl oefent tot diep landinwaarts een ongunstige invloed uit. Diepe polders, zoals de Haarlemmermeer, de Schermer en de Wieringermeer trekken grote hoeveelheden zout kwelwater aan. De Ronde Venen vormen een zoutbron temidden van een overigens vrij goed gebied. Het is op deze wijze mogelijk uit de verziltingskaarten veel omtrent de kwel in de gebieden af te lezen. Wat hiervan de landbouwkundige betekenis is, blijkt moeilijker vast te stellen dan men tot voor enige tijd wel meende.

Een hoog zoutgehalte van water, dat voor beregenen of begieten wordt gebruikt, is voor elke cultuur zeer schadelijk. *Tuinbouw* is bij hoge zoutgehalten dan ook niet mogelijk en ondergaat ook van lagere zoutgehalten een niet onaanzienlijke schade.

De schade van het zout ten aanzien van het *vee* wordt zeer ongelijk beoordeeld. Hoge tolerantiecijfers lijken op grond van proefnemingen verwacht te mogen worden, doch de praktijk meent reeds veel eerder schade te kunnen waarnemen.

Op sommige plaatsen wordt dan ook op grote schaal drinkwater van elders aangevoerd, een maatregel, waarvan de grote kosten wel bekend zijn.

De *akkerbouw* heeft bij de huidige regeling van de waterhuishouding van het zout weinig last, ten dele door zich door beperkingen in het bedrijfstype op de aanwezigheid van zout in te stellen. Wel vraagt men zich af of opstijgend brak water geen verslechtering van de structuur van de grond kan teweegbrengen. De ervaringen zijn wat tegenstrijdig.

Zo heeft het besproeien van vroege aardappelen in het Geestmerambacht met water, dat tot 500 mg Cl per liter bevat — ook op deze slecht doorlatende structuurloze gronden — niet tot duidelijke moeilijkheden aanleiding gegeven. Het inlaten van brak water in de polder de Zijpe heeft wel een ongunstige invloed op de structuur gehad en de hier geconstateerde groene laag is slecht doorlatend.

Het gebruik van het zoute water in het Koe-gras en in de Anna Paulowna polder om het zoete water naar een hoger niveau in het profiel op te drukken en in de buurt van de wortel te brengen, vormt een ander voorbeeld van een op het oog wat gewaagde toepassing van brak water in de akkerbouw en de bloembollenteelt. Dit gebruik levert echter meer voordeel dan nadeel en wijst eveneens uit, dat de akkerbouw op het punt van brak water veel verdragen kan.

Een zeker *voordeel* kan aan een wat hoger zoutgehalte niet ontzegd worden. Het inlaten van zout water voorkomt de groei van waterplanten in de sloot in sterke mate en vormt een goedkope wijze van onderhoud van de leidingen. Het inlaten van brak water wordt hiertoe bewust gehanteerd. Ook parasieten welke de leverbotziekte verwekken, kan men met brak water bestrijden. Voor de malariamug geldt echter het tegenovergestelde. Deze is juist aan brak water gebonden en verdwijnt bij verlaging van het zoutgehalte.

Een jaar of tien geleden werd het probleem van de verzilting nog sterk als een zwart-wit probleem gezien. In de laatste tijd zijn er steeds meer tussentinten bijgekomen. Toch moet het hier en daar opkomende vermoeden, dat de verzilting een minder belangrijke schadefactor is dan in voorafgegangene tijden werd verondersteld, de denkbeelden niet te zeer tot het tegenovergestelde van de vroegere opvatting doen omslaan. Veel hangt af van de invloed van het brakke water op het vee. Men kan zich moeilijk aan de indruk onttrekken, dat uit literatuur en laboratoriumproeven mogelijk slechts het bewijs is geleverd, dat het chloor en het natrium als zodanig het vee weinig hinderen. Daarmede staat echter niet vast, of nevenverschijnselen, welke door het zout worden geactiveerd maar niet kwantitatief worden beheerst, de schade kunnen veroorzaken. Het onderzoek is nog te zeer in strijd met de praktijkervaring en op vele puten nog te weinig gedetailleerd om een basis te kunnen leveren voor het bagatelliseren van de ongunstige invloed van de verzilting op de gezondheid en produktiviteit van het vee. En hiertoe zouden de hoge zoutgehalten, die volgens onderzoek voor het vee nog niet schadelijk zouden zijn, toch moeten leiden. Het zal dan ook aanbeveling verdienen de mogelijkheid van doorspoelen niet slechts voor tuinbouwgebieden na te streven, maar ook in weidegebieden hieraan aandacht te blijven geven.

IV. OVERWEGINGEN EN TECHNIEKEN TEN AANZIEN VAN DE VERZAMELDE GEGEVENS

1. ALGEMENE ERVARINGEN BIJ HET UITVOEREN VAN KWANTITATIEVE LANDELIJKE VERKENNINGEN

De taak, die de C.O.L.N. heeft trachten te volvoeren, bestaat uit vier gedeelten en wel uit het verzamelen van gegevens over grondwaterdiepte, over verzilting, over de bodemtypen en over de algemene vochttoestand, zoals de praktijk die beoordeelt. Hierop zou volgen het overzichtelijk samenvatten van deze waarnemingen. Een derde deel zou worden gevormd door het ijken van de gegevens tot eenheden, die bij het opbouwen van een synthese gebruikt kunnen worden. Tenslotte was het opstellen van een samenvattend overzicht omtrent de betekenis van eventuele tekortkomingen van de waterhuishouding voor het bedrijf een vierde deel van de doelstelling.

Gedurende het uitvoeren van deze taak is de doelstelling ongetwijfeld helderder geworden en op sommige punten wellicht ook gegroeid. Enkele onderwerpen zijn daarentegen minder breed tot uitvoering gekomen dan oorspronkelijk door de Commissie ad hoc was voorgesteld. Zo is de relatie tussen bedrijfstype en waterhuishouding door de Werkgroep maar in zeer beperkte mate in studie genomen, hoe belangrijk vooral het bouwplan en de arbeidsbehoefte voor een juiste waardering van de waterhuishouding ook mogen zijn. Ook de waterpassing heeft door vertragingen minder tot de studie bijgedragen dan tevoren was verwacht. Waar de omvang van de taak toenam, werd dit vooral gestimuleerd door het beschikbaar komen van belangrijke gegevens bij de medewerkende instituten. Gedacht wordt hier vooral aan het uiterst waardevolle materiaal van het Produktieniveau-Onderzoek, dat door het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek is verzameld en de in hydrologische kaartenheden uitgedrukte bodemkaart van Nederland, welke in samenwerking met de Stichting voor Bodemkartering ten behoeve van het onderzoek is gemaakt.

Bij de voortgang van het onderzoek zijn enkele stelregels ontstaan, die speciaal de neerslag vormen van de moeilijkheden van een landelijk kwantitatief subjectief onderzoek. In een studie, die zich dicht bij de grens van nog juist betrouwbare kennis beweegt, zal spoedig een groter of kleiner subjectief element in het werk binnendringen. Bij onderzoek van een zodanige omvang, dat het nog door één enkele onderzoeker verricht kan worden, ontstaan geen aanpassingsmoeilijkheden. Deze subjectieve invloeden maken het werk, waarbij verschillende werkers een regionaal verschillend deel van de taak uitvoeren, echter juist zoveel bezwaarlijker. Wanneer een taak — als voorbeeld denke men aan de verdrogingskaart — een meer subjectieve waardering inhoudt, die niet door kwantitatieve controle of vooraf bepaalde ijkingsplekken kan worden ondersteund, is het correleren van de verschillende persoonlijke beoordelingen een taak met welbekende eigen moeilijkheden. Wanneer een door vele medewerkers uit te voeren taak van hen een kwantitatieve beoordeling vraagt, ontstaat een eigen type van problemen, waar-

omtrent de uitvoerders van het C.O.L.N.-onderzoek bij de aanvang onvoldoende ervaring hadden. De volgende regels voor dit type werk zijn tijdens het onderzoek uitgekristalliseerd.

Het is van belang alle waarnemingen in een *kwantitatieve schaal* weer te geven, ook wanneer het om subjectieve waarderingen gaat. Bij deze waarderingen is het verder van belang een zo groot mogelijke differentiatie toe te laten. Men kan bij waardering van 1 tot 10 beter met halven en helen werken dan met hele waarden alleen, terwijl een indeling in laag-midden-hoog weer veel meer moeilijkheden meebrengt dan een schatting in 5 of 10 klassen. Bij schatten of opdelen van waarnemingen in een te klein aantal groepen ontstaat namelijk bij grensgevallen telkens de vraag in welke groep men ze moet onderbrengen. Geeft men de uitvoerder van de schatting de vrijheid zover mogelijk te detailleren, dan zullen deze moeilijkheden aan de klassegrenzen praktisch vervallen. Verder kan men bij schatten in weinig groepen niet door verschuiving van de grenzen achteraf de beoordeling voor de verschillende gebieden op eenzelfde niveau brengen. Daartoe is de minimale verschuiving over een eenheid te groot. Bij opdelen van het waarnemings-traject in een groot aantal klassen kan men door verschillende aantallen van deze klassen in nieuwe eenheden samen te nemen, de definitieve indeling in een gering aantal groepen zo goed mogelijk gelijke klassegrenzen geven of door verschuiving kleine fouten in de gemiddelde waarde van een klasse compenseren.

Bij het verdrogingsonderzoek is een indeling in vier groepen bij het begin van het C.O.L.N.-werk voorgesteld als tegemoetkoming aan de bezwaren van velen, die meenden dat een grotere detaillering moeilijk zou zijn. Hierdoor zijn echter de moeilijkheden van de grensgevallen in het werk binnengehaald, terwijl er geen winst tegenover heeft gestaan. Beslissingen om een klein aantal onderscheidingen te maken, bemoeilijken in het algemeen het werk te velde en zijn bovendien schadelijk voor het kunnen bestuderen van de gegevens.

Zijn dit moeilijkheden, die ontstaan door kwantificering van de te onderscheiden eigenschappen, toch is dit in getallen uitdrukken noodzakelijk, wanneer men zoals bij het C.O.L.N.-werk op deze gegevens wil verder bouwen met berekeningen, ijkings enz. Door voortdurend aan deze reeks van aaneensluitende problemen aandacht te geven, was het mogelijk b.v. de verdrogingskaart om te zetten in een kaart met opbrengstdepressies. Bij de bodemkaart daarentegen ontbraken de kwantitatieve gegevens, hoewel er een zeer groot aantal onderscheidingen werd gemaakt. Dit heeft evenzeer vele moeilijkheden gegeven en aangeduid zal worden hoe men hier getracht heeft deze te boven te komen.

Het vraagstuk van het *correleren* van de subjectieve beoordeling van een aantal naast elkaar werkende waarnemers of onderzoekers kwam bij het C.O.L.N.-onderzoek sterk naar voren. Er staan welbeschouwd twee methoden ter beschikking om tot een vergelijking van de niveaus van de verschillende provinciale kaarten te komen. Men kan trachten nauwkeurig dezelfde methodiek van werken te volgen door voortdurend overleg tussen de diverse waarnemers te organiseren. Het bleek

echter, dat dit nauwkeurig gelijk maken van de niveaus eigenlijk nooit gelukt, zoals blijkt indien men maar een voldoende scherpe toets aanlegt. Dit is aanleiding geweest om zich niet alleen te verlaten op pogingen om een zo groot mogelijke gelijkheid bij de regionale opname na te streven, maar eveneens een tweede werkwijze te volgen en wel door achteraf nog een vereffening van de niveaus via correctie te doen plaatsvinden. Als completering van de vele gezamenlijke oefeningen tot gelijk maken van de beoordeling van de vochttoestand in het veld, werd het omijken van de taxaties op een gelijke schaal en het berekenen van fouten ingevoerd en werd eventueel als consequentie van een te grote fout een deel van de bewerking overgedaan. Teneinde een goede foutenberekening en bepaling van niveauverschillen mogelijk te maken is steeds gezocht naar een vergelijkingsbeoordeling, die voor het gehele land als homogeen mocht worden beschouwd. Waar dit mogelijk was, kon de correctie ten opzichte van een gelijk niveau van vergelijking worden uitgevoerd.

Een toetsing als hiervoor beschreven biedt slechts bescherming tegen fouten van een grotendeels toevallig karakter. Een systematische fout kan op deze wijze aan de aandacht ontsnappen. De meest waardevolle werkwijze, die hierop toch attent kan maken, bestaat uit het langs een geheel andere weg berekenen van hetzelfde eindresultaat en uit het nagaan van eventueel optreden van ontoelaatbare verschillen. Eigenlijk is dit een uitbreiding van het controleren van een onderzoeksresultaat aan steekproefsgewijze bepaalde onafhankelijke waarnemingen. Men past echter bij toetsing door middel van een geheel anders opgezet onderzoek niet alleen een herhaling ten aanzien van de waarnemingen zelf toe, maar ook de aard van de waarneming wordt aan een controle onderworpen. In het geval van de berekening van de opbrengstdalingen door een niet-optimale waterhuishouding uit de verdrogingsgegevens tegenover de berekening uit de grondwaterdiepte en het bodemtype, liggen de uitgangsgegevens zo ver uiteen en is detaillering en nauwkeurigheid zo verschillend, dat deze controle een ander karakter gaat krijgen dan een gewone herhaling. Het wordt tevens een toetsing op de gevolgde werkwijze. Waar het in enkele gevallen ook bij andere grootheden mogelijk was, is steeds getracht langs twee verschillende wegen over eenzelfde resultaat een uitkomst te verkrijgen om op die wijze een controle op de gevolgde methoden zelf te verkrijgen.

2. OVERWEGINGEN OMTRENT HET WEZEN VAN DE OPBRENGSTDEPRESSIE

De depressie in het opbrengend vermogen van de grond als gevolg van de ontregeling van de waterhuishouding wordt uit een aantal termen opgebouwd. Voor elk gewas kan men het aantal ha verbouwd oppervlak vermenigvuldigen met het percentage van de optimale opbrengst, dat bij de aangetroffen waterhuishoudkundige toestand door regeling van de grondwaterdiepte kan worden bereikt. Dit bedrag kan dan nog weer worden vermenigvuldigd met de absolute opbrengst, die bij het 100 %-punt behoort. Bij deze berekening kan de depressie — uit grondwaterdiepte en profieltype — voor elk waarnemingspunt van de grondwaterdiepte in de berekening betrokken worden. Dit depressiebedrag is van plek tot plek te bepalen.

Het percentage van het oppervlak, dat met een bepaald gewas bebouwd wordt, is echter alleen voor een groter gebied vast te stellen. Dit grotere gebied zal daarbij in het algemeen naar bodembouw en waterdiepte niet homogeen zijn. De gewassen-verhouding is voor een bepaalde plek met een beperkte grootte geen direct vaststelbare grootheid. Op 100 ha kan zoveel procent tarwe en zoveel procent bieten staan. Op een halve ha staat echter maar één enkel gewas en de uitkomst is 0 % of 100 %. En ook wanneer men de gewassen van de laatste 5 of 10 jaar neemt, is een percentage, dat geen veelvoud van 20 of 10 % is, niet mogelijk. Over langere perioden is men echter weer niet zeker van een gelijkblijvend bouwplan. Men kan zich echter met benaderende gegevens behelpen. De berekeningen, hiervoor aangegeven, liggen geheel in het gebied van de planteteelt en zijn betrekkelijk objectief vaststelbaar.

Wil men voor het gezamenlijke bouwplan het produktieniveau berekenen, dan moeten de verkregen waarden voor de verschillende gewassen op eenzelfde noemer gebracht worden. De meest hiervoor in aanmerking komende grootheid is de bruto-geldopbrengst, omdat de zetmeelwaarde — hoewel voor vele gewassen een aanvaardbare eenheid — nu eenmaal voor een aantal gewassen geen maatstaf kan zijn. De uitdrukking in geld kan wellicht de indruk wekken, dat getracht wordt een economisch vraagstuk op te lossen. In werkelijkheid gaat de doelstelling niet verder dan het uitdrukken van de resultaten in een vergelijkbare schaal.

Toch ontstaan hier weer moeilijkheden, indien het gewas niet wordt verkocht, maar in eigen bedrijf wordt gebruikt voor een veredelingsproces. Er is dan geen waarde als wegingsfactor bekend. Vooral bij grasland geldt dit, omdat de grasopbrengst als hooi nog wel een beperkte markt heeft, maar als weidegras niet wordt verkocht, doch tegen een inscharringsvergoeding wordt verhandeld of door het perceel te verhuren wordt overgedragen. De vraag doet zich voor tot waar men in het veredelingsproces de waarde aan de waterbeheersing moet toeschrijven en waar de grens wordt bereikt, waarboven men de verdere waardevermeerdering aan de factor arbeid moet toeschrijven. Men raakt hier dus toch ongewild de economische problemen. In de berekeningen is deze knoop doorgehakt door in deze gevallen een vaste waarde voor een kg zetmeelwaarde aan te nemen. Deze prijs representeert het bedrag, waarvoor uit andere produkten de kg zetmeelwaarde in de handel kan worden verkregen.

In de berekeningen komt men opnieuw een moeilijk probleem tegen, wanneer men de vraag wil oplossen welke toename van de opbrengst men zal kunnen bereiken door de waterhuishouding met alle beschikbare middelen in orde te maken. Wanneer het gehele landbouwareaal een optimale waterhuishouding zou hebben, zou elk bedrijf zich kunnen instellen op de economisch optimale combinatie van grasland tegenover bouwland en de optimale gewassenkeuze binnen het bouwland-areaal. Dit optimale bedrijfstype zou allereerst aan bodemeigenschappen, klimaatomstandigheden, bedrijfsgrootte en verkeersligging moeten zijn aangepast, maar bovendien binnen de nationale economie behoren te passen. Of onder deze omstandigheden weer specialisatie in de bedrijven zou moeten worden nagestreefd en

welke type deze bedrijven zouden krijgen, dit alles is onbekend en een uitspraak daarover zou een speculatie zijn, die het niet gemakkelijk tot de status van een algemeen aanvaard standpunt zou brengen.

Men kan aan deze moeilijkheden ontsnappen door de bruto-opbrengst van het gemiddeld optimaal ontwaterde, maar overigens gewone huidige bedrijf als norm te nemen van wat met een volledige waterbeheersing te bereiken zou zijn. Ongetwijfeld zal het huidige bedrijf met optimale waterbeheersing enige voordelen bezitten, die hun oorzaak vinden in de geringere concurrentiekracht van de niet-optimale bedrijven. Maar er staan ongunstige invloeden tegenover. Het optimale bedrijf temidden van een aantal niet-optimale zal daaruit in de gezamenlijke activiteiten, als het markt- en veilingwezen, de coöperatie enz., een zekere beperking ondervinden. Neemt men aan, dat deze gunstige en ongunstige invloeden tegen elkaar zullen wegvallen, dan heeft het kiezen van het gemiddelde gewone bedrijf met optimale waterhuishouding, zoals men dat thans in werkelijkheid tegenkomt, als norm voor de toekomst het voordeel te weten dat deze bedrijfsvorm in elk geval mogelijk is. Men overschat de onbekende mogelijkheden van de toekomst niet.

Er is bij het C.O.L.N.-onderzoek wel gedacht aan een andere oplossing en wel het berekenen van netto-opbrengstvermeerderingen als gevolg van de waterbeheersingsmaatregelen. Het rapport, dat voor de C.O.L.N. over de betekenis van het zoete water in het Zeeuwse meer werd uitgebracht, is nog uit dit streven voortgevloeid. Uit een mededeling van Ir. C. J. CLEVERINGA bleek echter, dat de daar gevolgde rekentechniek niet gehandhaafd kan worden.

Maar ook wanneer men zich voorstelt, dat in samenwerking met deskundigen een aanvaardbare berekeningsmethode zou zijn op te stellen, dan nog lijkt het de vraag of men het technische en economische met elkaar moet vermengen. Al deze berekeningen omtrent de rentabiliteit van hydrologische projecten toonden aan, dat de winst in grote hoofdzak het gevolg was van het vergroten van de melkvee-stapel. Na enkele jaren blijkt thans deze meest produktieve ontwikkelingsrichting toch een wankel grondslag te hebben gehad, die zich in de berekeningen niet zou hebben geuit. Wanneer de prijzen geen maat meer vormen ten aanzien van de uitvoerbaarheid van een plan, moet men wel tot het besluit komen, dat het C.O.L.N.-onderzoek zich in elk geval diende te beperken tot het geven van een uitkomst, die in procenten van een bruto-opbrengst werd uitgedrukt.

3. OPZET VAN HET DEPRESSIEONDERZOEK

Een belangrijk element in de opzet van het onderzoek naar de verschillen in produktieniveau heeft dus bestaan in het ontwerpen van twee wegen om tot één uitkomst te geraken. De verdrogingskaart heeft het ene uitgangspunt geleverd, de grondwaterstandskaat en de bodemkaart leverden de andere grondslag.

Het voor dit doel gebruiken van de *verdrogingskaart* was niet van de aanvang af voorzien. Eerst was het de bedoeling in deze kaart deels in getalwaarde, deels in aantekeningen een overzicht te geven van alles wat op het gebied van de waterhuishouding en verstuiwing het opmerken waard was. Deze bijkomende aanteeke-

ningen werden door de verzamelaars van de verdrogingsgegevens echter met zo'n verschillende intensiteit gemaakt, dat voor een landelijke weergave als enig voor ieder gebied beschikbaar gegeven alleen de verdrogingsklassificering overbleef. Deze klassificering had als doel aan te geven hoe de praktijk de toestand van de waterhuishouding beoordeelt. Er werd geen wetenschappelijke homogeniteit nagestreefd. Dat door de bevolking in een goed gebied een lichte wateroverlast of verdroging nog wel eens zwaarder kon worden aangerekend dan een forse verdroging of overlast in een ongelijkmatig gebied, werd tevoren verwacht en aanvaard. Het gevolg hiervan is, dat men de verdrogingskaart dan ook niet over het gehele land als een homogeen oordeel kan gebruiken. Wanneer men de klassen een waarde geeft als in tabel 1 weergegeven, wordt de vergelijkbaarheid van de toestanden tussen de provincies onderling reeds wat beter.

Later werd het aantrekkelijk deze verschillen door correctie op te heffen. In een onderzoek van het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek over de produktiviteit van de Nederlandse gronden werd een ongeveer gelijke verdrogingsbeoordeling aan de voor deze studie dienende proefplekken gegeven en in een onderzoek, dat door Ir. F. W. J. van Es voor dit instituut werd uitgevoerd, in verband gebracht met de opbrengsten. Toen van deze gegevens voor het C.O.L.N.-onderzoek gebruik gemaakt kon worden, ontstond de mogelijkheid de verdrogingsklassen te iken op procenten opbrengend vermogen. Langs deze weg was dus het doel van het C.O.L.N.-onderzoek reeds ten dele te bereiken. Naast de ijking op het depressieniveau per klasse was nog een ijking op het oppervlak nodig. Dit kon via de uit de grondwaterdiepte berekende depressies worden uitgevoerd.

Daarbij bleek, dat de ijking op depressieniveaus zelfs met een zeer redelijke nauwkeurigheid kon geschieden, daar de verdrogingstaxaties weliswaar niet zo'n hoge nauwkeurigheid hadden, maar de relatie tussen verdroging en opbrengst zeer weinig beïnvloed bleek te worden door het bodemtype. De fout van de verdrogings-taxatie is dus de enige fout bij de omrekening op depressies.

Bij de berekening van de opbrengstniveaus volgens de tweede methode, namelijk uit *grondwaterdiepte* en *bodemtype* lijkt de fout van de waterstand ongeveer van dezelfde orde van grootte te zijn als die van de verdrogingstaxatie. Doch hierbij komt nog de fout van de beoordeling van het bodemtype, welke nog bij die van de waterdiepte moet worden opgeteld om de fout van de opbrengstdepressie te krijgen. Hier verstoren dus twee fouten de regelmaat van het beeld. Ten aanzien van de grondwaterdiepte bestond een aanzienlijke ervaring wat betreft de vorm van de opbrengst-ontwateringsdieptecurven. De mogelijkheid echter om het wel zeer omvangrijke materiaal van het P.N.O.-onderzoek voor het ontwerpen van de opbrengstcurven voor de verdrogingstaxatie te gebruiken, had als gevolg, dat de ervaring inzake deze curven een zeer belangrijke steun kon verkrijgen van deze nieuwe gegevens. Deze ervaring omtrent het verband tussen opbrengst en ontwateringsdiepte, welke door de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst als bijdrage werd geleverd, werd in curven vastgelegd, terwijl tevens met behulp van de polyfactor-analyse de waarnemingen van het P.N.O.-onderzoek werden bestudeerd ten aanzien van de invloed van de winter- en de zomergrondwater-

diepte op de opbrengst. Wat betreft de opbrengstcurven zijn dus gegevens van tweeërlei herkomst naast elkaar gebruikt.

De berekening van de opbrengstdepressies via de verdrogingskaart en via de grondwaterstandskaart maakten nu onderling een toetsing van het resultaat mogelijk, zowel naar plaats van optreden van de opbrengstdepressies als naar de oppervlakte, waarover met deze depressies moet worden gerekend.

Van de verschillende grondgegevens als grondwaterstandskaart, bodemkaart of verdrogingskaart worden hierna enkele algemene zaken vermeld. Voor details zij naar de provinciale rapporten verwezen. Hier mogen enkele moeilijkheden vermeld worden, die voor de betreffende opname typisch zijn, onder meer de vergelijking van provincie tot provincie van het niveau van de kaarten. Hierna kan dan iets over de nauwkeurigheid van de gegevens worden aangegeven. Voor de veelvuldigheid van voorkomen van de klassen over de provincies kan verwezen worden naar de paragrafen over de provinciale resultaten.

4. DE VERDROGINGSKAART

Voorstudies voor de verdrogingskaart werden in 1949 door Dr. S. B. HOOGHOUDT in Limburg gemaakt. Tesaamen met de assistenten van de Rijksland- en Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst werd getracht een kaart te vervaardigen waarop zou staan weergegeven, welke gebieden naar de opvatting van de praktijk een gelijke last van wateroverlast of -tekort hadden. Deze opzet is in 1952 over de andere provincies uitgebreid.

In deze indeling van de gronden werd een beoordeling nagestreefd, welke als gelijkwaardige landbouwkundige karakterisering zou staan naast de bodemkundige en hydrologische klassificaties. In deze indeling zou een onderscheid worden gemaakt in gronden met meer dan 10 à 15 % opbrengstdepressie door droogte en in gronden met minder dan deze depressie; daarnaast de goede gronden en de te natte gronden, in totaal dus vier klassen. Deze klassen werden nader gedefinieerd door het bouwplan, dat bij deze omvang van de schade door droogte of wateroverlast verwacht mocht worden. Dit zijn destijds algemene richtlijnen voor het samen te stellen overzicht geweest, maar zij waren meer ter bepaling van de gedachten dan als vaste grenswaarden voor de klassen bedoeld.

Het is een voortdurende ervaring geweest, dat men de verdrogingskaart meer als een toelichting dan als een stevige bouwsteen heeft beschouwd. Voortdurend is op het subjectieve van de beoordeling gewezen, waardoor deze kaart in belangrijke mate zou achterstaan bij de waterstandopname en de bodemkaart. Onvoldoende is daarbij misschien gedacht aan de omstandigheid, dat de grondwaterstandskaart en de bodemkaart de waterhuishoudkundige situatie naar zijn landbouwkundige betekenis slechts indirect aangeven, terwijl de landbouwkundige beoordeling een directe is: een oordeel op grond van bouwplan en stand van het gewas over de invloed van de waterhuishoudkundige toestand op het gewas. Men moet rekening ermee houden, dat de onnauwkeurigheden van de gegevens over de opbrengstcurven, waarmede bodem- en grondwaterstandskaart worden omgezet in een weer-

gave van de vochttoestand in landbouwkundige zin, van gelijke orde zijn als de onnauwkeurigheid van de subjectieve weergave van de direct waargenomen landbouwkundige toestand. Men moet daarbij steeds onderscheid maken tussen zuiver toevallige fouten en de meer systematische fouten in het niveau van de taxaties en waarnemingen. De laatste kan men gebiedsgewijze voor een groot deel door correctie verwijderen. Waar op pagina 27 e.v. over tekortkomingen van de verdrogingstaxatie — de psychologische schattingsfout — wordt gehandeld, gaat het om corrigeerbare systematische onnauwkeurigheden, die dankzij de correctie voor de juistheid van de verkregen resultaten van minder groot belang zijn. De systematische fouten beïnvloeden de wezenlijke waarde van een waarneming slechts in geringe mate. Men mag dan ook de verdrogingskaart, de bodemkaart en de grondwaterstandskaat zien als drie gelijkwaardige opnamen, respectievelijk vanuit een landbouwkundig, bodemkundig en hydrologisch gezichtspunt gezien. Zij zullen echter alle drie een interpretatie behoeven, die veelal het midden houdt tussen het in de beschouwing betrekken van nieuwe gegevens, zoals b.v. het bouwplan, en het aanbrengen van correcties, zoals die voor de psychologische schattingsfout.

Als een bezwaar van de verdrogingskaart kan men wellicht zien, dat men hier het eerste zou kunnen veronderstellen, dat deze kaart een eindbeoordeling is, die zonder interpretatie een grondslag voor maatregelen ter bevordering van de waterbeheersing zou kunnen zijn. Dit is niet het geval. De verdrogingskaart is een uitspraak van de praktijk met al zijn voor- en nadelen. Een waardevolle kant is b.v., dat de verdrogingsbeoordeling met factoren rekening kan en zal hebben gehouden, die buiten het beperkte gebied van de opbrengst liggen, zoals bewerkbaarheid van de grond, vroegheid van de gewassen, transportmogelijkheden in het najaar enz. Dit geeft aan de verdrogingskaart een breder facet dan de beide andere opnamen bezitten, omdat voor de bijkomende eigenschappen geen studies beschikbaar waren, die de aanvullende gegevens ter beoordeling van de betekenis van de combinatie grondwaterdiepte-vochthoudendheid van het profiel zouden moeten leveren. Het feit, dat men in gebieden met veel verdroging eerder bereid zal zijn een toestand goed te noemen dan in gebieden, waar verdroging sporadisch optreedt, vormt een aspect, dat ook herhaaldelijk de aandacht heeft gevraagd. De kaart heeft geen gelijk niveau over het gehele land. Ook waar deze subjectieve waardering — afhankelijk van de algemene vochthuiskundige situatie — in de verdrogingskaart tot uiting komt, behoeft men dit niet als een verkleining van de betekenis van de kaart te zien. Zoals zal blijken bij het nauwkeurigheidsonderzoek, is deze tendentie van aanpassing van het oordeel aan de verdrogingstoestand van het gebied in de hoogte van de taxatie echter niet duidelijk aanwezig. Wel komt deze aanpassing tot uiting bij de vergelijking van de oppervlakteberekening uit de verdrogingstaxatie met die berekend uit de grondwaterdiepte.

Als algemeen punt mag hier nog de aandacht worden gevestigd op de grote detaillering, die bij de verdrogingskaart kon worden nagestreefd. De vele medewerkende assistenten kenden hun rayons met oppervlakten van omstreeks 6000 ha zo goed, dat de verdrogingstrappen nog voor vrij kleine oppervlakten konden worden uitgesplitst.

Deze detaillering inzake het beloop van de klassegrenzen is veel groter dan die van de waterstandkaart. Maar ook de bodemkaart, die wel veel grenzen geeft, staat in zeker opzicht bij de verdrogingskaart wat ten achter, doordat deze bodembeschrijving meer morfologisch dan functioneel is en de betekenis als waterhuishoudkundige klassificatie wat minder scherp geformuleerd kan worden. De verdrogingskaart staat daarentegen achter bij de grondwaterstandkaart, wat betreft het waterhuishoudkundig facet, dat door deze laatste kaart meer expliciet wordt weergegeven dan de subjectieve verdrogingskaart het doet. Zo heeft elke kaart een zeker voordeel naast zekere nadelen en bij de studie diende ernaar gestreefd te worden de sterke kanten van deze kaarten zoveel mogelijk te combineren om tot een betrouwbaar resultaat te komen.

a. *De nauwkeurigheid*

Het onderzoek naar de verdrogingskaart heeft een wel zeer bijzondere steun kunnen krijgen van de beoordeling van de vochttoestand bij de 3400 proefplekken van het door het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek uitgevoerde Produktieniveau-Onderzoek. Hier werd de verdroging op een wijze getaxeerd, die nauw parallel liep met de wijze van waarden bij het C.O.L.N.-onderzoek, doch hier werd een indeling in 10 klassen uitgevoerd. Hoewel een foutenonderzoek van deze klassificatie niet voorhanden was, werd verondersteld, dat er voldoende inzicht bestond in de mogelijkheid en moeilijkheid van de verschillende proefopzetten om te durven aannemen, dat dit onderzoek een systematische fout zal hebben van een redelijk kleine omvang. Deze verdrogingsbeoordeling is daarom voor geheel ons land als norm van vergelijking voor de verdrogingswaardering genomen.

De toetsing van de verdrogingstaxatie kan plaatsvinden aan twee criteria en wel aan de toevallige fout en aan de niveaoverschillen tussen gebieden.

Het meest gewenst zou zijn een controle op het niveau van de beoordeling bij elke assistent, maar een onderscheiding van het waarnemingsmateriaal in ca. 400 rayons was niet mogelijk. Er zijn een aantal gebieden onderscheiden, welke voldoende gegevens bevatten om een toetsing aan de C.I.L.O.-waardering mogelijk te maken.

De toevallige fout

Van alle gegevens van de P.N.O.-percelen werd gebruik gemaakt om de C.I.L.O.-waardering met de C.O.L.N.-waardering in verband te brengen. Aangezien de ene waardering echter 9 bruikbare trappen kent en de andere slechts 4, gaf dit enkele moeilijkheden en geen eenvoudige directe foutenbepaling. Wel kon uit de frequentieverdelingen van de waarnemingen worden vastgesteld, dat het verschil in nauwkeurigheid niet groot kon zijn.

De C.O.L.N.-beoordeling kan echter ook direct met de waardering van de grondgebruiks in verband worden gebracht. Hiertoe werden in Overijssel voor meer dan 800 percelen aan de grondgebruikers gevraagd hun akker in te delen in een van de C.O.L.N.-verdrogingsklassen. Daarbij werd de groep van de wateroverlast gesplitst in lichte wateroverlast en duidelijke wateroverlast.

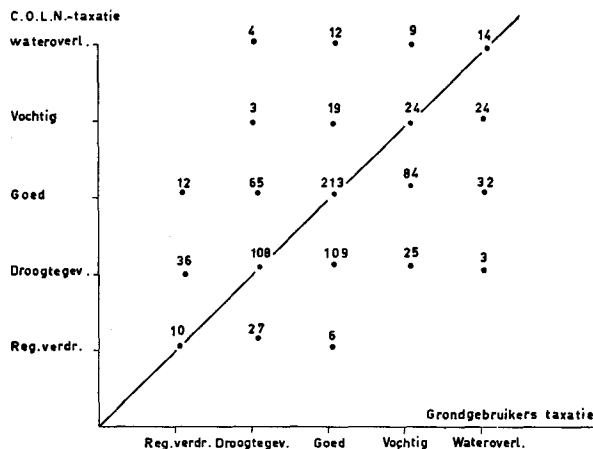


FIG. 35. De verdrogingsbeoordeling van de C.O.L.N. werd voor 800 percelen getoetst aan de beoordeling door de boer. Uit de stippenkaart kan een fout van 0,65 maal de klassebreedte voor de C.O.L.N.-taxatie berekend worden.

In figuur 35 wordt het resultaat van de vergelijking van de C.O.L.N.-verdrogingsbeoordeling met de beoordeling van de grondgebruikers in beeld gebracht. Het zal opvallen, dat de C.O.L.N.-beoordeling in 5 klassen heeft plaatsgehad. Overwegingen in Overijssel waren aanleiding de verdrogingstaxatie zo uit te voeren en later op de verdrogingskaart tot vier klassen samen te voegen. Een berekening toont aan, dat de veronderstelling, dat grondgebruikers en assistenten van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst gemiddeld dezelfde waardering aan natheid en droogte geven, uit dit materiaal door berekening zou kunnen worden bevestigd, wanneer van een fout in de beoordeling door de grondgebruikers van 0,73 en in die van de C.O.L.N.-taxatie van 0,65 maal de klassebreedte wordt uitgegaan. Zouden de grondgebruikers in hun waardering foutloos zijn, dan zou de fout van de taxatie voor de C.O.L.N. nog maar tot 0,75 maal de klassebreedte aangroeien. Nu zijn de waarden voor de verdroging van de verdrogingskaart afgenomen, welke kaart een nivellerende tendentie in de gegevens brengt. Er bestaat dus een kans, dat de fout van de verdrogingskaart met 0,65 wat te krap gemeten is, maar 0,75 is zeker in belangrijke mate te groot. Men mag wel concluderen, dat de fout in de enkele waarneming van de C.O.L.N.-verdrogingswaarnemingen tussen 0,65 en 0,70 zal liggen. De breedte, die aan de klassen gegeven werd, komt dus vrij goed overeen met de grootte die de fout blijkt te bezitten, aangezien men graag de klassebreedte wat groter zal willen kiezen dan de standaardafwijking van de in klassen verdeelde waarnemingen.

De systematische fout

De beoordeling van de verdroging geschiedde door de assistenten van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst. Deze werden herhaaldelijk door de provinciale ingenieur in groepjes bijeengeroepen en geïnstrueerd. De ingenieurs kwamen enkele

malen bijeen, eveneens met de bedoeling de beoordeling zo gelijk mogelijk te houden. Zou dit niet overal gelukt zijn, dan zou er allereerst aanleiding bestaan verschillen per provincie te verwachten. Maar ook binnen een provincie zouden de verdrogingsgetallen streeksgewijze te laag of te hoog geschat zijn geworden. De mogelijkheid, dat een enkele assistent wat te optimistisch of pessimistisch zou zijn geweest, kan maar moeilijk en dan nog alleen aan de grenzen van de rayons getoetst worden en moet hier verder buiten beschouwing blijven.

Ter toetsing van het eventueel bestaan van verschillen werd het land opgedeeld in gebieden, die ook voor de opbrengstcurven van belang waren. Per gebied werd vastgesteld welke relatie tussen de als homogeen beschouwde C.I.L.O.-droogte-taxatie en de C.O.L.N.-taxatie bestond. Geheel homogeen zal echter de C.I.L.O.-taxatie ook niet geweest zijn en er werd vermoed, dat in deze taxatie bij grasland de invloed van vochtvermaat optimistischer was gezien dan bij bouwland.

Het doel van de vergelijking, waarvan figuur 36 een beeld geeft, was regionale verschillen in de C.O.L.N.-beoordeling en een verschil tussen bouwland en grasland in de C.I.L.O.-beoordeling op het spoor te komen. Hiertoe werd uit de relatie tussen de C.I.L.O.- en de C.O.L.N.-beoordeling afgelezen bij welke waarde van de C.I.L.O.-schaal de grenzen tussen de C.O.L.N.-klassen vielen.

In de figuur is dit in beeld gebracht door de lijnen voor de klassegrenzen (bouwland: stippellijnen, grasland: volle lijnen) uit te laten buigen voor die gebieden,

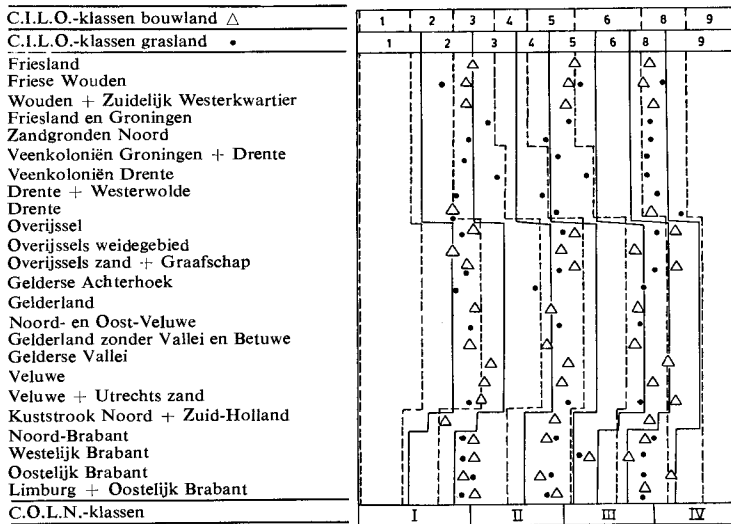


FIG. 36. De taxatie van de verdroging volgens het C.I.L.O. en volgens de C.O.L.N. werden voor bouwland en voor grasland met elkander vergeleken voor gebieden met zo klein oppervlak als de beschikbare gegevens toelieten. Nagegaan werd welke niveauverschillen aanwezig waren. De figuur, die alleen voor zandgronden geldt, geeft per klein gebied en per grotere samenvatting aan hoe de beide taxaties op elkander herleid kunnen worden. C.I.L.O.-klassen en C.O.L.N.-klassen zijn van droog naar nat genummerd.

waar een C.O.L.N.-klasse van breedte veranderde. Getracht werd, door de correcties aan meer gebieden gelijktijdig toe te passen, tot een homogeen beeld voor de ligging van de bouwlandwaarnemingen (driehoekjes) en graslandwaarnemingen (stippen) te komen. Hieraan lag de veronderstelling ten grondslag, dat de correcties tenminste voor één provincie moesten gelden om de gecorrigeerde fout een systematische te mogen noemen.

Het viel op, dat in zeer veel gevallen de graslandstippen links van de bouwland-driehoekjes uitvielen. Dit wil zeggen dat bij de C.I.L.O.-beoordeling de gevaren van droogte wat zwaarder werden geaccentueerd dan de praktijk dit doet, en men de gevaren van wateroverlast wat lichter heeft getaxeerd. In figuur 36 komt deze verschuiving tot uiting in een correctie, waarvoor de omgekeerde volgorde voor de ligging van de lijnen geldt. De volle lijn ligt rechts van de streeplijn. Door enkele andere, tegengestelde correcties voor de bouwlandtaxaties ziet men echter voor sommige gebieden de lijnen weer samenvallen.

Wanneer de ligging van de klassegrenzen voor Gelderland en Overijssel met die voor de overige provincies wordt vergeleken, dan blijkt men in deze beide provincies alle taxaties van de C.O.L.N. wat naar rechts, dus naar de natte kant verschoven te hebben, wat in figuur 36 in een correctie naar links van de klassegrens over 0,6 eenheden van de C.I.L.O.-klasse blijkt. Met deze correctie passen de waarnemingen voor deze beide provincies reeds aanzienlijk beter tussen die voor de andere provincies in.

Enkele correcties, die zich niet op alle klassegrenzen richtten, werden nog aangebracht om de ongelijkheden in de provinciale niveaus verder gelijk te trekken. De grens tussen de C.O.L.N.-klassen II en III blijkt in Friesland en Groningen iets naar de natte kant te zijn verschoven, evenals de grens tussen de klassen III en IV voor grasland in Brabant en Limburg. De grens tussen de klassen II en III voor bouw- en grasland beide was in Brabant en Limburg wat naar de natte kant verschoven, die tussen de klassen III en IV voor bouwland had men vrij aanzienlijk naar de droge kant verlegd. Nog enkele verdere correcties bleken nodig om een goede samenhang tussen de gegevens te verkrijgen.

Alle verschuivingen tesamen resulteerden nu in de correctiefiguur van figuur 36, waaruit men voor elke driehoek of stip — de afbeelding van de grens tussen twee C.O.L.N.-klassen — kan aflezen, welke waarde van de C.I.L.O.-klasse daarmee correspondeert. Hieruit volgt dus welke opbrengstdepressie, ten aanzien van de C.I.L.O.-klassen af te lezen uit de curven van de figuren 37, 38 of 39, met deze C.O.L.N.-klasse overeenkomt.

Een verschuiving naar rechts in figuur 36 van een klassegrens bij een bepaald gebied, in vergelijking met een ander gebied, wil zeggen dat voor dezelfde C.O.L.N.-klasse de depressie bij een hogere waarde van de C.I.L.O.-klasse van de opbrengstdepressiecurven moet worden afgelezen. In Overijssel en Gelderland betekent een bepaalde verdrogingsklasse dus een vochtiger toestand dan in Drente. De klasse II voor bouwland voor Friesland en Groningen daarentegen vertegenwoordigt gezien de ligging van de stippellijn een drogere toestand dan dezelfde klasse voor Drente.

De verschuiving van de graslandgrenzen ten opzichte van het bouwland wijst op een klein verschil in appreciatie tussen de praktijk en het C.I.L.O. De praktijk beoordeelt grasland steeds wat vochtiger dan het C.I.L.O. ofwel beoordeelt bouwland wat droger. Er was aanleiding uit ander onderzoek te veronderstellen, dat het eerste het geval was en dat het C.I.L.O. de depressie aan de droge kant wat groter, die aan de natte kant wat kleiner schat dan de praktijk. Het natte praktijkperceel staat blijkbaar aan meer gevaren bloot dan het even natte onderzoeksperceel. Dit kan men zich wel indenken, wanneer men alleen maar de kans op vertrappen van de graszode met de zorg voor een goede exploitatie van een proefveld in verband brengt. Aan de C.I.L.O.-beoordeling is dan ook op aanwijzing van de deskundigen van dat instituut een vertrapingscorrectie aangebracht, die bij het bepalen van de depressies verder is gebruikt.

Uit de ligging van de stippen en driehoekjes in figuur 36 werd nog berekend, dat de nauwkeurigheid van het vaststellen van de klassegrenzen voor de gebieden op 0,27 maal de klassebreedte voor de C.I.L.O.-klasse kan worden gesteld.

b. De opbrengstcurven en de verdrogingstaxatie

Het zeer omvangrijke materiaal aan gegevens van het Produktieniveau-Onderzoek, dat het C.O.L.N.-onderzoek zo fraai kon steunen, omvatte voor elk veldje een verdrogingstaxatie, opbrengsttaxaties voor bouwland over de drie proefjaren en voor grasland een gemiddelde taxatie over de drie jaar tesamen. Verder werden vele waterstanden gemeten. Door omrekening van de C.I.L.O.-verdrogingstaxaties op de C.O.L.N.-taxaties was het mogelijk de verdrogingskaart te iken in opbrengstseenheden, indien tussen de C.I.L.O.-verdrogingstaxatie en de opbrengst een curve kon worden geconstrueerd. Dit bleek na het te boven komen van enige moeilijkheden te kunnen worden uitgevoerd, omdat de uitvoerders van het C.I.L.O.-onderzoek met grote nauwkeurigheid in staat bleken te zijn geweest op elk proefveld de vochttoestand, zoals de plant die ondervindt, aan te voelen. De correlatie tussen de opbrengsttaxaties en de verdrogingstaxaties was hoog.

De vraag moet hier onder ogen worden gezien of tussen de fouten in de opbrengst- en die in de verdrogingstaxatie wellicht een correlatie bestaat in die zin, dat een niet van de vochtthuishouding afhankelijke afwijking van de opbrengst samengaat met een voorkeur voor een bepaalde richting van de fout in de verdrogingstaxatie. Een toevallige lage opbrengst zou bij droge gronden kunnen zijn samengegaan met een te droge, bij natte gronden met een te natte beoordeling van de toestand. Het gevolg hiervan zou zijn, dat de beide stijgende takken van de opbrengstcurve een te grote stijging zouden krijgen, waardoor dus de depressies aan de natte en de te droge kant overschat zouden kunnen zijn geworden. Door een niet eenvoudige berekening zou het bewijs van een dergelijke relatie uit het beschikbare materiaal wellicht zijn te leveren en de grootte en de invloed van deze correlatie misschien kunnen worden nagegaan. Dit onderzoek is echter achterwege gelaten, gezien het specialistisch karakter dat dit zou dragen enerzijds en de mogelijkheid de verkregen uitkomsten via de grondwaterstanden te kunnen toetsen anderzijds.

Het bijzondere bij de droogtetaxatie is, dat deze beoordeling bij juist aanvoelen van de eisen van de gewassen de grondwaterdiepte en het profieltype tegelijk verantwoordt. Daar verder de gewassen op de vochteigenschappen van de grond op een zeer gelijksoortige manier reageren, ontstaan ook voor de verschillende

gewassen curven, die slechts weinig van elkaar verschillen. Zondert men de aard-appelen en de tarwe uit, dan zijn de onderlinge verschillen zo gering, dat het de vraag is of zij wel vaststaan. Voor praktische doeleinden zou men vrijwel met de gemiddelde curve kunnen volstaan. Met de correcties welke in de vorige paragraaf werden besproken, zou men de verdrogingskaart door middel van deze curven om kunnen zetten in een overzicht van de procentuele depressies, die in de gewassen te velde optreden als gevolg van tekortkomingen in de vochthuishouding. Voor geheel Nederland zijn in dit onderzoek de vochthuishoudings-opbrengstcurven beschikbaar gekomen.

Het grote aantal P.N.O.-gegevens maakte het mogelijk de curven met een goede nauwkeurigheid vast te stellen. Aangezien het mogelijk was de opbrengsten per gewas en gebied te toetsen aan het gezamenlijke materiaal voor alle gewassen en gebieden, leveren de geconstateerde afwijkingen vrijwel de afwijkingen ten opzichte van een foutloze lijn op. De fout voor de enkele waarneming die uit de afwijkingen volgt, blijkt echter zo klein te zijn, dat het wel duidelijk is, dat toch wel een aanzienlijk deel van de toevallige fout in het beloop van de lijn is opgenomen. Dit duidt dus op de reeds genoemde onderlinge correlaties tussen de schattingsfouten van de verdrogings- en de opbrengsttaxaties en het betekent, dat er principiële onzekerheden in de curven verborgen zijn die de foutenberekening niet aantoon.

Niet voor alle gewassen stond een even groot en zich over een voldoende breed traject van verdrogingstoestanden uitstrekkend materiaal ter beschikking. Om toch curven van ongeveer gelijkwaardige betrouwbaarheid te verkrijgen, werd eerst een curve voor alle gewassen en grondsoorten gezamenlijk vervaardigd door de opbrengsttaxaties in procenten uit te zetten tegen de geconstateerde verdrogingstoestand. Hieruit ontstond een indruk van de algemene vorm van de opbrengstkromme, welke door het grote aantal punten een goede nauwkeurigheid had, maar voor geen enkel gewas of profiel geldigheid kon hebben door zijn karakter van een algemeen gemiddelde. Deze kromme heeft echter wel betekenis als een voorbeeld van de algemene vorm van elke specifieke opbrengstcurve.

De volgende bewerking (zie figuur 37) bestond uit het voor gelijke waarden van de verdrogingstaxatie tegen elkaar uitzetten van de opbrengsten van de gemiddelde curve voor geheel Nederland tegen de opbrengst voor elk afzonderlijk gewas en gebied. Deze techniek, die voor het vergelijken van periodieke curven vaker gebruikt wordt, levert als samenhang lusvormige figuren. De lus buigt links- of rechtsom al naar gelang het optimum voor de te construeren curve links of rechts van het optimum voor de gemiddelde curve valt. Van belang is, dat men de punten niet mag middelen door er één enkele lijn door te trekken, aangezien dit in de te construeren curven aan het optimum een gelijke plaats als in de gemiddelde curve opdringt, terwijl de ligging van het optimum juist een punt van onderzoek moet uitmaken. De bovenste figuur in figuur 37 toont verder aan, hoe de gemiddelde lijn door de waarnemingspunten voor rogge op de Friese zandgronden kan worden gelegd en daar zeer nauwkeurig uitvalt. De gegevens voor de rogge in Gelderland zijn veel minder veelvuldig en hier is een richtlijn ten aanzien van de algemene

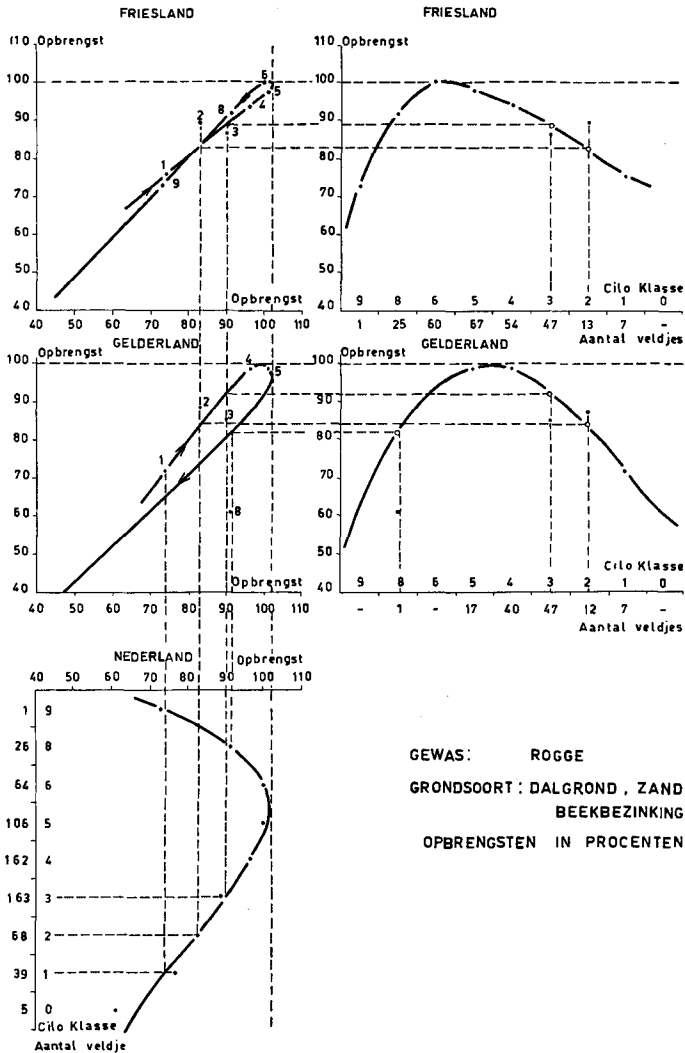


FIG. 37. De op vele waarnemingen gebaseerde curve Nederland voor de verdrogingstaxatie volgens het C.I.L.O., waarin alle grondsoorten en gewassen waren opgenomen, kon men met de waarnemingen voor één enkele grondsoort en gewas in verband brengen door overeenkomstige opbrengsten tegen elkander uit te zetten en volgens lusvormige figuren te vereffenen. Men combineert zo de algemene vorm uit het grote waarnemingsmateriaal met de individuele details van de kleine groep gegevens.

vorm van de curve, die in de vorm van de lus verborgen is, zeer welkom om de opbrengstcurve voor het bijzondere geval te kunnen vaststellen.

De grote gelijkvormigheid, welke de curven voor de verschillende gewassen en grondsoorten bezitten, kan nog blijken uit het in onderling verband brengen van de lijn voor haver op zand met die voor aardappelen en haver op zeeklei en gras

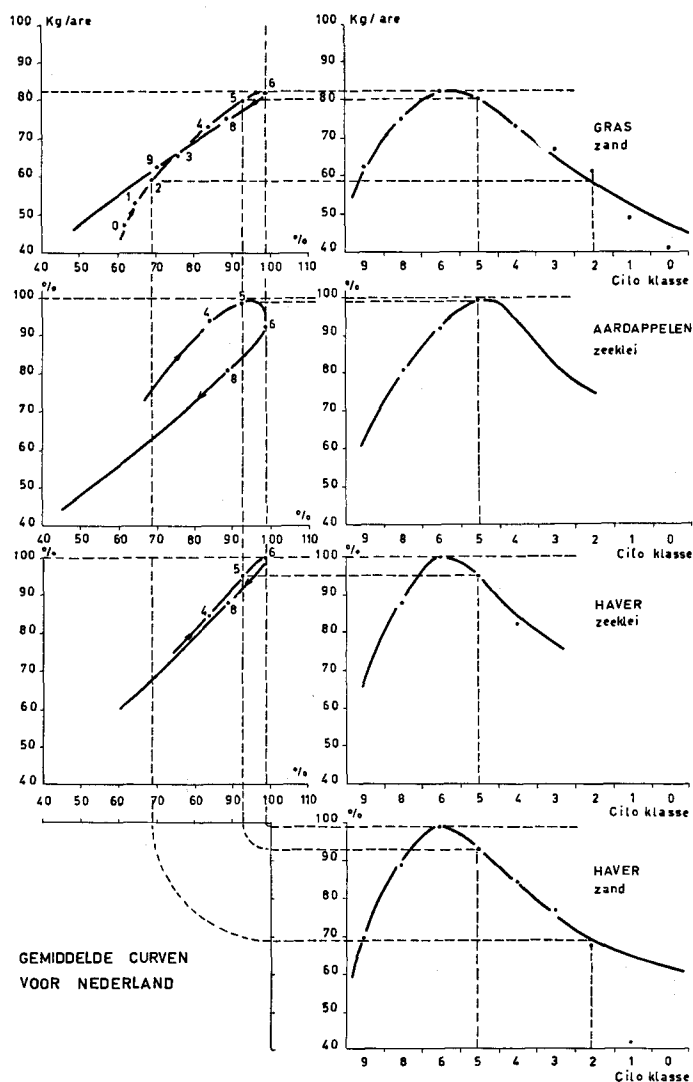


FIG. 38. De curven voor de afzonderlijke gebieden en gewassen hebben een onderling zeer weinig verschillende vorm, ook bij op het eerste gezicht weinig vergelijkbare combinaties. Dit wijst uit dat de verdrogingstaxatie de vochtsituatie in een goede samenvatting weergeeft.

op zand in figuur 38. Wanneer met deze vergelijking tussen gebieden en gewassen onderling voor een zo groot mogelijk aantal gevallen uitvoert, dan blijkt het, dat de lussen in de meeste gevallen een geringe opening hebben. Dit wijst dus uit, dat de vorm van de opbrengstcurven weinig verschilt. De aardappelen op zeeklei vormen in dit opzicht het meest afwijkende gewas, met overigens door het ont-

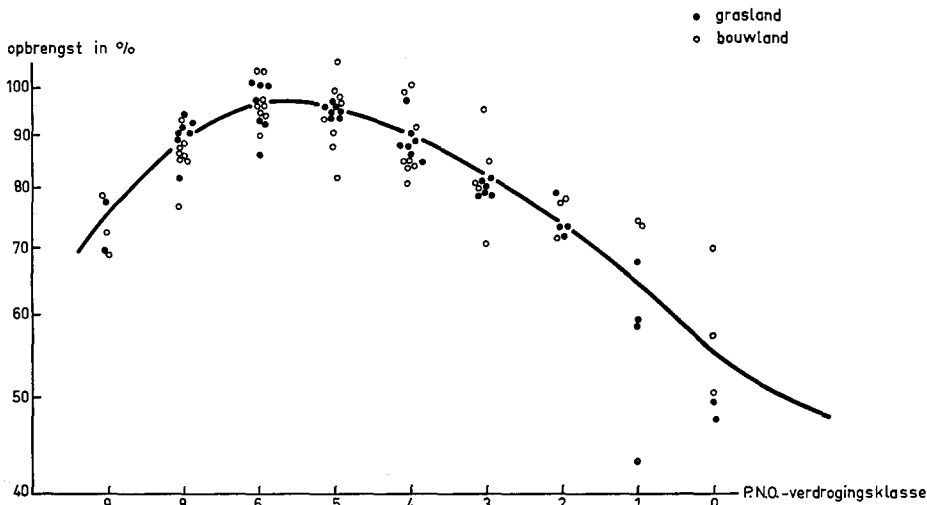


FIG. 39. Samenvatting van de opbrengsten per C.I.L.O.-klasse volgens de curven voor alle gewassen en gebieden, gesplitst naar bouw- en grasland. De stippenbundel wijst op grote uniformiteit in de reactiefuncties voor de gewassen.

breken van sterke verdroging op de klei een minder grote nauwkeurigheid in het afwijkende deel van de curve.

Een afbeelding van de met deze lussentechniek verkregen gemiddelde curven in figuur 39 wijst uit, dat het verschil tussen de opbrengstcurven toch wel zeer gering is. In deze figuur werden van alle bouwlandgewassen en van het grasland, eveneens voor geheel Nederland, de waarnemingen in één enkele figuur samengebracht. De geringe spreiding — bij grasland duidelijk kleiner dan bij bouwland — wijst uit, dat de opbrengstcurven voor de taxatieklassen van het P.N.O.-onderzoek een voldoende gelijkheid van beloop hebben om tot het gebruik van één enkele curve voor alle gewassen en alle gebieden te mogen overgaan.

Het is gebruikelijk te veronderstellen, dat een verschil in gewas een verschil in opbrengstcurve betekent. Bij het bemestingsonderzoek heeft deze werkhypothese ook alle aandacht gehad, maar het bleek daar wel, dat men gemakkelijker de invloed van bodem- en klimaatsfactoren op de opbrengst kon vaststellen, dan een specifieke invloed van de gewassen zelf. Het voor de waterhuishouding verkregen resultaat gaat in dezelfde richting.

Men mag uit de samenhang met de verdrogingstaxatie een aanwijzing putten, dat men visueel de vochttoestand, zoals het gewas die ondervindt, goed kan waarnemen en in één enkel, alle omstandigheden combinerend cijfer kan vastleggen. Verder mag de gelijkheid van de vorm van de curven tevens als achtergrond van de gedachten dienen bij het opstellen van de relatie tussen grondwaterdiepte, profieieigenschap en gewas. Het onderzoek heeft hier ook geen verschillen in vorm van de opbrengstcurven kunnen vaststellen in afhankelijkheid van het gewas, terwijl de invloed van profiel en klimaat hier duidelijk tot uiting komt. Als werk-

hypothese is de veronderstelling omtrent de gelijkheid van de reactiefuncties voor de verschillende gewassen bruikbaar. Het te geringe aantal onderzoeken met waterstanddiepten als variabele en de onzekerheid tengevolge van de gecorreleerde fout bij de verdrogingstaxatie als vocht karakteristiek manen echter tot enige voorzichtigheid.

c. Perspectieven ten aanzien van de verdrogingstaxatie

Over geheel Nederland staan thans van vele duizenden in ligging nauwkeurig bekende plekken verdrogingsbeoordelingen en waterstandgegevens ter beschikking. In dit grote materiaal steken nog vele aanwijzingen omtrent de betekenis van de vochthuishouding voor de groei van de gewassen voor zeer verschillende omstandigheden. De vele mogelijkheden tot verdere studie verdienen alle aandacht, temeer omdat deze waarnemingen als gevolg van het grote aantal een veel breder inzicht kunnen geven dan met plekkenonderzoek of proefvelden redelijkerwijze te verzamelen zal zijn. Dat daarbij de nauwkeurigheid wellicht nogal wat lager zal blijken te liggen dan bij proefvelden het geval is, betekent alleen, dat men bij zijn analysemethodiek wat voorzichtiger zal moeten zijn en dat een wijze van bewerken zal moeten worden ontworpen, die de uitkomst zo min mogelijk afhankelijk doet zijn van de nauwkeurigheid en het juiste niveau van de verdrogingstaxatie.

In figuur 40 is een enkel voorbeeld gegeven van wat aan concrete inzichten uit de verdrogingstaxatie te halen valt. De bodemprofielen van de bodemkaart werden, zoals in de provinciale rapporten meer in detail werd omschreven, tot enkele profielgroepen met ongeveer gelijke hydrologische eigenschappen samenvat. Van vier van deze profielgroepen werden de verdrogingstaxaties verzameld, alsmede de gemiddelde grondwaterdiepte per taxatieklasse zowel voor de hoogste winterstand als voor de laagste zomerstand.

In figuur 40 vindt men de drie gegevens met elkaar in verband gebracht. De profielgroepen zijn zo samengesteld, dat men in profielgroep 2 alle gronden heeft bijeengebracht, waarvan men vermoedde dat ze een diepe ontwatering zouden vereisen, in groep 5 die gronden, die een ondiepe ontwatering vergen. Het blijkt, dat de gevormde groepen aan deze verwachting voldoen. De gemiddelde waterdiepte voor de goede toestand in de winter blijkt aan de eisen te voldoen, die bij de ontwatering door drainage worden gesteld. Een diepte van de winterstand van 25 tot 30 cm wordt door de praktijk als te nat, die van 40 tot 50 cm wordt goed beoordeeld.

De gewenste zomerwaterstand voor goede groei blijkt voor de ontwateringsgroepen 2 tot 5 resp. 140, 115, 95 en 85 cm te bedragen. Vergelijking met de curven voor de diepte van de winter- en zomerwaterstand is niet zo eenvoudig, omdat dit het kennen van de samenhang tussen de winter- en zomerwaterstand vergt. Plaatst men echter de combinatie van grondwaterdiepten uit de juist vermelde figuur in de grafieken voor de invloed van de grondwaterdiepte op de opbrengst (zie de isocarpes van bijlage 1 tot 12), dan komt hier een zeer aanvaardbare overeenkomst tussen de resultaten uit.

Het lag niet binnen de taak van de C.O.L.N. na te gaan of voor de belangrijkste

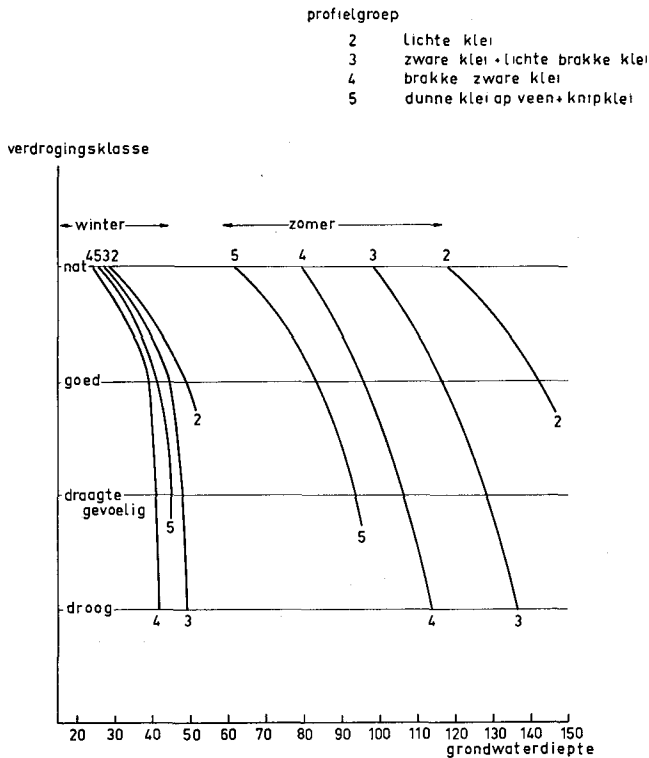


FIG. 40. Eén van de onderwerpen van onderzoek, die aan het waarnemingsmateriaal over de verdroging nader te bestuderen valt, is de relatie die de praktijk tussen verdroging en waterdiepte legt. De figuur geeft het resultaat voor de samenhang tussen de verdrogingsbeoordeling en de winter- en zomerwaterstand. Dergelijke detaillering van het praktijkinzicht is nog in verschillende richtingen mogelijk.

profieltypen van de bodemkaart de meest gewenste ontwateringsdiepten op grond van de verdrogingstaxaties te reconstrueren waren. Het lijkt niettemin mogelijk op deze weg voor profieltypen, die tot dusverre niet werden onderzocht, een aanwijzing te verkrijgen omtrent de meest gewenste diepte van ontwateren. Een nadere studie zal kunnen uitwijzen of er nog verdere verdieping van kennis mogelijk is op grond van het brede waarnemingsmateriaal van de verdrogingstaxaties.

5. DE BESCHRIJVING VAN DE GRONDWATERDIEPTE

De beschrijving van de wijze, waarop de grondwaterstandskarten voor winter en zomer ontstonden uit de waarnemingen met kwartaalopname en 14-daagse opname, werd in verschillende provinciale rapporten in detail uiteengezet. De berekende gemiddelde standen alsmede een reeks van kaarten en grote veldkennis vormden de grondslagen, waarop de interpolatie tussen de bekende waarden voor de waterdiepte op de waarnemingspunten plaatsvond. Vooral de luchtfoto-inter-

pretatiekaart van C. A. J. VON FRYTAG DRABBE leverde daarbij een overzicht, waarvan een zeer dankbaar gebruik gemaakt werd.

Bij het vervaardigen van een kaart van de grondwaterstanden vormt de vraag, wat men wil weergeven, de grondslag voor de constructie van de kaart. Het grondwaterregiem kan het meest eenvoudig maar tevens het minst volledig als een gemiddelde waterstand worden afgebeeld. De combinatie van een winter- en een zomerstandenkaart geeft al iets meer, maar is b.v. niet in staat om de tijd, waarop de hoogste en laagste standen worden bereikt, weer te geven. Zou men dat ook in zijn beeld willen opnemen, dan zal men een najlingswaarde in de kaart moeten opnemen. Ook schieten de winter- en zomerkaart te kort wanneer men de kansen op overschrijding zou willen aflezen. Weer een andere verfijning zou tot doel kunnen hebben de voor het gewas uit het grondwater beschikbaar komende vocht-hoeveelheid weer te geven en zo zullen er nog wel meer doelstellingen geformuleerd kunnen worden, variërende van een grote eenvoud naar een steeds ingewikkelder opzet.

Voor het doel een maat te geven voor technische aspecten als drainagebehoefte of de behoefte aan wateraanvoer, maar ook voor het landbouwkundig aspect van het produktievermogen van de grond, vormden de zomer- en winterkaart, die de gemiddelde toestand weergeven, de meest voor de hand liggende samenvattingen. Wel zou het mogelijk zijn geweest ten aanzien van de behoefte aan wateraanvoer of -afvoer nog scherpere indicaties uit de waterstanden af te leiden in combinatie met gegevens voor regenval en verdamping. Voor de landbouwkundige interpretatie was echter de kennis ontoereikend om door opname van klimaatsfactoren een gedetailleerder weergave volgens een of ander rekenmodel in een cijfer voor de opbrengstdepressie om te zetten. De kaart werd gericht op het meest gedetailleerde beeld, dat nog voor alle landbouwdoelstellingen gezamenlijk kon worden gebruikt en zo kwam het tot de constructie van de winter- en zomerkaart.

a. *De toevallige fout*

De waterstand is een grootheid, die tot op millimeters nauwkeurig te meten valt, maar die vermoedelijk een vrij wat grotere onzekerheid aankleeft. Wanneer men van twee waterstandsbuizen op geringe onderlinge afstand de waterdiepten tegen elkaar uitzet, dan vindt men vrijwel nooit een nauwkeurigheid in de millimeterklasse. De waterstand als een van de uitingvormen van de waterhuishouding is blijkbaar afhankelijk van allerlei nevenfactoren, zoals de verdamping, het in het profiel afzakkende regenwater enz.

Als gevolg van al deze wisselende aspecten van de waterhuishouding is de grondwaterdiepte een binnen hetzelfde perceel en op hetzelfde moment binnen korte afstand of op dezelfde plek van uur tot uur wisselende grootheid. Men mag met een fout van de orde van 5 cm rekenen alleen op grond van deze — overigens beperkte — onbepaaldheid van de samenhang tussen de vochtverdeling in het profiel en de ligging van het druk-nulvlak, dat men in de buis opmeet. Dat deze onbepaaldheid wel eens groot kan zijn, is wel bekend. Bij zeer dichte gronden,

zoals de komklei, kan een potentiaalverval in de bovenlaag van een halve meter en meer optreden, waarbij dus een ondiepe buis een waterstand van een halve meter hoger aangeeft dan een iets diepere buis. Omdat de C.O.L.N.-buizen over de gehele lengte water doorlieten, heeft men een gemiddelde waterstand over het gehele doorboorde profiel bepaald en niet een potentiaal op een bepaalde diepte. Voor dichte gronden levert de gemeten waterstand maar een beperkte mogelijkheid tot weergeven van de agro-hydrologische situatie. Omdat echter de ergste afwijkingen in principe tijdelijk zijn en het plaatsen van een dubbel stel buizen wat moeilijk uitvoerbaar en de interpretatie van de dubbele waarnemingen nog maar weinig mogelijk was, is de opname tot één enkele buis beperkt.

Een verdere onnauwkeurigheid stamde uit het gebruik van kwartaalopnamen, welke niet met de hoogste en laagste waterstand behoeften samen te vallen. Een 14-daagse opname in alle 25.000 buizen was onmogelijk. Door de wijze, waarop de 14-daagse waarnemingen en de kwartaalopnamen op elkaar herleid konden worden, was het mogelijk deze onnauwkeurigheid tot enkele cm te beperken. In verschillende provinciale rapporten wordt dit punt besproken.

De grootste fout sloop in de waterstandsgegevens door de interpolatie van de waterstanden tussen de opnamepunten. Door het meten van de waterdiepten op willekeurige plaatsen in het veld en vergelijking met de diepte, die de waterstandkaart voor diezelfde plek aangeeft, was het mogelijk een indruk van de nauwkeurigheid te krijgen. De fout in de enkele waarneming bleek bij hoge waterstanden 20 en 25 cm, bij diepe waterstanden 30 tot 40 cm te bedragen. Ook hiervoor zij men naar de provinciale rapporten verwezen. Het zal duidelijk zijn, dat de genoemde verschillen eigenlijk meer een gevolg zijn van de ongelijkheid van het maaiveld dan van een onnauwkeurigheid van de waterdiepte. Een kaart met waterstanden ten opzichte van N.A.P. zou ongetwijfeld nauwkeuriger zijn geweest. In het begin van het onderzoek zijn de gedachten nog wel naar het maken van een kaart van standen ten opzichte van N.A.P. uitgegaan. Omdat echter de waterpassingscijfers pas zeer laat beschikbaar kwamen en ook het maken van een dergelijke kaart in het geval van grote hoogteverschillen een beperkte nauwkeurigheid zal krijgen, doordat de kaart alleen met grote intervallen zou kunnen worden uitgevoerd, is dit deel van de problematiek onopgelost gebleven.

b. De systematische fout

Enkele systematische fouten ontstonden in de waterstandsopname door het werken per provincie en het zetten van de buizen in grasland alleen. Hierdoor ontstonden kleine tekortkomingen in de homogeniteit van het waarnemingsmateriaal als maatstaf voor het totaal van Nederlandse landbouwgronden.

Kleine verschillen ontstonden in de bewerking van de cijfers per provincie, waardoor de ene kaart wel eens een wat hoger of lager niveau gaf dan de andere kaart. Niet in alle provincies had men namelijk de voor de vervaardiging van de kaart gebruikte waarde op dezelfde wijze berekend. Nu is elke berekening een kwestie van afspraak. Verschillen in waterstand hebben geen betekenis van de aard van goed of fout. Men zou een verschil in waterstand kunnen zien als een verschil in

de keuze van de veelvuldigheid, waarmede het door de kaart weergegeven niveau in de loop der jaren zal worden overschreden, respectievelijk niet gehaald. Door van 10 tot 20 buizen met 14-daagse opname voor elke provincie volgens een volkomen uniform voorschrift de waarnemingen voor winter- en zomerstand te middelen, werd volgens een objectieve berekeningsmethode een vast niveau opgesteld. Door dit resultaat te vergelijken met de waarde, die voor het vervaardigen van de kaart in werkelijkheid was gebezigd, kon voor elke provincie voor 10 tot 20 opnameplekken worden vastgesteld welke afwijking tussen de provinciale bewerking en het landelijke gemiddelde uit de 14-daagse opname berekend optrad. Hierbij bleek, dat de som van de afwijkingen niet gelijk nul was. De uniforme berekeningsmethode gaf een gemiddeld niveau, dat gecorrigeerd moest worden tot het gemiddelde niveau van de gezamenlijke kaarten. Dat hier dus het uniforme niveau werd verlaten en aan het gemiddelde niveau van de vervaardigde kaarten de voorkeur werd gegeven, hing begrijpelijkerwijze samen met de onmogelijkheid de kaarten te corrigeren. Daarom zijn de afwijkingen van het gemiddelde van de kaarten ten opzichte van het uniforme niveau van de buizen met 14-daagse opname als algemene correctie bepaald. In de provinciale rapporten zijn deze afwijkingen wel de correctie voor Nederland genoemd. Na deze correctie weken de provinciale gemiddelden nog wat af van het gemiddelde voor alle kaarten gezamenlijk. Deze afwijking werd met de provinciale correctie geredresseerd. De correctie is niet op de kaart maar wel op de isocarpen toegepast, zodat deze afwijkingen de depressieberekening niet beïnvloeden.

De invloed van grasland of bouwland op de grondwaterdiepte volgde uit de opname van waterstanden op willekeurige plekken en de vergelijking met de grondwaterstandsk kaart. Bij deze vergelijking viel op, dat op bouwland voor eenzelfde kaart de grondwaterspiegels vrijwel steeds dieper bleken te liggen dan voor grasland. Het is bekend, dat men bouwland bij voorkeur op de wat hogere percelen legt. Bij de toevallige variatie van de werkelijke waterdiepte rondom de waarde, die de kaart aangeeft, slaan de uitwijkingen naar diepe standen meer op bouwland-percelen, terwijl de uitwijkingen naar ondiepe standen voornamelijk grasland betreffen. Andere effecten van dit verschil tussen grasland en bouwland konden bij enkele daartoe verzamelde waarnemingen niet worden vastgesteld. De afwijking van de waterdiepten bij bouwland en grasland werden duidelijk groter, naarmate de waterstandsklasse van de kaart een ondiepere stand betrof.

De grootte van de afwijkingen was om redenen van statistische bewerking moeilijk te berekenen. Bij de berekening van de opbrengstdepressies is met de afwijking van bouwlandwaterdiepten daarom geen rekening gehouden. Bij een poging deze verschillen wel in de bewerking te betrekken, werden duidelijk onjuiste resultaten verkregen. De oorzaak hiervan kon niet worden achterhaald, maar zou mogelijk door het uitvoeren van gelijktijdige opnamen op gras- en bouwland hebben kunnen worden gevonden.

6. DE OPBRENGST-ONTWATERINGSDIEPTECURVE

Een belangrijk gegeven voor de C.O.L.N., maar evenzeer voor toekomstig gebruik

door anderen, is de relatie per profiel tussen de grondwaterdiepte en de opbrengst. Meestal werden tot dusverre op grond van algemeen inzicht ontworpen curven gebruikt, omdat het veelal onmogelijk is voor een te ontwerpen plan de noodzakelijke onderzoeken te velde uit te voeren. Voor de C.O.L.N. lag dit proefplekkenonderzoek buiten alle mogelijkheden. Daarom moest uit bestaande gegevens een systeem worden opgebouwd, dat op alle te onderscheiden profieltypen kon worden toegepast. Verder was het gewenst, dat het systeem van waterdiepte-opbrengstrelaties rekening zou kunnen houden met de gemiddeld optredende variatie in de grondwaterdiepte. Als doel werd daarom gesteld met de curven een aansluiting mogelijk te maken aan de grondwaterstandskaarten voor zomer en winter en aan de bodemkaart.

Ter beschikking stonden de curven stammende uit vele onderzoeken door middel van proefplekken en uit verdere ervaringen te velde van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, het voormalig Landbouwproefstation Groningen, de afdeling Onderzoek van de Directie van de Wieringermeer en die van het voormalig Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek.

Deze onderzoeken werden echter grotendeels verzameld in gebieden met hydrologisch homogeen karakter, waar de winterstanden nauw samenhangen met de zomerwaterstanden. Bij dergelijke gecorreleerde waarnemingen is het niet mogelijk het effect van de waterstand in de winter en de zomer te onderscheiden. Er was diengevolge zeer weinig inzicht beschikbaar ten aanzien van deze naar winter en zomer gesplitste invloed van de grondwaterdiepte. Slechts de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst beschikte over een stuk of vijf gevallen, waar deze onderscheiding — meer of minder goed — gemaakt kon worden, doch dit waren resultaten over een enkel jaar en dus met een sterke klimaatsinvloed. Om tot een gemiddeld resultaat te komen, waren de empirische gegevens niet voldoende en was het gewenst op meer fundamentele gronden tot een rekenmodel te komen, dat voor alle omstandigheden passend kon worden gemaakt.

a. *De groeiwetten*

Op grond van de bestaande ervaring en gebruik makende van een door BLOEMEN reeds vroeger uitgevoerd onderzoek naar de regelmaat, welke in de gezamenlijke door de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst verkregen curven te vinden was, werd door G. W. BLOEMEN en J. A. MASCLÉE een stel van 7 opbrengstcurven geconstrueerd. De profieltypen, waarvoor deze curven golden, werden door BLOEMEN in nauw overleg met de provinciale ingenieurs van de Stichting voor Bodemkartering en de C.O.L.N.-ingenieurs vastgesteld. Men vindt daarvan in de provinciale rapporten een opgave. Hiermede lag grafisch een omrekeningssleutel voor de gemiddelde grondwaterdiepte naar de opbrengst vast. Een nader onderzoek moest uitwijzen of deze curven een vorm hadden, die aan de fundamentele groeiwetten konden voldoen.

Als uitgangspunt mag hier de formule van MITSCHERLICH gelden, die wordt afgeleid uit de uitspraak over de toename van de opbrengst:

$$\frac{\delta z}{\delta x} = p (Q_x - z) \quad \frac{\delta z}{\delta y} = q (Q_y - z)$$

z = opbrengst

x en y = groeifactoren

Q_x en Q_y = maximale opbrengsten voor x en voor y , echter afhankelijk van resp. y en x

Hierbij wordt de veronderstelling van MITSCHERLICH, dat de werkingsfactoren p of q constant zouden zijn, niet overgenomen, maar de mogelijkheid open gehouden voor de grootst mogelijke variatie, die met deze als differentiaalquotient gegeven uitgangsveronderstellingen in overeenstemming te brengen valt.

VAN UVEN geeft in *Pflanzenernährung, Dungung und Bodenkunde*, Nr. 27A, p. 162-193, 1932, van deze uitgangsveronderstellingen de meest volledige oplossing, waarvan voor dit betoog de deels vereenvoudigde oplossingen van belang zijn en wel, al naar gelang de aannamen die bij het oplossen van de differentiaalvergelijkingen gedaan moeten worden:

$$z = A(1 - e^{-ax})(1 - e^{-by}) \quad (1)$$

$$z = A(1 - e^{-ax-by}) \quad (2)$$

Een andere oplossing is nog uit de literatuur bekend en wel:

$$z = A \frac{x}{x - c} \frac{y}{x - d} \quad (3)$$

Deze formule (3) werd in Rothamsted veel gebruikt en werd daar als een bruikbare afbeelding van de groeiwet beschouwd, evenals de formule van MITSCHERLICH. Dit type van projectieve formules komt — afgezien van de constanten — overeen met de formule (2), door x in $\log x$, y in $\log y$ te veranderen en is dus niets anders dan een bijzondere vorm van de formule van MITSCHERLICH.

Uit deze drie formules kan men nu enkele richtlijnen halen, die van belang zijn voor het opsporen van de fundamentele samenhang tussen groeifactoren en opbrengsten.

1. Uit formule (1) volgt, dat het uitzetten van de logaritme van de opbrengst-depressie in procenten $\log \frac{A-z}{A} = -ax$ tegen de werkelijke groeifactor een rechte lijn moet geven. De empirische groeifactoren, die men gebruikt, zullen veelal niet lineair met de werkelijke groeifactor samenhangen. Omdat echter een metrische verdeling van $\log \frac{A-z}{A}$, op het nulpunt en een vermenigvuldigconstante na, aan de werkelijke groeifactor gelijk is, geeft $\log \frac{A-z}{A}$, tegen de empirische groeifactor uitgezet, aan hoe de empirische en de werkelijke groeifactor samenhangen. Deze functie kan vergeleken worden met de samenhang, die tussen de empirische en de vermoedelijk werkelijke groeifactor bestaat en

kan op deze wijze de aansluiting met de kennis uit andere vakgebieden aantonen.

2. Uit formule (2) blijkt, dat er combinaties van groeifactoren mogelijk zijn, die een stelsel van gelijkvormige, maar horizontaal ten opzichte van elkaar verschoven curven weergeven. Voor elke waarde van x is er een y - z curve van een gelijke vorm te construeren. De formule (2) geeft het beeld van een groeiwet, die als wet voor vervangende factoren bekend is. Formule (2) wijst erop, dat wanneer men in staat is zodanige functies van x en y te construeren dat er evenwijdig verschoven, gelijkvormige opbrengstcurven door ontstaan, men een goede aanwijzing heeft, dat de daarbij verkregen getalwaarden de samenwerking van een stel elkaar vervangende groeifactoren weergeven.
3. Uit formule (3) volgt, dat de logaritme van een empirische groeifactor veelal een goede maat voor de werkelijke groeifactor zal zijn. Voor vele groeifactoren zal dit misschien niet het geval zijn, maar bij waterdiepten, waar de logaritme van de vochtspanning als pF veel gebruikt wordt, lijkt dit een aantrekkelijke schaal om op over te gaan.
4. Uit formule (1) en (2) volgt tenslotte nog, dat de samenwerking van twee onafhankelijke factoren waarbij dus geen binding tussen de effecten van de afzonderlijk variabelen optreedt kan worden berekend door de logaritmen van het aandeel van elk van de factoren samen te tellen. Volgens formule (1) dient men echter de logaritme van de opbrengst te nemen; volgens formule (2) evenwel de logaritme van de opbrengstdepressie. De analyse kan voor beide formules op dezelfde wijze geschieden door het aandeel van elke factor te schatten met behulp van een grafiek met de opbrengst of opbrengstdepressie in logaritmische schaal. Trekt men het geschatte aandeel van het totaal af, eveneens als de logaritme van de opbrengst of van de depressie uitgezet, dan houdt men een gedeelte over, dat de logaritme van het effect van de andere factor is. De in woorden weergegeven consequentie van formule (1) luidt:

$$\log z = \log A + \log (1-e^{-ax}) + \log (1-e^{-by})$$

Het logaritmisch optellen en aftrekken van opbrengstaandelen is steeds toelaatbaar, indien tussen de effecten van de groeifactoren geen binding of interactie bestaat. Voor formule (2) volgt de samenhang uit: $\log \frac{A}{A-z} = ax + by$

Deze formule dient men te volgen, wanneer er dus juist wel een binding bestaat.

Deze overwegingen werden nu op de door BLOEMEN en MASCLÉE opgestelde samenvatting van het gehele beschikbare ervaringsmateriaal van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst toegepast om een inzicht in de overeenkomst tussen deze empirie en de hiervoor weergegeven fundamentele grondslagen te verkrijgen.

b. *De analyse van de curven*

De curven, die voor de nadere analyse in aanmerking komen, vindt men weer-

gegeven in figuur 41. De meest voor de hand liggende schaalverandering is die volgens de richtlijnen 3 en 4, waarbij de waterstand als logaritme wordt weergegeven, evenals de opbrengst. Dit geeft een beloop van de curven als in figuur 42 is weergegeven.

In de paralleliteit van de natte takken van de curve uit zich de werking van de vervangende factoren, in dit geval een beïnvloeding van de aeratie van de grond als gevolg van variatie van bodemtype, welke invloed echter een vervangend karakter heeft ten opzichte van de invloed van de grondwaterdiepte op de aeratie. Het voorbeeld, waarop men hier stoot, zal men ongetwijfeld vaker aantreffen. Het gaat hier om twee oneigenlijke groeifactoren, die elk de werkelijke groeifactor beïnvloeden. De vervangbaarheid vindt hier zijn oorzaak in de vervangbaarheid ten aanzien van de groeifactor in de grond en niet in de vervangbaarheid ten aanzien van het groeiproces binnen de plant. Men zou het een externe vervangbaarheid kunnen noemen.

In figuur 43 is een poging gedaan de invloed van de aeratie als omhullende van de samengeschoven natte takken, af te scheiden van de invloed van het vocht, dat de dalende rechtertak van de curve beheerst. Volgens richtlijn 4 kan dit door eenvoudige aftrekking plaatsvinden. De omhullende geeft dan de vorm weer van de gelijkvormige curven volgens richtlijn 2. De na de aftrek overblijvende opbrengsten, die nu de effecten van de droogte representeren, vindt men in figuur 44 weergegeven.

Wanneer men de richtlijnen 2 en 4 combineert door de logaritme van de depressie tengevolge van watertekort tegen de logaritme van de grondwaterdiepte uit te zetten, dan zou er een stelsel van evenwijdige rechte lijnen verwacht mogen worden, wanneer de logaritme van de grondwaterdiepte althans de groeifactor water zou weergeven. In figuur 45 ziet men de evenwijdigheid wel optreden, maar het zijn geen rechte lijnen, die op deze wijze ontstaan. De lijnen zijn door verschuiving tot samenvallen te brengen, hetgeen in de meest linkse curve is weergegeven. Dit

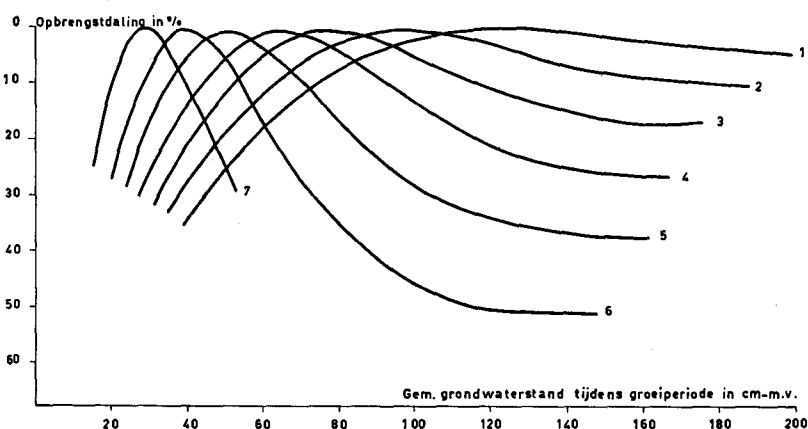


FIG. 41. De samenvatting van alle beschikbare kennis geeft bovenstaand beeld voor de reactie van het gewas voor 7 onderscheiden profielgroepen op de waterdiepte.

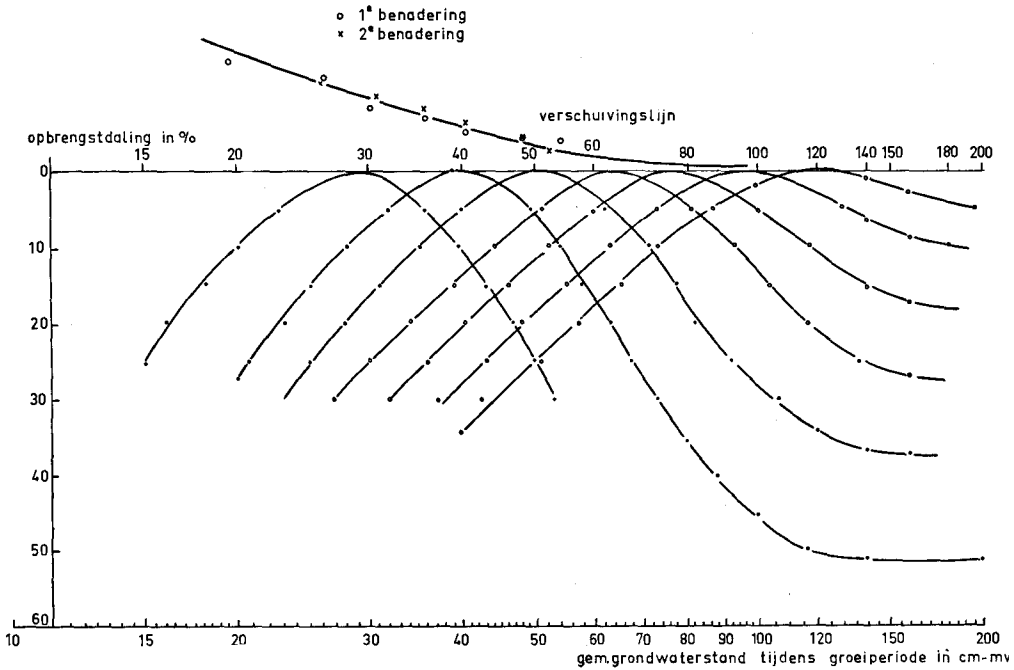


FIG. 42. Door logaritmische schalen te kiezen komt de reactie volgens vervangende factoren ten aanzien van de groeifactor lucht in de evenwijdigheid van de natte takken tot uiting.

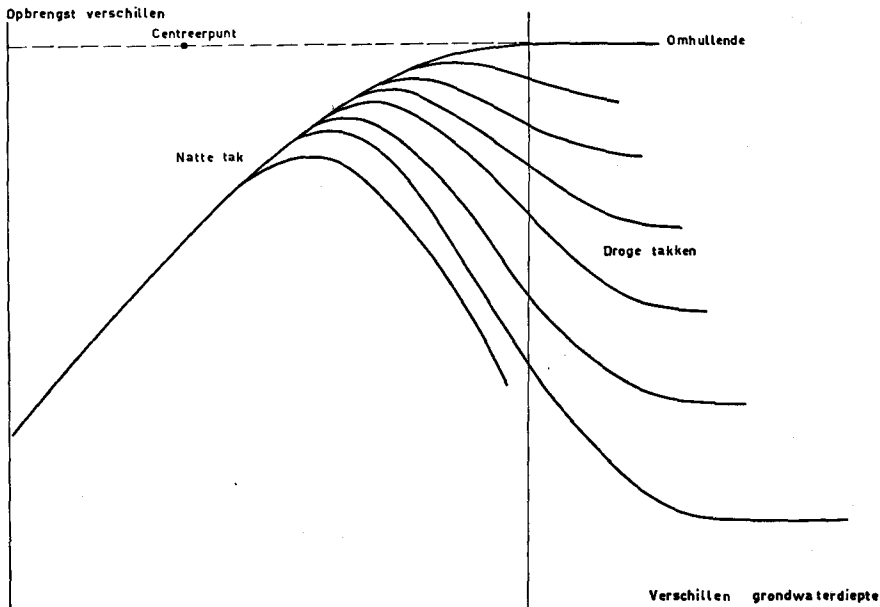


FIG. 43. De evenwijdige delen van de lijnen in figuur 42 vormen samen een omhullende, die het effect van de groeifactor lucht aangeeft. De afwijkingen zijn het gevolg van het effect van de groeifactor water op de opbrengst.

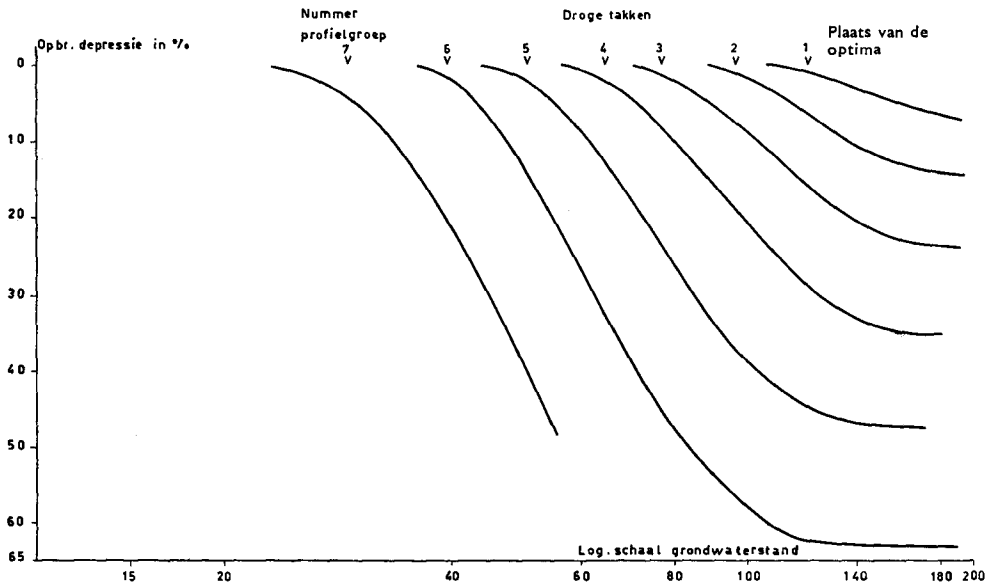


FIG. 44. De effecten van de groeifactor water, uitgemeten in figuur 43 als afwijkingen van de omhullende, worden voor elke profielgroep als vochttek — gescheiden van de hier geëlimineerde luchttek — weergegeven.

wijst op de vervangende werking van profiel en waterdiepte ten aanzien van de vochtvoorziening. Deze gemiddelde lijn geeft de samenhang tussen de werkelijke groeifactor en de logaritme van de grondwaterdiepte weer. Neemt men van de afstanden in verticale richting de logaritme met als ondergrens de ordinaat, waarbij de gemiddelde lijn horizontaal gaat lopen, dan gaat de kromme lijn over in een rechte, die wijst op een exponentiële samenhang (zie figuur 46).

Deze exponentiële samenhang doet sterk denken aan de formule voor capillaire aanvoer van vocht, waarvoor WESSELING geeft:

$$\left(\frac{v}{a}\right)^{1/2} H = \text{bgtg} \left(\frac{v}{a}\right)^{1/2} \psi$$

v = vochttransport

a = constante met ongeveer de waarde van de gewone doorlatendheid van de grond

H = grondwaterdiepte

ψ = vochtspanning

Zou men, in navolging van recente studies van DE WIT, als werkelijke groeifactor de vochtanvoer beschouwen of de verdamping door het gewas die daaraan in het stationaire geval gelijk is, dan zou de samenhang tussen het vochttransport v en de grondwaterdiepte H de relatie, die in figuur 45 wordt weergegeven, zeer dicht hebben moeten benaderen. Als exponent werd eveneens de macht $1/2$ gevonden.

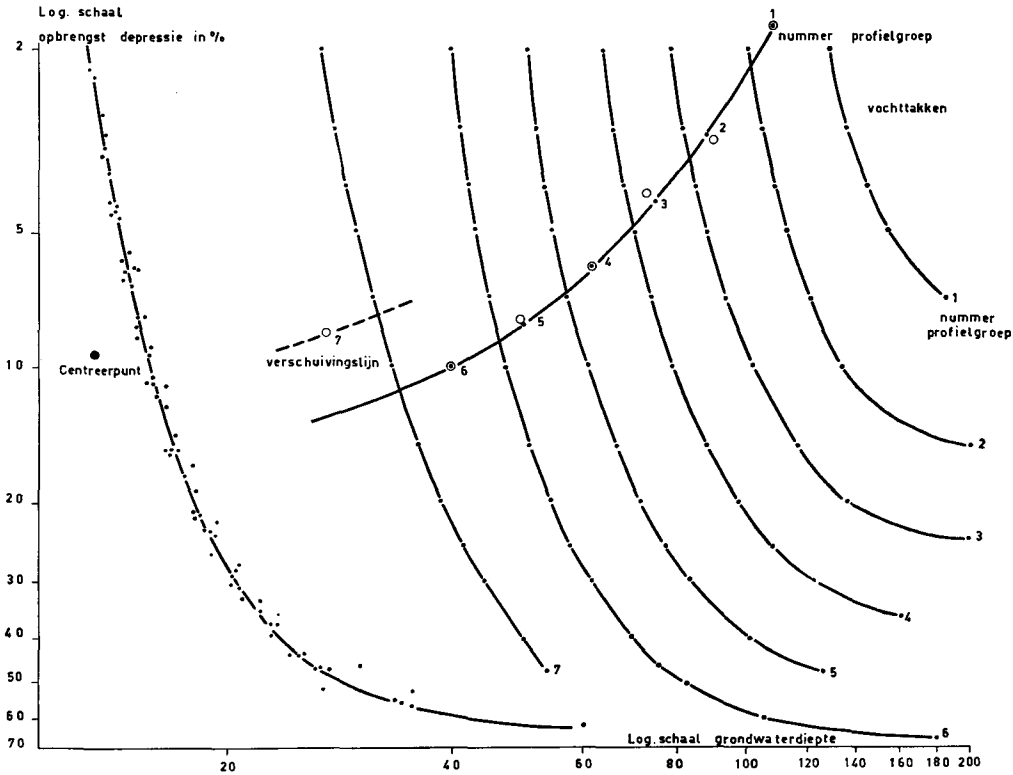


FIG. 45. De vochttakken met een logaritmische schaal voor de opbrengstdepressies, gaan over in de evenwijdige curven volgens het reactieprincipe van de samenwerkende factoren. Door samenschuiven volgens de verschuivingslijnen vindt men de gezamenlijke reactiecurve als de meest linkse lijn, welke hier op een willekeurige plaats tegenover de schalen werd afgebeeld. De verschuivingslijnen vormen het patroon, waarin vochtvoorraad, capillaire nalevering, regenval en verdamping kunnen worden verantwoord.

De gemiddelde kromme lijn uit figuur 45 voldoet nl. aan de formule:

$$\left(\frac{v}{a}\right) H^{1/2} = c \quad (4)$$

Dit houdt echter in, dat

$$\left(\frac{v}{a}\right)^{1/2} \psi = \text{tg } c \quad (5)$$

en

$$\psi = \frac{\text{tg } c}{c} H \quad (6)$$

Deze formules zijn als fundament voor het C.O.L.N.-werk van belang, omdat de uitkomst in formule (6) uitwijst, dat de juistheid van de curven gecontroleerd kan worden aan de wijze, waarop het water door het gewas als gemiddelde over de jaren aan het profiel wordt onttrokken. De samenhang in formule (6) geeft aan

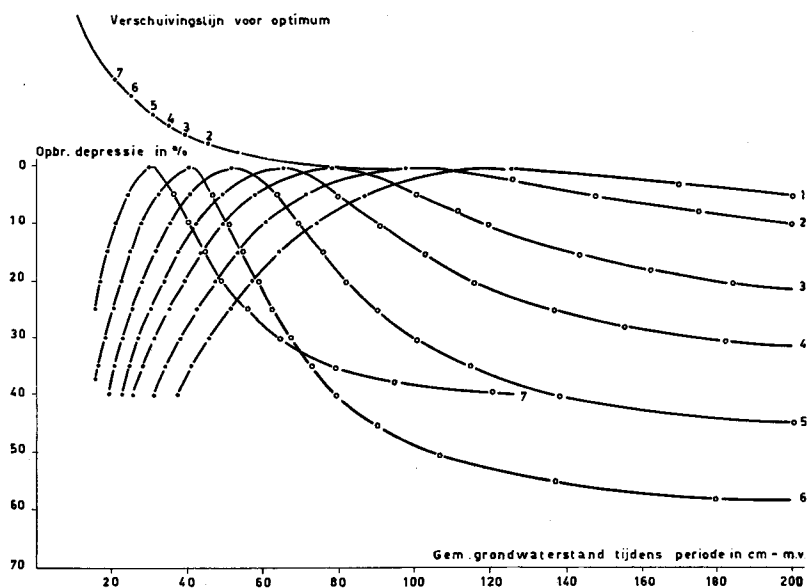


FIG. 47. Stelt men de curven voor de detailreacties samen, dan ontstaat een figuur die de vereffening van de curven in figuur 41 weergeeft. De verschuivingslijn voor het optimum, linksboven in de figuur, geeft nog aan welk deel van de denkbare opbrengst niet bereikt kan worden, omdat het profiel reeds te droog wordt nog voor het een optimale doorluchting door grondwaterstandsverlaging heeft bereikt.

het moderne vochtthuishoudingsonderzoek, dat van de grondwaterdiepte geleidelijk op de pF en de verdamping overgaat, een zo stevige theoretische basis en praktische mogelijkheid tot gebruik bij het ontwerpen van plannen zou kunnen worden gegeven, dat algemene toepassing in de praktijk mogelijk zou worden.

In figuur 47 vindt men tenslotte de opbrengstcurven na vereffening aangegeven, die op grond van de verkregen uniforme curven geconstrueerd kunnen worden. Het zal duidelijk zijn, dat de bewerking van de curven uit figuur 41 vooral heeft mogelijk gemaakt, iets omtrent de vorm van de samenhang vast te stellen. De juiste ligging van de curven, overeenkomende met de constanten in de formules, kan alleen door aanpassing aan waarnemingen worden vastgesteld.

c. De constructie van de isocarpen

Het zo verkregen model dient nu nog te worden uitgebreid tot een schema, waarin zowel voor de winter- als voor de zomerwaterstand een plaats is. Wanneer bedacht wordt, dat bij het C.O.L.N.-onderzoek in alle provincies steeds weer opviel hoe regelmatig de grondwaterstand vanaf de hoge winterstand naar de lage zomerstand pleegt af te dalen, dan is een onderscheiding naar winter- en zomerstand ook voldoende om de waterstanden in elke maand van het groeiseizoen te karakteriseren. De waterstanden in voorjaar en zomer zijn stevig met elkaar gecorreleerd, zodat het in de bewerking betrekken van waterstanden in de lente of voorzomer geen nieuwe informatie in het onderzoek zou betrekken.

Het inbrengen van winter- en zomerstand in het model vergt een uitspraak over de vorm van de curven voor winter en zomer, het al of niet optreden van binding tussen de beide variabelen en de ligging van de optima.

De in de voorafgaande paragrafen geconstrueerde *curve* mag men als de invloed van de zomerstand beschouwen. Over de curve voor de winterstand waren maar weinig gegevens beschikbaar, maar uit waarnemingen van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst en de P.N.O.-waarnemingen van het C.I.L.O. werd het volgende beeld verkregen.

Voor grasland werd gevonden, dat de droge tak van de winterwaterstandcurve gelijkvormig was aan de droge tak van de zomerwaterstandcurve. Een voorbeeld met dezelfde strekking uit het werk van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst treft men aan in figuur 17 van het artikel „Tile Drainage in the Netherlands”, *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 1954, blz. 84. Ook blijkt het optimum in de winter bij een veel ondiepere grondwaterstand op te treden dan in de zomer. Enkele andere resultaten, elk wel minder bewijskrachtig dan het juist genoemde, wijzen op eenzelfde dalende droge tak voor de winterwaterstandcurve en een ondieper liggend optimum. Voor bouwland echter lijkt de daling voor de winterstand minder groot te zijn dan voor de zomerstand. In dit verband is figuur 40 van belang als een aanwijzing over winter- en zomer optimum, waarover uit het waarnemingsmateriaal van de C.O.L.N. eveneens velerlei te halen is.

Het onderzoek van de gegevens van het Produktieniveau-Onderzoek wijst eveneens de kant uit van een dalende droge tak ook voor de winterwaterstand zij het, dat dit effect in vrij sterke mate verdoezeld werd door de vele andere invloeden, die in het P.N.O.-materiaal werkzaam zijn. Een volledige analyse van het P.N.O.-materiaal met als doel het vrijmaken van de waterstandsinvloed van de effecten van andere meespelende factoren lag niet op de weg van de C.O.L.N.-studie en zou een veel te omvangrijk onderzoek zijn geweest om in de beschikbare tijd uit te werken. In de P.N.O.-dossiers ligt echter nog een bijzonder waardevol cijfermateriaal op een uitgebreid polyfactoronderzoek te wachten.

Als conclusie uit uitgevoerde oriënterende bewerkingen van de P.N.O.-gegevens werd de daling van de droge tak van de winterwaterstandcurve voor bouwland op 20 % van de daling van dat deel van de curve voor de zomerstand gesteld, terwijl voor grasland de dalingen aan elkaar gelijk leken te mogen worden gesteld.

Hier ligt ongetwijfeld de minst overzichtelijke veronderstelling van het onderzoek naar de vorm van de opbrengst-ontwateringsdieptecurven. Empirisch is de daling van de droge tak voor de winterinvloed wel voldoende vastgesteld. Omtrent de verklaring van dit verschijnsel ontbreekt echter nog elk inzicht.

Een onderzoek naar het al of niet bestaan van een *binding* tussen de effecten van winter- en zomerwaterstand werd eveneens met het P.N.O.-materiaal uitgevoerd. Hoewel de opbrengsteffecten door de overdekking door andere factoren maar zwak tot uiting kwamen, was het mogelijk een uitkomst te verkrijgen, die in figuur 48 is weergegeven.

Het optreden van een binding uit zich in het voorkomen van een algemene richting

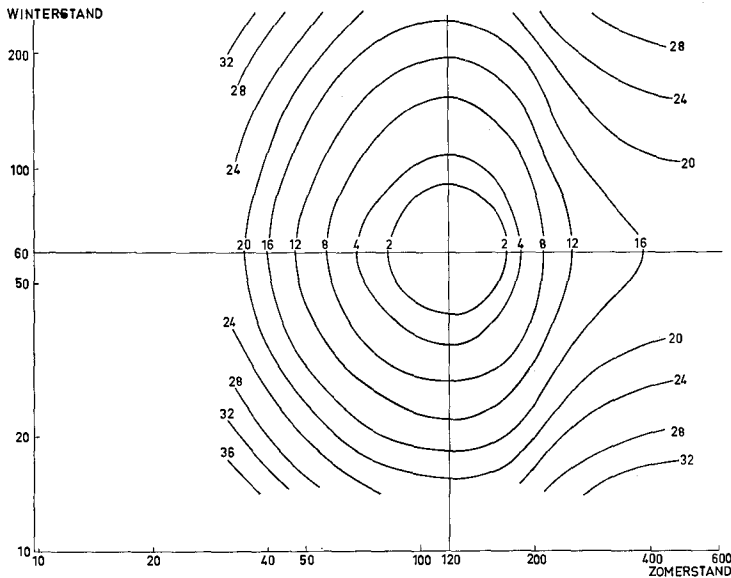


FIG. 48. Uit het gehele P.N.O.-materiaal werden via een eenvoudige uitvoering van de polyfactoranalyse de lijnen van het effect van de zomerwaterstand bij gelijke winterstand en die voor de winterwaterstand bij gelijke zomerstand vastgesteld en tot een isocarpenfiguur samengesteld. De vele niet-geëlimineerde storende factoren verkleinen wel het opbrengsteffect, maar verhullen niet dat er een reactiepatroon zonder bindingen aan ten grondslag ligt. De diepe waterstanden werden in de figuur opgenomen om het reactiepatroon te verduidelijken dat hier geëxtrapoleerd is.

in het beloop van de lijnen van gelijke opbrengst, die daardoor scheef door het vlak van de assen zouden gaan lopen. De vrij symetrische figuur in figuur 48 mist deze scheefheid geheel. Deze toont verder aan, dat de onderlinge beïnvloeding van de effecten van winter- en zomerwaterdiepte niet of in weinig sterke mate bestaat. Een ondiepe waterstand in de winter kan dus wel een lage opbrengst veroorzaken, maar brengt ter compensatie niet de noodzaak van een ondiepe zomerwaterstand met zich mede. Het model voor winterwaterstand, zomerwaterstand en opbrengst wordt nu volgens richtlijn 4 naar het in formule (1) vastgelegde groeiprincipe samengesteld. De curven voor de grondwaterstand in de winter en de zomer worden voor combinaties van beide waterdiepten samengevoegd door de logaritmen van de opbrengsten samen te tellen en weer te geven door lijnen van gelijke opbrengst of isocarpen. Hoewel hiermede de juiste vorm van de samenhang werd vastgesteld, werd daarmee nog niet de juiste ligging gevonden. Deze diende te worden ingesteld op de groepen van profielen met ongeveer gelijke ontwateringseisen, die uit de vele profielen van de bodemkaart waren geformeerd.

Het op de juiste diepte brengen van de *optima* voor de winter- en de zomerstand geschiedde op grond van de weinige beschikbare gegevens van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, het waarnemingsmateriaal van het Produktieniveau-Onderzoek, de ervaring op het gebied van de drainage, de algemene

inzichten in de ontwatering en tenslotte door via de grondwaterdiepten een opbrengstkaart van bepaalde gebieden te maken en dit resultaat aan de praktische ervaring te toetsen.

Op deze wijze ontstonden 6 isocarpen-diagrammen voor grasland en 6 voor bouwland, welke als eindresultaat van vele jaren onderzoek naar de ontwateringsdiepte een samenvatting geven van alle beschikbare kennis. Curve 7 bleek voor het C.O.L.N.-onderzoek niet van belang te zijn en werd niet tot een diagram omgerekend. Men vindt deze isocarpen als bijlagen 1 tot 12 aan deze publikatie toegevoegd. In de constructiewijze van de isocarpen is ruimte om de tekortkoming in de profieltypering door middel van pF-curven en capillaire geleidingsvermogens teniet te doen. Voor deze verfijning is plaats in de formules. Het lijkt dan ook, dat in deze isocarpen zowel het C.O.L.N.-werk als eventueel later gebruik voor waterhuishoudingsplannen een stevige basis heeft gevonden.

De curven voor de verschillende profielgroepen gaan uit van een nauwe samenhang tussen de diepte van de optimale waterstand en de grootte van de opbrengst bij diepe grondwaterspiegel. Een fijnkorrelige grond heeft een hoog vochtgehalte op gelijke afstand boven het grondwater en dus bij gelijke grondwaterdiepte een minder goede doorluchting dan een grofkorrelige grond. Ook heeft een fijnkorrelige grond bij gelijke maar grote grondwaterdiepte een groter vermogen tot het voorzien van het gewas met vocht, deels wegens het groter vochthoudend vermogen, deels wegens de grotere afstand waarover vocht capillair kan worden aangevoerd. Ongetwijfeld hangen deze twee eigenschappen vochthoudendheid en opdrachtigheid tot op zekere hoogte samen. Maar de volledige samenhang, die aan de ligging van de curven 1 tot 6 uit figuur 41 ten grondslag blijkt te liggen, zal wel als een vereenvoudiging mogen worden gezien die voor deze landelijke bewerking toelaatbaar mag worden geacht. Voor een bepaald object is deze veronderstelling omtrent nauwe samenhang minder vanzelfsprekend.

Op grond van pF-curven zal men kunnen nagaan of er bij opklimmende grondwaterdiepte verschil in luchtgehalte en dus verschil in aeratie optreedt. Tevens zullen deze curven een inzicht geven in de hoeveelheid voor de plant beschikbaar vocht. Verder lijkt het in de nabije toekomst te zullen gelukken de capillaire nalevering uit de op pF onderzochte monsters te berekenen. Tot dat moment zal men de capillaire nalevering uit de doorlatendheid en de korrelgrootteverdeling moeten schatten. Op grond van deze gegevens ligt het binnen het bereik van de mogelijkheden bepaalde profielen door interpolatie op grond van de juist genoemde grootheden een plaats te geven in de rij van de profielgroepen, waarvoor isocarpen aanwezig zijn en daarbij de vorm van elk deel van de curven aan te passen aan de bijzondere hydrologische eigenschappen van het profiel. De figuur waarin deze gegevens een plaats kunnen krijgen is figuur 45, waar door de ligging van de verschuivingslijn en de plaats van het punt van de profielgroep daarop de combinatie van vochteigenschappen verantwoord kan worden.

Het inzicht in de vorm van de opbrengstcurven groeide onder invloed van het C.O.L.N.-onderzoek in zodanige mate, dat de mogelijkheid de curve op grond van analysecijfers aan de tekentafel te construeren snel naderbij komt. De studie met betrekking tot de constructie van een goed model voor de beoordeling van de invloed van vocht en lucht op het gewas wordt thans voortgezet. Het doel, dat daarbij vooropstaat, is het onderzoek te velde naar de vorm van de vochtcurve voor bepaalde profielen en hydrologische omstandigheden zo veel mogelijk overbodig te maken.

7. DE MOGELIJKHEID TOT VERDER GEBRUIK VAN DE GRONDWATERDIEPTEGEGEVENS
De grondwaterstandswaarnemingen van de C.O.L.N. zijn door het *Archief van*

Grondwaterstanden, tesamen met zeer vele andere waterdieptewaarnemingen, gearchiveerd en aldaar voor belangstellenden toegankelijk. De waarnemingen worden in de jaren na 1955, nadat de C.O.L.N. de opname beëindigde, door dit Archief in een ruim aantal buizen voortgezet. Hier ontstaat een reeks cijfers, die de waterhuishouding over vele jaren in beeld brengt. Nu de studie van de C.O.L.N. met betrekking tot de waterstanden is afgesloten, is de mogelijkheid tot een zinvol gebruik van deze gegevens zeker nog niet ten einde, maar kan eraan integendeel een waardevoller inzicht worden ontleend naarmate de reeks van gegevens langer wordt voortgezet. Op enige gebruiksmogelijkheden mag hierna nog de aandacht worden gevestigd.

a. Het gebruik van de waterstanden bij het bemalingsbeleid van polders

Het bemalingsbeleid van polders wordt bepaald door de slootwaterstand, dus eigenlijk door de inhoud van de polder aan open water. Waar men reeds wat verder gevorderd is, wordt ook de regenval als basis voor dit beleid in de beschouwing betrokken. Veelal is het de machinist die voor het K.N.M.I. een regenmeter opneemt en bij het aan- en afzetten van zijn gemaal met de opgenomen regenval rekening houdt. Vanwege de polder wordt thans dus nog alleen een regenmeter waargenomen. Het ligt echter binnen het bereik der mogelijkheden om ook de verdamping in de beschouwingen op te nemen. Deze kunnen berekend worden en een organisatie om deze verdampingscijfers beschikbaar te stellen zal, wanneer er vraag naar deze cijfers ontstaat, niet lang op zich laten wachten. Wat de polderdeskundige nog niet ter beschikking staat, is een inzicht in de grondwaterdiepte, welke tegelijk een inzicht geeft in de inhoud van de polder aan grondwater. Nu over geheel Nederland in samenwerking met het Archief van Grondwaterstanden nog steeds het grondwaterniveau wordt opgenomen in aansluiting aan de opname van de C.O.L.N. verdient het alle overweging, dat de besturen van de polders en stroomgebieden het opmeten van deze grondwaterdiepten overnemen, de cijfers bestuderen en hun bemalings- of opstuwingsbeleid op de combinatie van regen-, verdampings- en grondwaterdieptecijfers gaan baseren. De reeks van C.O.L.N.-gegevens is hierbij van betekenis. Men heeft een reeks van enkele jaren nodig om over voldoende gegevens te beschikken om de in de waarnemingen verborgen lijn te kunnen ontdekken. Het zal voor een verdere verfijning van de waterbeheersing onontbeerlijk zijn, dat men zich bij het bemalingsbeleid voortdurend rekenschap geeft van de mogelijke regenperioden en droge tijdvakken in de onmiddellijke toekomst in verband met de voorraad aan water en de mogelijkheid tot berging van water in de grond en de open wateren. Gaat men het droge seizoen tegemoet, dan zal men zijn watervoorraad in stand moeten trachten te houden. Nadert de regenrijke herfst, dan moet men zorgen voor een voldoende bergend vermogen. De waterschappen zullen deze taak van het opnemen van grondwaterstanden naast regencijfers in de naaste tijd op zich moeten nemen. Deze waterstandsdiepten zullen een inzicht kunnen geven in de waterhuishouding van de polder, in de noodzaak van het nemen van ontwaterings- of aanvoermaatregelen en in het resultaat, dat deze maatregelen ten aanzien van de vochtvoorraad leveren. Tevens zullen de afvoercoëfficiënten, die voor het bepalen van de capaci-

teit van het gemaal of de beek en de vereiste grootte van de tochten of de beken van zoveel belang zijn, uit deze waterstandsgegevens afgeleid kunnen worden. Een samenwerking tussen de waterschappen, de provinciale commissies voor de waterbeheersing, het Archief van Grondwaterstanden en de onderzoekers van waterhuishoudkundige problemen kan voor elk waterschap een grondslag van waterbeheersingsbeleid doen ontstaan. Deze samenwerking zal het waterschap in staat stellen met de aanwezige leidingen en afvoermogelijkheden het maximum mogelijke te bereiken, en de nodige gegevens te verzamelen ten aanzien van de gewenste capaciteiten bij verbeteringsmaatregelen.

b. Het gezamenlijk gebruik van oude en nieuwe waterstandsgegevens

Het C.O.L.N.-materiaal is van een aantal waarnemingspunten verzameld, dat landelijk gezien voldoende groot was, maar dat verdicht zal moeten worden, wanneer men een verbeteringsplan voor een bepaald gebied erop wil gronden. Wanneer men in een gebied 100 waarnemingsplekken over 10 jaar waargenomen zou willen hebben, dan zijn de 100 waarnemingsbuizen meestal wel te plaatsen, maar 10 jaar achtereen waarnemen is veelal niet uitvoerbaar binnen de tijd, die voor het werk beschikbaar is. Nu zal men in zo'n gebied 20 tot 30 C.O.L.N.-buizen mogen verwachten. De vraag doet zich dan voor hoe men van de oude waarnemingen van deze 20 tot 30 waterstandsbuizen van de C.O.L.N. gebruik zal kunnen maken en met behulp daarvan voor de gewenste 100 plaatsen over 10 jaar de waterstand b.v. in zomer en winter kan reconstrueren door een grotere of kleinere aanvullende serie nieuwe waarnemingen.

Dit zal veelal mogelijk zijn, indien men tenminste twee C.O.L.N. waarnemingsplekken of plekken van een andere serie waarnemingen in of nabij het gebied weet terug te vinden en daar opnieuw een waarnemingsreeks verzamelt.

Zet men de waarnemingen van twee waterstandsbuizen tegen elkaar uit, dan blijken de stippen veelal op een rechte of gekromde lijn te liggen (zie W. C. VISSER: *Waterhuishoudkundige karakterisering ten dienste van de Landbouw. Verslagen van Technische Bijeenkomsten 1-6 van de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek T.N.O.* 1952 blz. 110-116). De in de betreffende publikatie besproken techniek van het gebruik van fluctuatiediagrammen kan op de oude serie waarnemingen zowel als op de nieuwe worden toegepast. Vallen de punten beide malen op dezelfde lijn, dan is de hydrologische toestand ter plaatse blijkbaar niet gewijzigd en kan men de oude en nieuwe gegevens tot een geheel verenigen.

In de C.O.L.N.-reeks komen enkele honderden buizen van het Produktieniveau-Onderzoek voor, die vanaf 1950 zijn waargenomen en tot eind 1955 een ononderbroken reeks vormen. Waar deze reeks door het Archief van Grondwaterstanden gecontinueerd is, heeft men thans reeds een ononderbroken reeks van 9 jaar.

Voor elke waarnemingsserie kan men via een dergelijke ononderbroken serie voor een kort waargenomen buis het fluctuatiediagram opstellen en voor elke waarneming van de ononderbroken serie de bijbehorende waarneming van de slechts korte tijd opgenomen buis reconstrueren, onafhankelijk van de omstandigheid of in het betreffende jaar die buis wel of niet werd opgenomen. Wanneer men op

deze wijze voor die plek de waarnemingen kan reconstrueren, die men op het moment van onderzoek ook zou hebben kunnen meten, dan heeft men daarin een controlemogelijkheid en wanneer de controle klopt, behoeft de waarneming op die plek dus niet verder te worden gedaan. Men kan uit de oude waterstanden niet alleen de vroegere toestand aflezen, maar via de fluctuatietangenten ook een niet samenvallend net van oude en nieuwe waarnemingen tot een samenhangend geheel maken. De 20 tot 30 oude C.O.L.N.-waarnemingspunten, die werden verondersteld in het gebied met 100 gewenste waarnemingspunten aanwezig te zijn, maken het mogelijk met 70 tot 80 nieuwe waarnemingspunten te volstaan en deze over een korte tijd waar te nemen.

Naast de arbeidsbesparing is het vanzelfsprekend van veel belang bijzondere tijdvakken in de waarnemingen op te nemen, zoals het droge jaar 1947 of de zeer natte weken in 1953 tijdens de wolkbreuk bij Breda, in 1954 en 1956 tijdens de heftige regen in Overijssel of in 1957 bij de overstromingen in Drente. De mogelijkheid via later te verzamelen waarnemingen de extreme toestanden uit het verleden mede als grondslag voor een verbeteringsplan te kunnen gebruiken is van zoveel belang, dat de betreffende deskundigen zich deze techniek van inpassen via de fluctuatiediagrammen eigen zullen dienen te maken om, wanneer dit nodig is, het volle profijt van oude gegevens als die van de C.O.L.N. te kunnen behalen.

c. De waterstandsgegevens als maat voor de waterbalans

Bij de aanvang van het C.O.L.N.-werk was de verwachting ten aanzien van de mogelijkheid van waterbeheersing door infiltratie veel hoger gespannen dan ten aanzien van waterbeheersing door beregening en bevoeiing. Ware dit andersom geweest, dan zou de studie zich ongetwijfeld veel meer hebben bezig gehouden met verdamping en vochtonttrekking aan het profiel. Op pagina 12 werd reeds gewezen op de grote invloed, die de toenmalige stand van kennis op de richting heeft gehad, die het C.O.L.N.-onderzoek heeft gekregen.

Toen het onderzoek eenmaal op gang was, was een terugkeer niet meer mogelijk. Wel heeft Dr. KRAMER van het K.N.M.I. met behulp van de C.O.L.N. nog een onderzoek gedaan, dat meer bij de beregeningsproblematiek aansluit. Dr. DE BOER van het K.N.M.I. stelde daaromtrent een rapport op. De gegevens, welke de C.O.L.N. verzamelde, kunnen echter ook voor een meer op de beregening ingesteld onderzoek waardevolle inzichten leveren.

In de verzameling van waterstandsgegevens steekt namelijk de mogelijkheid, op vele plaatsen de verdamping, vochtvoorraad, afvoercoëfficiënt, ondergrondse verliezen, drainage-eisen enz. te leren kennen. Hiervoor kunnen de waarnemingen met een frequentie van minder dan één opname per 14 dagen niet gebruikt worden. Waar de zo verkrijgbare gegevens van belang zouden zijn voor een verbetering van de waterhuishouding, zal men moeten overwegen deze waarnemingen alsnog te verzamelen, aangezien de C.O.L.N. deze frequentie van waarneming slechts bij één enkele buis per 2000 ha heeft toegepast. De mogelijkheid echter op een 1000 plekken in ons land een vrij volledige waterbalans te kunnen bepalen, is op zichzelf reeds uniek. Ten tijde van het uitvoeren van het C.O.L.N.-onderzoek werden deze

mogelijkheden verkend als onderdeel van de studie van de grondwaterdiepte. Dit onderzoek, dat te omvangrijk was om het als taak van de C.O.L.N. nog op te nemen, wordt thans door G. W. BLOEMEN verder uitgewerkt.

Ongetwijfeld zullen er lezers van de C.O.L.N.-publicaties zijn, die het ontbreken van gegevens over ondergrondse verliezen, werkelijke verdamping enz. sterk zal treffen. Ten behoeve van de op deze vraagstukken gerichte belangstelling mag hier een korte uiteenzetting volgen van de belangrijke perspectieven, die het waarnemingsmateriaal van de C.O.L.N. ook in deze richting biedt. Tevens geeft het een diepgaand inzicht in het klimaat in de jaren van onderzoek en het effect, dat daarvan op de waterhuishouding werd uitgeoefend. In dit opzicht geven de bijlagen 13 en 14 een beeld, dat een indruk kan geven omtrent de specifieke jaarsinvloeden en de toestanden, die bij andere klimatologische verhoudingen te wachten zullen zijn.

Wanneer men de beschikking heeft over waarnemingen omtrent de grondwater- en slootwaterdiepte, dan bestaat de mogelijkheid om tesamen met gegevens over regen en berekende verdamping een inzicht in vochtvoorraads- en verdampingsvariatiën in de grond te verkrijgen. Dit gelukt, omdat het verschil tussen de sloot- en grondwaterstand een maat vormt voor de ondergrondse afvoer en de gegevens de mogelijkheid leveren het drukhoogteverschil om te zetten in mm afvoer per tijdseenheid.

Om een beeld van de samenhang tussen de variabelen te kunnen opbouwen, dient men om te beginnen de regenval r en de berekende verdamping van open water E_0 van elkaar af te trekken. Verder kunnen voor een aantal smalle klassen van de stijging of daling van de waterstand ΔH — welke optreedt tussen begin en eind van het tijdvak waarover de regen en verdamping werden genomen — de cijfers voor het drukhoogteverschil tussen de grondwaterstand H en de slootwaterstand S , alsmede de waarde voor $r-E_0$ worden bijeengezocht. Zet men nu voor elke maand afzonderlijk voor de gevallen met ongeveer gelijke waarde van ΔH de waarden $r-E_0$ en $H-S$ tegen elkaar uit, dan ontstaan stippenzwermen als in figuur 49. Vergelijkt men de stippenzwerm geldend voor $\Delta H = 0$ voor januari met die voor bijvoorbeeld juni, dan blijkt, dat de vorm van de samenhang wel gelijk is,

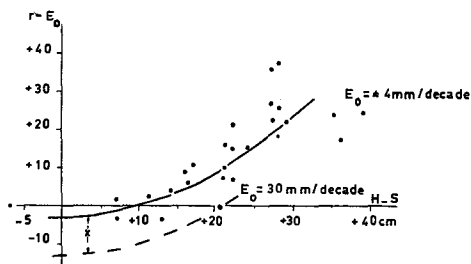


FIG. 49. De grondwaterstand boven slootpeil $H-S$ is een maat voor de afvoer. Deze afvoer kan men als eerste benadering gelijk stellen aan het regenoverschot $r-E_0$ bij bepaalde klassen van de grondwaterstijging ΔH en verdampingsintensiteiten E_0 . De afstand x bij verschillende verdampingsintensiteiten E_0 wijst uit, in welke mate de E_0 de werkelijke verdamping overtreft.

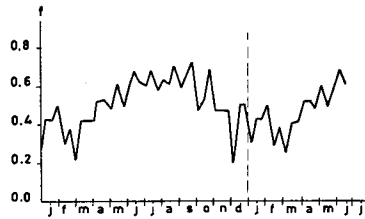


FIG. 50. Voor elke decade werd uitgezet, welk deel de werkelijke verdamping E_0-x uitmaakt van de E_0 . Deze verhouding f is voor elke decade van het jaar, als gemiddelde over 6 jaar, weergegeven.

maar dat de figuur bij een lagere waarde van $r-E_0$ ligt. Dit is het gevolg van het te groot nemen van de E_0 . De werkelijke verdamping is een waarde x kleiner. Wanneer men de verticale verplaatsing van de curve voor juni ten opzichte van die van januari uitmeet, is dit een benadering van het verschil $x_{jan.}-x_{juni.}$, terwijl de werkelijke verdamping E_w voor juni gelijk is aan $E_0-x_{juni.}$. Men zou de werkelijke verdamping nu alleen kunnen bepalen, wanneer er een maand geheel zonder enige verdamping voorhanden was. Omdat de verdamping in de winter echter zeer klein is, maakt men een geringe fout in x , wanneer men door extrapolatie uit de gegevens van de herfst- en voorjaarswaarden een schatting maakt van de reductiefactor $f = E_w/E_0$ en hieruit de x voor de wintermaanden vaststelt. Figuur 50 geeft hiervan een indruk.

Voor de overige maanden van het jaar heeft men dan een goede benadering van de reductiefactor. Deze blijkt overigens door vele storende factoren zeer variabel te zijn.

De curve, welke als gemiddelde ontstaat voor $r-E_0$ tegen $H-S$, kan men aan de bestaande afvoerformules op de juistheid toetsen. De afvoerformule volgens HOOGHOUDT:

$$q = \frac{8k_o D (H-S)}{l^2} + \frac{4k_b (H-S)^2}{l^2}$$

kan men schrijven als:

$$\frac{q}{(H-S)} = \frac{8k_o D}{l^2} + \frac{4k_b (H-S)}{l^2}$$

$$\frac{q}{(H-S)} = A + B (H-S)$$

q = afvoer in mm per tijdvak = $r-E_w-b\Delta H$

k_o = doorlaatfactor ondergrond

k_b = doorlaatfactor bovengrond

D = dikte doorstroomd pakket

l = halve afstand tussen drainerende sloten

b = bergingsfactor

H = hoogte grondwaterspiegel boven nulvlak

S = hoogte slootwaterspiegel boven nulvlak

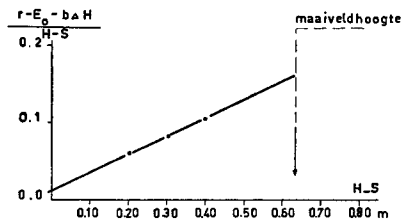


FIG. 51. De afvoercurve, die uit regenoverschot en waterstand bepaald wordt, kan men beoordelen op de juistheid van vorm door regenoverschot gedeeld door drukhoogte uit te zetten tegen de drukhoogte. Dit moet een rechte lijn geven voor het stationaire geval met ΔH gelijk nul. De zo gevonden lijn komt dan geheel overeen met de drainageformule van Hoochoudt.

Zet men de waarden voor $r - fE_0 - b\Delta H/H - S$ en $H - S$ tegen elkaar uit, dan moet voor de samenhang met $\Delta H = 0$ een rechte lijn ontstaan, die voor alle maanden van het jaar geldt. Deze controle op de juistheid van de gemiddelde afvoerfunctie levert tegelijk een controle op de waarde van f . In figuur 51 vindt men een voorbeeld van een dergelijke controle. Een dergelijke figuur staat toe de waarde van $D = \frac{1}{2}A/B$ te bepalen voor $k_0 = k_b$ of met behulp van l de waarden voor k_0D en k_b te vinden. Maar ook geeft de lijn inzicht in de afvoer bij de hoogst bekende of hoogst toelaatbare waterstand.

Wanneer op deze wijze een duidelijk inzicht is verkregen in de functie, waarmee de grondwaterdiepten in afvoeren kunnen worden omgezet, kan men dieper op het probleem ingaan. De tevoren aangegeven bewerking is namelijk van een benaderend type. De variaties in vochtinhoud van het profiel bijvoorbeeld zijn in ΔH wel verantwoord voor wat het grondwater betreft, maar de variaties in het bodemvocht ΔV boven de grondwaterspiegel zijn nog niet als correctie op de afvoerterm ingevoerd.

Verder is de reductiefactor f een zeer variabel gegeven. Grond, die nat geregend is, zal meer verdampen dan een grond, waarin evenveel vocht over het gehele profiel gelijkmatig verdeeld is. Verder zullen de mate van onttrekken van vocht of de diepte van het grondwater, het gewas en andere omstandigheden de grootte van de verdamping beheersen.

Men kan nu een stap verder komen door uit $H - S$ de afvoer voor alle tijdvakken vast te stellen. Verder kan men bijeenbehorende stellen van waarnemingen voor de tijdvakken waarover verdamping en regenval werden vastgesteld en de waterstanden periodiek werden opgenomen en welke ongeveer gelijke waarden voor r en ΔH bezitten, in groepen verenigen. Zet men nu de afvoer D en de verdamping van open water E_0 voor de groepen afzonderlijk tegen elkaar uit, dan ontstaat een beeld als door figuur 52 wordt weergegeven. Deze figuur beeldt de waterbalans op een iets andere wijze uit dan figuur 49 en maakt gebruik van de omstandigheid, dat het water dat verdampt, niet ondergronds kan afstromen. Zou de E_0 nu de werkelijke verdamping aangeven, dan zou de lijn, die het verband tussen E en D legt, onder een helling van 45° moeten lopen. Omdat de E_0 echter van de E_w

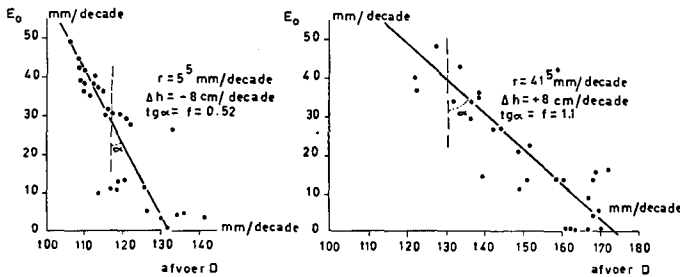


FIG. 52. Voor verschillende regenintensiteiten r en grondwaterstandsstijgingen ΔH werden de uit de grondwaterstand berekende afvoeren tegen de verdamping van open water E_0 uitgezet. De hellingstangens x van deze lijst geeft de reductiefactor weer, waarmee de open waterverdamping in de werkelijke verdamping kan worden omgezet.

afwijkt, blijkt dit in een afwijking van deze 45° -hellingshoek en geeft de hellings-tangens van de lijn de waarde van de reductiefactor aan.

Men kan nu de reductiefactoren f rangschikken naar waarden van r en ΔW . Dit geeft een beeld als door figuur 53 wordt weergegeven. Deze figuur verduidelijkt in welke mate de verdamping van een pas natgeregende grond toeneemt, wanneer uit de waterstandsstijging ΔW blijkt, dat de regenval het profiel verzadigde. Daalt ongeacht de regenval de grondwaterstand nog steeds, dan neemt de uitdroging van het profiel blijkbaar nog toe en blijkt de toename van de reductiefactor maar klein te blijven. Een natte grond verdampt blijkbaar gemakkelijk. Is de regen echter onvoldoende om de grond werkelijk goed vochtig te maken, dan verdampt er weinig meer dan bij een niet beregende grond.

Men kan uit deze bewerking van de waterbalansgegevens nog veel meer halen. De onttrekking van vocht aan het profiel of de aanvulling door de regen kan per tijdseenheid worden bepaald door de regen te verminderen met afvoer, verdamping en berging. Door sommeren vindt men de totale onttrekking van vocht aan het profiel in het gedeelte boven het grondwatervlak. Deze waarde kan gebruikt wor-

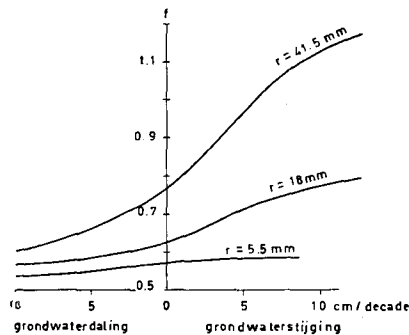


FIG. 53. De reductiefactor f , berekend als in figuur 52 weergegeven, blijkt bij uitzetten tegen grondwaterstandsstijging ΔH en de regenval r sterk op te lopen, naarmate meer regen valt en het bodemoppervlak dus natter is.

den om de verdamping te corrigeren op de graad van vochtonttrekking aan het profiel. Wanneer enkele waterstandsbuizen van verschillende plaatsen en profielen worden doorgerekend en de resultaten onderling worden vergeleken, dan kan men de invloed van de grondwaterdiepte en het vochthoudend vermogen van het profiel op de verdamping en de vochtonttrekking nagaan. Er zijn vele facetten en allerlei details van de waterbalans, die op deze wijze kunnen worden bestudeerd.

Men kan zich voorstellen, dat de over een eerste proefperiode voor een waterschap gereed gemaakte grafiek als figuur 52 met de later beschikbaar komende gegevens wordt aangevuld: de door de meteorologen beschikbaar gestelde waarden voor E_0 , de uit de eerste proefperiode op afvoer omgerekende waarde voor het verschil tussen de grond- en slootwaterstand, de regenhoeveelheid en de stijging van het grondwater. Men kan uit de E_0 en de reductiefactor f de verdamping bepalen en in vergelijking met de regenval vaststellen hoeveel water moet worden afgevoerd. Het middel, dat men daartoe bezit, is de instelling van de slootwaterstand. Men kan zich nu uit de verwachtingen van regen en droogte een beeld vormen of men het water geleidelijk aan de grond zal onttrekken en de slootwaterstand hoog zal houden, zodat zoveel mogelijk water wordt gespaard, of dat men met een diepe slootwaterstand de gevallen regen zo snel mogelijk zal onttrekken om op deze wijze bergend vermogen beschikbaar te houden voor de volgende regenbui. Een studie als juist besproken kan een grondslag vormen voor het waterbeheersingsbeleid. Vervaardigt men tevens een afvoercurve als in figuur 49 wordt aangegeven, dan zal men geleidelijk een beter inzicht in de maximale afvoer van water krijgen en zich een nauwkeurig beeld kunnen vormen omtrent de maximaal noodzakelijke afvoercapaciteit van gemaal en leidingen.

Tegelijkertijd geeft een dergelijke figuur een stevige grondslag voor de berekening van de drainage-afstand of voor vergelijking van de drainagebehoefte van andere percelen met het solide bepaald geval van het perceel, waarop de bestudeerde waterstandsbuis staat. De studie kan tevens een grondslag vormen voor het investeringsbeleid.

Van twee gevallen, een Zeeuwse klei en een zandgrond van oostelijk Brabant worden de uitkomsten van een door BLOEMEN vrij volledig uitgewerkte waterbalans als bijlage 13 en 14 achter in deze publikatie bijgevoegd, teneinde een inzicht te geven in de verschillende termen van de waterbalans, zoals die uit de grondwaterstand, de regen en de berekende verdamping kan worden berekend. Tevens geeft dit voor een aantal jaren, waarin de C.O.L.N.-werkzaamheden vallen, een gedetailleerd inzicht in het klimaat en de invloed, die de klimatologische omstandigheden op de verschillende onderdelen van de waterbalans hebben gehad. Het is hierom en om de mogelijkheden van verdere studie, die de reeksen waarnemingen van de C.O.L.N. bieden, dat voor dit onderzoek, waaraan tijdens het C.O.L.N.-onderzoek geen grote aandacht gegeven kon worden, toch als onderdeel van het C.O.L.N.-werk in deze beschouwing aandacht mag worden gevraagd.

V. HET WATERHUISHOUDINGSONDERZOEK EN DE PRAKTIJK

1. DE WATERHUISHOUDING EN HET BEDRIJF

Toen het C.O.L.N.-werk een aanvang nam, was de algemene opvatting, dat met het regelen van de groeifactor water grote voordelen te behalen zouden zijn. In de laatste decennia had het werk aan het verbeteren van de afwatering een voortdurende voortgang gemaakt en aan de betekenis van het teniet doen van te natte toestanden werd nauwelijks getwijfeld. In de droge jaren 1947 en 1949 kreeg de opvatting over het belang van de waterbeheersing een nieuwe stimulans, namelijk vanuit de overtuiging, dat ons klimaat ook jaren van groot watertekort kent. Dat dit echter niet alleen een kwestie van klimaat was, maar evenzeer van waterstaatkundige maatregelen werd algemeen ingezien. In enkele grote waterschappen had een te diepe ontwatering getoond, dat op het punt van het waterpeil de eisen van de landbouw tussen nauwere grenzen lagen, dan men tot dusverre had voorzien. In de jaren na 1947 begint dan ook de kunstmatige beregening bredere belangstelling te trekken en men kan hierin een aanwijzing zien, dat de gedachte, dat een watergebrek de landbouw schade zou kunnen doen, meer aanhang verkrijgt.

Er is in latere jaren een niet onaanzienlijke divergentie van meningen ontstaan. Wel was men het gedurende een aantal jaren nog eens over de algemene betekenis van de waterbeheersing, maar de ene partij dacht aan veel ontwatering en enige aanvoer, de andere partij aan veel aanvoer en enige ontwatering. Dit verschil in inzicht heeft zich op vele wijzen geuit. Polderbesturen waren beducht voor betere afwatering tenzij wateraanvoer mogelijk werd gemaakt; landbouwdeskundigen pleitten voor hoge polderpeilen en grondwaterstanden, waar cultuurtechnici veel diepere peilen wensten. Infiltratie en beregening werden twee vrijwel naast elkander zich ontwikkelende en los van elkander geadviseerde waterbeheersingsmethoden. Waar de voorstanders van de wateraanvoer over de helft van Nederland watergebrek meenden waar te nemen, werden door de voorstanders van verbeterde ontwatering grote delen van ons land als te nat beoordeeld.

Het C.O.L.N.-onderzoek heeft getracht zijn conclusie op beide opvattingen te steunen, maar daarnaast heeft steeds de vraag wat toch wel de verklaring voor het verschil in inzicht mocht zijn, de aandacht gehad. Over het algemeen toch is de verklaring van dergelijke divergenties in de mening van grote groepen van deskundigen gelegen in een eng stellen van het probleem, waardoor de mogelijkheid ontstaat dat niet oorzakelijk, maar wel correlatief samenhangende effecten gaan meewegen. Wanneer de dagelijkse ervaring van de ene groep nu een dergelijk gecorreleerd effect niet omvat, doch dit bij de andere groep door een iets andere begrenzing van het gebied van ervaring wel het geval is, dan zijn alle voorwaarden aanwezig voor een verschil in inzicht, dat niet door toetsing aan eigen ervaringen valt op te heffen. Men dient dus te trachten het probleem zo breed mogelijk te zien. In dit verband is het hier op zijn plaats de waterhuishouding in de grootste

volledigheid, waarmede het onderzoek dit vakgebied thans kan belichten, in de beschouwing te betrekken.

Gaat men na op welke aspecten van de bedrijfseconomie de waterhuishouding van invloed kan zijn, dan is bij elk bedrijf afzonderlijk van belang: het bouwplan, waaronder mede de verhouding grasland-bouwland wordt verstaan, de opbrengst in kilogrammen of in geld per gewas, de arbeidsbehoefte en de behoefte aan hulpmiddelen zoals meststoffen, bestrijdingsmiddelen, motorbrandstof enz.

Beschouwt men echter de bedrijven in het algemeen, dan dient ook nog rekening gehouden te worden met de invloed van de waterhuishouding op de kavelvorm en de waterbeheersingsmiddelen. Een verbetering van de waterhuishouding heeft niet gepaard te gaan met het dichten van overbodige sloten, noch heeft een verbetering van de perceelsvorm een betere waterbeheersing als voorwaarde. Maar op dit punt treft men een gecorreleerde factor aan, die tot gevolg heeft, dat een nat bedrijf met vele kleine percelen een ongunstiger rendement heeft dan een droog bedrijf met weinig perceelsscheidingen in de vorm van sloten en dus grotere percelen. Verderop (tabel 17) zal worden toegelicht hoe groot het verschil is tussen twee bedrijven, die op natte en droge toestand van oudsher zijn ingericht tegenover een bedrijf, dat door verlaging van polderpeil van een natte in een droge toestand wordt gebracht.

Bij een groot aantal percelen werd bij een onderzoek in het zandgebied van oostelijk Nederland de perceelsgrootte en de vochtigheidstoestand opgenomen. Het resultaat van een door J. H. SNIJDERS uitgevoerd onderzoek geeft tabel 14.

TABEL 14. Gemiddelde perceelsgrootte in are voor verschillende vochttoestanden

Vochttoestand	Water-overlast	Iets natte toestand	Goede vochttoestand	Droogte gevoelig	Regelmatig verdrogend
Gemiddelde perceelsgrootte	37	55	72	84	92

De natte percelen zijn blijkbaar aanzienlijk kleiner, ongetwijfeld als gevolg van de grotere behoefte aan ontwatering. Deze kleinere kavels zijn in het bewerken kostbaarder. Het zou nu niet onwaarschijnlijk zijn, wanneer een beschouwing van de voordelen van betere waterhuishouding, welke beschouwing bedrijven op slecht ontwaterde met bedrijven op goed ontwaterde grond met elkander vergeleek, de invloed van de vele sloten in het nadeel van de natte toestand opnam. Wanneer men echter de vergelijking niet bedrijfsgewijze maar perceelsgewijze uitvoert en naar de stand van de gewassen zou kijken, dan valt de invloed van de sloten buiten de beoordeling.

Volgens de laatste beschouwingswijze zou het nadeel aan de natte kant veel kleiner en het nadeel aan de droge kant in verhouding veel groter zijn dan volgens de eerste beschouwingswijze. Dit mag een voorbeeld van een verschil in appreciatie zijn, dat bij diepergaande beschouwing wellicht zal blijken met meer gevallen aangevuld te kunnen worden.

2. HET BOUWPLAN EN DE VOCHTTOESTAND

Wanneer achtereenvolgens de verschillende effecten van de vochthuishouding op het bedrijf worden besproken, dan is het effect op het bouwplan te vergelijken met de vraagstukken uit de plantensociologie. In het bedrijf zal een zekere waterhuishoudkundige toestand zich het beste lenen om een bepaald gewas te verbouwen. Nattere toestanden maken het milieu voor deze verbouw minder geschikt en doen het percentage van voorkomen afnemen ten voordele van gewassen, die beter onder vochtiger toestand verbouwd kunnen worden. Op diep ontwaterde en lichte gronden geldt hetzelfde voor de concurrentie door gewassen, die zich binnen het bedrijf beter tot verbouw bij drogere toestanden lenen. Nu zou men bij een bepaalde vochthuishouding dus het beste alleen maar die gewassen kunnen verbouwen, die bij deze toestand op een bedrijf optimale resultaten geven. Maar een bedrijf kan meestal geen monocultuur als grondslag voor een evenwichtige en rendabele bedrijfsvoering kiezen. De andere gewassen worden nu — zo moet men aannemen — min of meer onbewust gekozen naar gelang van hun aanpassing aan de heersende vochthuishouding, waarbij andere even belangrijke voorwaarden hier buiten beschouwing blijven. Het percentage van voorkomen van een gewas zal nu geringer zijn naarmate de voor dit gewas optimale omstandigheden verder afwijken van de omstandigheden, die zich op het perceel voordoen. De grootte van het verschil tussen de werkelijke toestand en de optimale toestand voor het gewas bepaalt de kans, dat het gewas zal worden opgenomen in het bouwplan. Het percentage van voorkomen van een gewas wordt dus beheerst door de kwalitatieve factor van de bedrijfsstijl en de kwantitatieve factor van het optimale percentage van voorkomen en de optimale vochthuishouding voor dit gewas.

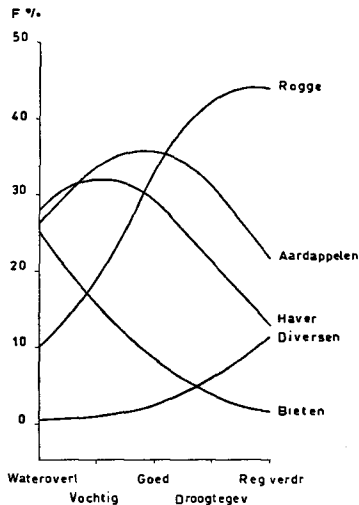


FIG. 54. Overzicht van de resultaten van het bouwplanonderzoek door middel van de paraboolmethode. De veronderstelling van de toevallige keuze en de daarbij behorende frequentieverdeling maakt het mogelijk met de weinig nauwkeurige bouwplangegevens toch tot een beeld van de optredende veranderingen te komen.

De bedrijfsstijl bepaalt naast de vochthuishouding of men een weidebedrijf, een akkerbouwbedrijf of een gemengd bedrijf kiest, ofwel of men de gebruikelijke landbouwgewassen verbouwt of de verbouw van grove tuinbouwgewassen of handelsgewassen als bedrijfsrichting kiest.

Wat de optimale vochttoestand en wat het daarbij optredende maximale percentage van voorkomen van een gewas is, moet men gewas voor gewas vaststellen. De hypothese, dat de veelvuldigheid, waarmede een gewas bij niet-optimale vochttoestanden wordt verbouwd, de kansverdelingswet volgt — zoals elke toevallige keuze aan een kansverdelingswet onderworpen is — is bij het vaststellen van de twee genoemde gewaskarakteristieken een waardevolle richtlijn. Deze overweging was aanleiding tot het opstellen van wat de *paraboolmethode* genoemd wordt en die dient tot het analyseren van een bouwplan. Daarbij wordt de logaritme van de frequentie van voorkomen van een gewas in het bouwplan uitgezet tegen het vochtcijfer dat men wil bestuderen.

In figuur 54 is voor een aantal gewassen op oostelijke zandgrond weergegeven hoe de kansverdelingsfiguren er uitzien. De karakteristiek voor de vochttoestand is die van de verdrogingskaart, omdat in deze waardering de waterdiepte en de vochthoudendheid van het profiel tot een enkel kengetal zijn samengevoegd en niet met de onoverzichtelijker kenschetsing van waterstand en vochthoudendheid gewerkt behoeft te worden.

De gewassen kunnen blijkbaar een veel breder gebied van vochttoestanden overspannen dan in ons land voorkomt. Maar wanneer de vochttoestand verandert van nat naar droog, dan ziet men dat de praktijk daarop reageert met een geleidelijke verandering van het bouwplan. Sommige gewassen — vooral die met lage geldswaarde — nemen in percentage van voorkomen toe. Andere — vooral die met hoge geldswaarde — nemen af. Wanneer men nu voor verschillende vochttoestanden eens uitrekent, wat de opbrengst in geld zou zijn (aangetoond zal worden, dat de opbrengstdepressie in kg uitgedrukt achteraf in de berekening kan worden opgenomen), dan geeft een dergelijke bouwplananalyse een indruk van de invloed van de waterhuishouding op dit facet van de bedrijfsbeïnvloeding.

Het bouwplan voor de noordelijke zandgebieden vormt de grondslag van het volgende voorbeeld van berekening (tabel 15).

De waarde van de opbrengst van het gewas wordt berekend uit de frequentie van voorkomen, de kg-opbrengst per ha en de waarde per 100 kg. De laatste vier kolommen geven aan wat elk gewas aanbrengt in het bedrijfsinkomen. Door een omslagberekening kan men de onbelangrijke post diversen verantwoordt. Door de betekenis van het bouwplan nu verder in procenten van de opbrengst op goede grond uit te drukken wordt de uitkomst in vrij grote mate onafhankelijk van de veronderstelling omtrent opbrengsten en prijzen.

Het beeld, dat deze berekening geeft, is dat van toenemende waarde van de opbrengst in de richting van de nattere toestanden. Het Nederlandse bouwplan kent geen gewas met lage geldopbrengst, dat bij de natte toestanden zijn grootste uitbreiding verkrijgt. Wanneer men bij zijn beoordeling van de vochttoestand van de grond te zeer het accent legt op het bouwplan, zal het duidelijk zijn dat men

TABEL 15. Berekening van de invloed van het bouwplan op de opbrengst

Gewas	Kg-opbr./ ha	Waarde 100 kg	Frequentie van voorkomen in %				Aandeel in geld opbrengst in guldens			
			droog	droogte- gevoelig	goed	nat	droog	droogte- gevoelig	goed	nat
Rogge	3 000	25	39	32	29	20	292	240	217	150
Haver	3 000	25	20	21	23	27	150	158	173	202
Aardappelen	26 000	7	32	33	32	32	582	600	582	583
Bieten	63 000	3	5	8	12	19	95	151	227	359
Diversen			4	6	4	2				
Geldopbrengst zonder diversen							1 119	1 149	1 199	1 294
Percentage verantwoord oppervlak							96	94	96	98
Over totaal oppervlak omgeslagen							1 166	1 223	1 250	1 320
In % van goede grond							93	98	100	105

het nadeel van droogte sterker zal beseffen dan het nadeel van wateroverlast. Wanneer men in deze beschouwing ook de variatie in de kg-opbrengst betreft — iets wat hiervoor nog niet werd gedaan — dan nog zal men voor de meest gewenste ontwateringsdiepte een lagere waarde vinden dan voor de kg-opbrengst alleen.

3. DE OPBRENGST VAN DE GEWASSEN EN DE VOCHTHUISHOUDING

De invloed van de waterhuishouding op de opbrengst is het voornaamste onderwerp van studie van de laatste 10 jaren geweest. In hoeverre deze belangstelling, zoals men wel meent, te eenzijdig is geweest, zal blijken uit de samenstelling van de totale depressie uit de diverse onderdelen, waarvan de kg-depressie er één is. Het onderzoek naar de invloed van de vochthuishouding op de opbrengst onderzocht, zoals reeds eerder werd opgemerkt, een grote steun van de zeer vele opbrengstcijfers, die voor het P.N.O.-onderzoek werden verzameld. Uit deze gegevens, die voor elke proefplek voor 3 achtereenvolgende jaren beschikbaar waren, konden — wederom met gebruikmaking van de verdrogingstaxaties — voor een groot aantal gewassen en grondsoorten opbrengstcurven worden vervaardigd. Deze curven bleken met enkele kleine uitzonderingen congruent van vorm te zijn (zie figuur 39), zodat de curven voor alle gronden en gewassen tot één enkele curve voor het gehele bouwplan konden worden samengevat.

Het resultaat ten aanzien van de optredende depressies was als volgt:

TABEL 16. Opbrengstdepressie in % voor verschillende droogteklassen

Droogteklasse	Nat	Goed	Droogte-gevoelig	Droog
Depressie	12	1	18	39

De hier vermelde getalwaarden kunnen tot onjuiste conclusies leiden, wanneer men een indruk omtrent de behoefte van de Nederlandse gronden tot verbetering eruit zou willen afleiden. De indeling in klassen van vochttoestand is zo geweest, dat de gehele natte groep van gronden in één enkele klasse werd opgenomen. De bouwlanddepressies variëren hier van 0 tot 50 %. Een later overwogen verbetering van de indeling, welke echter in het landelijk onderzoek niet meer kon worden aangebracht, betrof het tussenvoegen van een klasse „vochtig”, welke een depressie van 8 % zou hebben gekregen. In de klasse „wateroverlast” zouden dan de meer extreme vochttoestanden zijn samengebracht met een depressie van 23 %. Hier mag wel erop worden gewezen, dat op deze getallen de oppervlaktecorrecties wegens psychologische schattingsfout niet zijn toegepast, zodat deze depressie-cijfers niet voor de verdrogingskaart gelden.

De omstandigheid, dat ten aanzien van de waterhuishouding tussen nat en goed zoveel minder speelruimte is dan tussen goed en droog, moet de natuurlijke aanleiding zijn geweest tot het maken van de toegepaste klasse-indeling voor de vochttoestand, die niet in staat is een optimaal overzicht van de vochtinvloed te geven. Het beeld van de droogte is in de praktijk blijkbaar gedifferentieerder en heeft,

evenals de vochttoestand van de grond, een grotere breedtespreiding in zijn verschijningsvormen. Hoe dit verschil in mogelijkheid tot differentiëren binnen de klassen nat en droog op de praktische beoordeling van de schade van deze extreme vochttoestanden invloed uitoefent, valt moeilijk te zeggen. Dat de beide aspecten van de vochthuishouding bij het opbouwen van een inzicht in de relatieve betekenis van droogte en wateroverlast als schade-oorzaken echter een gelijk gewicht zullen krijgen, lijkt ook om deze reden niet waarschijnlijk. Ook hier ontmoet men een mogelijke oorzaak voor de in het begin gesignaleerde divergentie van meningen.

4. DE ARBEIDSTIJD EN DE VOCHTTOESTAND

De invloed van de waterhuishouding op het aantal arbeidsuren is een onderwerp, dat nog maar zeer weinig aandacht heeft ontvangen. Het is vrij complex, want het gaat hier niet alleen om verlenging van de werktijd onder ongunstige omstandigheden, maar eveneens het verschuiven van de werkzaamheden naar latere tijdstippen, ophoping van werk op toch al reeds drukke tijden, uitvoering van het werk onder ongunstige omstandigheden, waardoor de opbrengst schade ondervindt, verslijten van machines enz. Dit alles maakt, dat het geheel van deze invloeden niet zo overzichtelijk is voor een buitenstaander en wellicht wordt onderschat. Bij de boer dreigt daarentegen een overschatting van de invloed. De telkens weerkerende verstoring van de regelmatige gang van het werk wordt ongetwijfeld veel scherper ervaren dan bijvoorbeeld een minder gunstige keuze van het bouwplan, die voor de toevallige klimaats- en waterhuishoudkundige omstandigheden van een bepaald jaar zeer wel optimaal kan zijn of de geringere opbrengst van het gewas, welke zich geleidelijk openbaart tijdens het groeiseizoen en in vergelijking met de omgeving nog wel tevredenstellend kan zijn. Er klinken dan ook stemmen op, die vooral aan de arbeidskosten de doorslag menen te moeten geven bij het beoordelen van de betekenis van de waterhuishouding. De ervaring met de aardappelooft in de laatste jaren, waarbij vele ha niet meer geoogst werden of waar kostbare mankracht moest trachten te redden wat de machine — in modder en water onwerkzaam wordende — niet meer de baas kon, wijst uit dat de effecten van een natte herfst wel zeer groot kunnen zijn. Hierbij is vooral van belang, dat het om een samengaan van opbrengstderving en stijging van loonkosten beide handelt.

Om een inzicht in de loonfactor te krijgen, werd door J. H. SNIJDERS de toename van de arbeidsuren door een oriënterende enquête onderzocht, in overleg met het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie en het onderzoek van de Rendementsbedrijven van de Directie van de Akker- en Weidebouw en in samenwerking met de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en een aantal landbouwers. Als gewas werd de aardappel genomen. Onderzoek langs dezelfde lijnen voor andere gewassen werd niet uitgevoerd, zodat daarover niets in deze beschouwing kan worden opgenomen. Een beeld voor het gehele bouwplan is, omdat het hier meer om een algemene oriëntatie gaat dan om een nauwkeurige benadering van de effecten, door een geschatte reductie uit de cijfers afgeleid.

TABEL 17. Benodigde arbeid in manuren per ha op zandgrond

Vochttoestand perceel	Zonder invloed perceelsgrootte					Met invloed perceelsgrootte				
	ver- drogend	droogte- gevoelig	goed	vochtig	nat	ver- drogend	droogte- gevoelig	goed	vochtig	nat
Bemesten	40	39	37	32	25	36	36	35	31	25
Grondbewerken	28	29	31	32	35	24	26	28	32	38
Poten	47	47	47	48	50	42	44	47	50	53
Gewasverzorging	25	64	86	97	100	23	60	85	96	100
Oogsten	250	260	300	390	700	220	245	300	420	785
Totaal afgerond	390	440	500	600	910	345	410	495	630	1000
Gecorrigeerd op klimaatvariatie	430	460	500	565	770	395	440	495	585	830
Gecorrigeerd op bouwplan	450	470	500	550	700	420	455	495	560	745
In procenten	90	94	100	110	140	85	92	100	113	150

De handelingen, welke voor de verbouw van aardappelen nodig zijn, zoals ploegen, poten, wieden enz. werden afzonderlijk aan een beschouwing onderworpen. Voor deze behandelingen werd nagegaan hoe elk der vele wijzen van werken op de vochtsituatie reageert en op welke methode men in een bepaald bedrijf vermoedelijk zou overgaan, indien de meest economische werkwijze door de vochtsituatie niet meer zou kunnen worden toegepast. Voor elke vochttoestand kon nu een gemiddelde werktijd worden vastgesteld. Hierbij moest rekening worden gehouden met de graad van mechanisatie, omdat sterk gemechaniseerde bedrijven veel sterker op de vochtsituatie reageren dan het bedrijf met voornamelijk handkracht. De betekenis van de waterhuishouding wordt hiermede bepaald door de bedrijfs-grootte en de verkaveling.

In tabel 17 is het resultaat van dit door J. H. SNIJDERS uitgevoerde onderzoek weergegeven, wederom met de verdrogingstaxatie als maatstaf voor de waterhuishouding.

Een moeilijk punt bij de arbeidseisen van het bedrijf is gelegen in de afhankelijkheid van incidentele toestanden van de vochtthuishouding, terwijl de meer algemene toestand maar een beperkte invloed uitoefent. Een nat perceel in een korte periode van droogte kan zich zeer goed laten bewerken, een perceel met goede drooglegging kan na een heftige regen onbegaanbaar zijn. Hierin ligt een kanselement, dat de tendentie heeft, de arbeidsbehoefte van natte en droge percelen dichter bij elkaar te brengen. Hetzelfde geldt om geheel andere redenen voor de overgang van de variatie in arbeidsbehoefte bij aardappelen op die voor het gehele bouwplan. De granen hebben door hun vroege oogsttijd van de incidentele natheid door regen veel minder te duchten dan de hakvruchten. De invloed van de te natte grond uit zich vooral in verschuiving van de oogsttijd en verlies aan opbrengst en kwaliteit. Ook de overgang op het gehele bouwplan heeft daarom een nivellerende strekking op de arbeidskosten, zoals die voor aardappelen met de vochttoestand variëren. De genoemde nivellerende strekking is in tabel 17 met een correctiefactor verantwoord. Aangezien ook hier op procenten wordt afgewerkt, is niet getracht het absolute aantal uren te corrigeren voor de bouwplan-invloed.

De invloed van de perceelsgrootte is nog eens in de beschouwing betrokken om een indruk te geven van wat bij bedrijfsvergelijking zonder correctie op het door de vochtthuishouding beheerste verkavelingstype het resultaat zou zijn. De betekenis van het resultaat hangt in sterke mate af van de juistheid, waarmede men de correctie op de klimatologische toestand weet vast te stellen, terwijl door gebrek aan gegevens de reductie tot bouwplanniveau evenzeer onzeker is. Van belang is, dat het beeld van toenemende kosten bij toenemende vochttoestand uit de enquête duidelijk tot uiting komt, terwijl een eerste benadering van de grootte van de effecten wordt gegeven.

5. DE BEHOEFTE AAN HULPSTOFFEN EN DE VOCHTHUISHOUDING

Tenslotte dienen de hulpmiddelen als motorbrandstof, meststoffen en bestrijdings-

middelen te worden genoemd, zij het dat daarover geen onderzoek bekend is, zodat weinig met zekerheid erover te zeggen valt.

Bekend is, dat trekkracht en onkruidbestrijding op de natte percelen het hoogst is en op de droge percelen het laagst. Gemiddeld is dit voor ons land echter een kleine post, die gezien de onzekerheden in de andere posten wel mag worden verwaarloosd. De kosten van bemesting stijgen in de praktijk evenredig met het achterblijven van de produktiviteit van de grond. Of dit een rendabel gebruik van meststof is, is onbekend. Ten aanzien van natte gronden meent men wel te kunnen aantonen, dat de depressie het gevolg is van stikstofgebrek. De literatuur spreekt zich hier echter onvoldoende duidelijk uit over de alternatieve mogelijkheid, dat stikstof lage opbrengsten vrijwel steeds kan opdrijven tot een niveau, waar niet de stikstof door overmaat onwerkzaam wordt, maar waar het gewas tengevolge van te welige groei gaat legeren. Het is denkbaar, dat stikstof onder niet te extreme omstandigheden steeds in staat zal zijn lage oogsten wat te verhogen. Niet de nitrificatie of een dergelijk proces zouden dan de meststofbehoefte doen variëren, maar de mogelijkheid van een schraal gewas wat meer stikstof te verdragen dan een normaal gewas, zonder dat legering optreedt. Hoe dit mag zijn, men ziet de praktijk een door te natte of te droge toestand achterblijvend gewas meer meststof geven en het is niet ondenkbaar, dat dit juist is. In onderstaande rij cijfers wordt een schatting van de baten gegeven, waarvan de betrouwbaarheid echter niet door een diepgaande studie gegarandeerd wordt.

TABEL 18. Extra kosten (in guldens) voor meststoffen, brandstof en bestrijdingsmiddelen tegenover de gronden met goede waterhuishouding

Droogtetoestand	Water-overlast	Vochtig	Goed	Droogte-gevoelig	Verdrogend
Kostentoeename	60	25	0	15	40

Er mag hier op gewezen worden, dat deze getalwaarden voor zoverre het de bemesting betreft, dus niet uitgaan van de veelal gevolgde gedachte, dat een zwaar gewas meer meststof onttrekt en dus meer aanvulling voor het volgende gewas zal vereisen, maar van de gedachte, dat men een ongunstige toestand tracht te compenseren met het verbeteren van de andere groeivoorwaarden en dat men dit met recht doet. Aan dit probleem is binnen het bemestingsonderzoek weinig aandacht gegeven, vermoedelijk omdat de directe financiële betekenis niet groot is. Wanneer men echter langs deze weg ongunstige vochttoestanden tot op zekere hoogte zou kunnen compenseren, dan zou de betekenis hiervan groot genoeg zijn om meer aandacht te mogen verkrijgen.

6. HET TOTALE EFFECT VAN DE VOCHTHUISHOUDING OP HET BEDRIJFSRESULTAAT

Wanneer men de bedragen voor de invloed van de vochttoestand op het bouwplan, de kg-opbrengst, de arbeidsbehoefte en de benodigde hulpstoffen samentelt, krijgt men een indruk van de totale betekenis van de vochthuishouding. De getalwaarden kunnen op grond van de tevoren gegeven detaileffecten en waar nodig met een

juiste keuze van het op 100 te stellen bedrag voor de depressies in procenten, als volgt worden vastgesteld (tabel 19 en figuur 55).

TABEL 19. Toename van baten en kosten ten opzichte van een goede vochttoestand

Droogtetoestand	Water-overlast	Vochtig	Goed	Droogte-gevoelig	Verdrogend
Kg-opbrengst	-290	-100	-10	-200	-450
Hulpmiddelen	-60	-30	0	-15	-40
Bouwplan	+90	+50	0	-25	-90
Arbeid	-150	-40	0	+25	+45
Totaal	-410	-120	-10	-215	-535

Wanneer men de gunstige en ongunstige beïnvloeding van het bedrijfsinkomen door samentelling van deze depressies in de opbrengst of toename van de kosten van arbeid en hulpmiddelen vaststelt, dan vallen enkele zaken op.

Allereerst valt op, dat de arbeidskosten en de betekenis van het bouwplan juist tegen elkaar inlopen. Wanneer men deze twee factoren samentelt, dan heffen deze beide invloeden elkaar tot zekere hoogte op. De invloed van de kosten aan hulpstoffen heeft de tendentie het effect van de opbrengst op het economisch resultaat te versterken. Men mag dan ook concluderen, dat het tot dusverre gebruiken van de opbrengstcurve als maat voor het totale bedrijfseffect kwalitatief een redelijke benadering leverde. Moge het al zo zijn, dat men voor de opzet van technische waterbeheersingsprojecten gemiddeld niet te grote fouten maakt, wanneer men van de opbrengst alleen uitgaat, dit neemt niet weg dat een nadere bestudering van de betekenis van de invloed van het bouwplan, de arbeidsuren en de hulpstoffen op de economie van de waterhuishouding alleszins de moeite waard is.

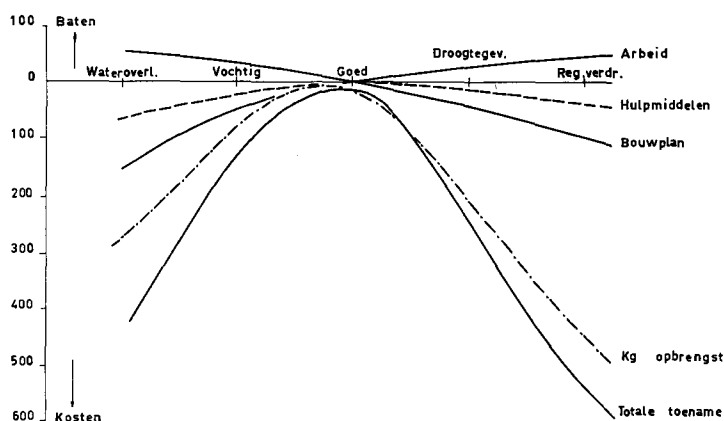


FIG. 55. Overzicht van de invloed van de vochttoestand, variërende van wateroverlast tot regelmatig verdrogend op de kg-opbrengst, het bouwplan, de arbeidskosten en de kosten aan hulpstoffen. De som van deze invloeden loopt vrij goed parallel met de invloed op de kg-opbrengst alleen, zodat verschillen in de bruto-opbrengst een goede maatstaf voor technische maatregelen vormen.

Deze betekenis is niet alleen die van een inzicht in dat wat na een verbetering van de waterhuishouding op het bedrijf mede zal moeten veranderen, maar tevens kan het leren, welk samentreffen van ongunstige toestanden eventueel de depressies in het bedrijfsresultaat sterker naar voren kan doen treden en hoe dit valt te voorkomen. Men zou hierbij kunnen denken aan het ongunstig samentreffen tijdens de aardappeloogst van vroege herfstregens met de sterk gereduceerde verdamping van grote oppervlakten, waar het graan geoogst is en de aardappelen met afstervend loof eveneens ophouden water te gebruiken. De daaruit volgende grotere behoefte aan ontwatering van de akker en het hoge kanaalpeil ten behoeve van het scheepsvervoer van de aardappelen zijn volkomen in strijd met elkaar en doen deze tegenstrijdigheid in invloed op de waterhuishouding in de toename van de arbeidstijd tot uiting komen. Voor het bietenpeil — een hogere slootwaterstand ten behoeve van het scheepstransport — geldt in sommige gebieden hetzelfde.

In de voorgaande beschouwing is een overzicht gegeven van de betekenis van de waterhuishouding voor de waterbalans van de polders en een eerste poging tot een inzicht in de betekenis voor de economische balans van het bedrijf. Het C.O.L.N.-onderzoek levert een aantal grondslagen op, waarop anderen verder kunnen bouwen en een aantal gedachten, waaraan anderen zullen kunnen aanknopen. Voor meer gedetailleerde beschouwingen ten behoeve van elk facet afzonderlijk geeft het C.O.L.N.-materiaal eveneens een waardevolle basis.

7. SLOTBESCHOUWING

Bij het C.O.L.N.-onderzoek is getracht een inzicht in de toestand van de waterhuishouding te verkrijgen. Het algemene beeld, dat hieruit naar voren komt, is er één van een grotere oppervlakte aan verdrogende gronden en een geringere mogelijkheid van verbetering met de gebruikelijke peilsregeling in grote gebieden dan men wel zal hebben verwacht. Verdere voortgang zal door verkleining van polderafdelingen en grondwaterpeilbeheersing in zomer en winter moeten worden nagestreefd.

Deze conclusies werden verkregen op grond van een berekende invloed van de vochthuishouding op kg-opbrengst en bouwplan beide.

Het blijkt, dat het misschien juister zou zijn geweest, indien alleen de kg-opbrengst als maatstaf zou zijn genomen, omdat de invloed van het bouwplan tot op zekere hoogte gecompenseerd wordt door de invloed op de arbeidstijd, waardoor de invloed op het bedrijf als geheel vrijwel parallel loopt aan die op de kg-opbrengst. Deze omstandigheid kan als gevolg hebben, dat de depressie aan de natte kant iets te klein en die aan de droge kant iets te groot is uitgevallen. Dit zal echter de conclusie, dat Nederland met algemene peilsverlaging wel ongeveer een praktisch maximum bereikt heeft, niet aan het wankelen brengen. De waterregeling in het groot is vrijwel gereed. De regeling in detail, naar hoogteligging van het gebied, naar aanpassing van grondwaterdiepte aan maaiveldshoogte of naar aanvoer van water ter compensatie van de verdamping, zal de problematiek van de komende jaren vormen, in technisch- maar evenzeer in economisch opzicht.

SUMMARY

After World War II there was in the Netherlands a marked tendency to try to increase productivity and to look for new possibilities in the use of the production units. In the field of agriculture all production factors were with this idea in mind considered in detail. It was expected that an improvement of the water management would lead to the most rapid increase of the prosperity of the rural population. At that time the knowledge of the influence of water management was still limited. In only a few years this knowledge increased greatly by means of extensive research work and in 1948 the need was already felt to make a nation wide survey on the moisture condition of the soil and the possibilities to increase production.

The government was already making a great effort at the time at land improvement of polders and catchment areas as well as at land consolidation projects. With such radical improvements it is possible to make fundamentally new plans of water management. For regional improvement of the water management it is necessary to have an insight into all improvement possibilities in order to ascertain the areas with defects, if any, and to judge the urgency to construct a plan that provides a basis for good investment and the creation of a more remunerative farm type.

The drought in 1947 and 1949 brought home the significance of water conservancy, while for centuries the development of plans had been aimed to counter excess of water. Now that better drainage has become technically possible, investigations had to be done of the losses in production caused by lack as well as by excess of water and by too deep or too shallow water tables. It became clear that the experience of the above mentioned dry years and the excessive drainage, which is found in some places, might be two aspects of the same problem.

One wondered, whether the technical experts of today might not succeed in transforming the Netherlands into a still more opulent agricultural area by methods of water management than was done up to the present by drainage technics alone.

The large-scale research on the water condition of the Netherlands was started with aid of Marshall funds. Several services of the Ministries of Agriculture, Public Works and Public Health and the Central Organization for Applied Scientific Research co-operated in this project.

The Committee on Agro-hydrological Research (C.O.L.N.) was set up as a result of this. The provincial experts formed provincial and the national experts national working parties. Every month an agro-hydrological colloquium was held, on which every hydrological or agro-hydrological worker was able to lay his results before a large number of colleagues. Close personal relations were established in this way and it was tried to promote more uniform views in these joint meetings. A major part of the scientific activities in the agro-hydrological field in the Netherlands were in this manner concentrated in the C.O.L.N.

The C.O.L.N. stationed a graduate expert at every provincial section of the Government Service for Land and Water Use, which ensured close co-operation with practical experts. This gave the C.O.L.N. contacts with the hydrological problems in the field. From the moment collecting of hydrological observations began, an intensive use has been made of the results thereof. Also many plans of large improvement works—including the Delta plan—covering altogether tens of thousand of hectares, have profited from the hydrological data collected and of the insights gained during the C.O.L.N.-research.

The aim of this research was in the first place the making of a survey of the groundwater depth over the year for the entire country. To this end the water level in 23,000 observation wells, 1 per 100 ha all over the country, was measured four times a year; in 2,000 wells every 14 days and in 65 wells every day. Near the last mentioned observation wells the rainfall and evaporation were also determined. From these data on waterdepth a map of the average highest winter- and the average lowest summer levels was prepared for each province and published in provincial C.O.L.N.-reports. The present report is based on the eleven provincial reports. All waterlevel data were, together with data of many other series of observations, recorded by the Record Office of Groundwater Levels, which continues the observations begun in the C.O.L.N.-series in a vast program, covering the country.

A second part of the research consisted of the determination of the pedological-hydrological properties, for which the Foundation for Soil Surveying prepared a soil map of the whole country. By making many pF-measurements a complete verification of this map, in order to express the data in modern physical quantities, was started. For C.O.L.N.-research purposes the profile types were classified into 7 profile type groups according to increasing drainage requirements. The effect of the groundwater level on the crop was determined with the aid of all available yield data for each profile group.

In support of the hydrological and the pedological appraisal of the water situation an agricultural appraisal was made by the Agricultural Advisory Service. These practical evaluations with regard to water excess or drought were collected by more than 500 local advisers. These data contain without doubt a subjective element. This subjective influence was corrected however to a great extent by means of the results of a national research into the productivity of the Dutch soils, which the Central Institute for Agricultural Research carried out covering 3,400 trial fields all over the country. This co-operation between the Agricultural Advisory Service, the Central Institute for Agricultural Research and the Committee for Agro-hydrological Research in the Netherlands resulted in the preparation of a detailed map, giving the evaluation of regional differences in water excess and drought. These maps are included also in the provincial reports.

In the third place the collection of data on the salinity of the polder water was a major part of the research carried out. This was executed in extensive co-

operation with provincial committees and services of the western and northern part of the Netherlands. These activities were co-ordinated by the Horticultural Section of the Ministry of Agriculture, that also elaborated the data. The flood on February 1st 1953 and the subsequent decision to close the Zeeland estuaries made this research suddenly of momentous importance, since these data could be used in the preliminary planning of the closures.

Finally a start was made by the C.O.L.N. to collect data on the height of the ground surface above ordnance datum. The data on 40 % of the total Dutch area were obtained as already existing material from record offices. Surface levelling in the Netherlands has been accelerated and a better co-ordination has been achieved by the C.O.L.N.-survey. Large-scale levellings are still carried out as a part of improvement plans. It is the aim to make a levelling map of the Netherlands with a density of 1 observation per $\frac{1}{2}$ to 1 ha. The work was co-ordinated by the General department of the Government Service "Rijkswaterstaat", which also keeps the record of the available levelling data. This recording is regularly being continued by the Surveying department of the Government Service "Rijkswaterstaat".

The elaboration of all the data collected was a most extended work and there are still a great number of raw data that are certainly worthy of further elaboration. A great amount of work was necessary to detect, correct or indicate little differences in the water depth and drought map occurring from region to region. It has made the maps more usable however without the need of checking and correction in case they are to be used for solving local problems.

Extensive research work was necessary to check the methods applied. The effect of the water management on the productivity was calculated from the agricultural evaluation of the moisture conditions as well as from the groundwater levels in the profiles. The yield curves were checked with a growth function analysis and with the moisture condition of the soil. The agricultural estimation of the moisture condition was an extremely valuable source of insight in this problem, which could up to this moment hardly be exploited more than superficially. It is a matter of interest to note that, while yields are low, in practice the water management is still called good. In this case the technical expert has already serious objections to existing conditions. The following tables give a survey of the results of the research work done in the various provinces.

The figures for the Netherlands show that more than 20 % of the agricultural area is too wet and nearly 40 % has a water deficiency, so in the latter case it would be useful to supply water. It may be assumed that in 40 % of the Dutch agricultural area the yield decrease as a result of too little or too much water is below 10 %. These soils may be called good. An important task will consist in a better regulation of the water management of all the Dutch soils, that have a yield decrease of more than 10 %.

Per cents of area in each province and in the Netherlands as a whole in the various groundwater level classes.

Province	Winter levels (in cm below soil surface)						
	0-20	20-40	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
Groningen	22	25	34	13	5	1	0
Friesland	49	34	13	3	1	—	—
Drente	23	22	25	12	8	5	5
Overijssel	22	28	29	11	5	3	2
Gelderland	19	26	30	9	9	3	4
Utrecht	28	23	23	11	7	5	3
Noordholland	37	28	24	8	2	1	0
Zuid-Holland	38	26	26	7	3	0	—
Zeeland	6	13	33	30	15	3	0
Noord-Brabant	8	24	35	17	9	5	2
Limburg	11	12	14	10	13	12	28
the Netherlands	24	25	27	11	7	3	3

Province	Summer levels (in cm below soil surface)						
	0-20	20-40	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
Groningen	—	0	7	25	38	25	5
Friesland	—	3	25	18	29	22	3
Drente	—	2	21	20	22	22	13
Overijssel	—	1	12	24	34	25	4
Gelderland	0	0	11	13	25	37	14
Utrecht	—	2	28	27	21	15	7
Noordholland	—	1	21	30	30	15	3
Zuid-Holland	—	1	23	26	24	24	2
Zeeland	0	1	5	11	31	44	8
Noord-Brabant	—	0	4	14	28	34	20
Limburg	0	1	5	7	15	25	47
the Netherlands	0	1	14	19	28	27	11

The research work, so generously supported by the Marshall funds, has to a great extent deepened the knowledge of the agro-hydrological condition. In the field of scientific research the co-operation, in a wide sense, between a number of organizations has been strengthened. It appeared that by the pooling of all available data and existing views the research work has been greatly speeded up. There was an excellent co-operation with the executive services. The data and experience which were collected during the investigations have been gladly accepted by the experts in the practice of land and water management. The research work of the C.O.L.N. was also appreciated by the polder boards. Many talks were held to disseminate the knowledge gained during this research and the publication of the reports will without doubt make a further contribution towards this end.

Areas on the drought map of drought classes in per cents of area per province and in the Netherlands as a whole.

Province	Drought class of the C.O.L.N.*						
	1	2	3	4	5	6	7
Groningen	10	25	46	14	—	5	—
Friesland	9	41	28	10	3	9	—
Drente	3	24	52	20	1	0	—
Overijssel	7	31	39	6	14	3	0
Gelderland	9	20	57	8	—	5	1
Utrecht	3	19	70	5	3	—	—
Noordholland	2	15	75	6	0	2	0
Zuid-Holland	3	12	75	5	4	1	0
Zeeland	5	9	74	10	—	1	1
Noord-Brabant	19	28	47	4	1	—	1
Limburg	14	54	30	2	—	0	—
the Netherlands	8	25	53	8	3	3	0

* Droughtclass 1 is driest, 4 is wettest, 5, 6 and 7 are mixed classes. 0 = less than 0,5 per cent.

Areas in per cent of the provincial area included in the classes of yield depression, that were calculated as averages of the drought estimation and the groundwater level measurements.

Province	Depression of more than 10% resulting from excess of water	Depression below 10%	Depression of more than 10% resulting from lack of water
Groningen	19	55	26
Friesland	31	42	27
Drente	19	29	52
Overijssel	17	32	51
Gelderland	14	39	47
Utrecht	27	35	38
Noordholland	24	54	22
Zuid-Holland	21	56	23
Zeeland	8	45	47
Noord-Brabant	13	40	47
Limburg	13	9	78
the Netherlands	19	41	40

The work done has shown that an agricultural survey on a nation wide basis, supported by intensive scientific activity, may promote to a great extent a research project both in a scientific and practical sense.

Large financial aid and other support has been given by the Netherlands Government and the Provincial Governments during this research. It has been shown that such a type of investigation, with a well-defined object, is an important method to promote the collecting of useful knowledge for agricultural purposes. Such co-ordinated and aimed research, done side by side with free institutional research, deserves without doubt close attention now and in the future.

RÉSUMÉ

Après la seconde guerre mondiale, il se manifeste aux Pays-Bas une forte tendance à augmenter la productivité et à rechercher de nouvelles possibilités d'exploitation des unités de production existantes. Dans le domaine agricole, tous les facteurs de production furent examinés en détail à ce point de vue. On s'attendait à ce qu'une amélioration du régime des eaux amène un très rapide rehaussement du niveau de vie de la population rurale. A cette époque, les connaissances relatives à l'influence du régime des eaux étaient encore limitées. En quelques années seulement, ces connaissances ont été largement étendues grâce à des travaux de recherches considérables et dès 1948, on ressentit le besoin d'établir un aperçu national des conditions d'humidité du sol et des possibilités d'augmenter la production.

Dès ce moment, le gouvernement s'efforçait d'améliorer les conditions du sol des polders et des bassins hydrographiques ainsi que de remembrer les exploitations morcelées. En présence d'améliorations aussi fondamentales, il est possible d'opérer des modifications essentielles des conditions hydrographiques. Pour réaliser une amélioration régionale du régime des eaux il faut connaître toutes les possibilités afin d'établir en quels endroits existent éventuellement des insuffisances hydrographiques et de juger de l'urgence d'un projet constituant la base d'investissements avantageux et permettant de créer un type d'exploitation plus rentable. La sécheresse des années 1947 et 1949 accentua davantage l'importance de la conservation de l'humidité du sol, après des siècles où tous les projets développés visaient combattre les excès d'eau. Maintenant qu'un meilleur drainage est devenu possible au point de vue technique, des recherches devront avoir pour objet les pertes de production provoquées par le manque d'eau aussi bien que par les excès d'humidité, ainsi que par les trop grandes ou trop faibles profondeurs du niveau des eaux souterraines. On se rendit compte que les circonstances durant les périodes de sécheresse précitées et le drainage exagéré que l'on rencontre parfois pourraient bien constituer deux aspects différents d'un seul problème. Et l'on se demanda si, avec les connaissances techniques actuelles, il ne serait pas possible d'augmenter la richesse agricole des Pays-Bas plus que jusqu'ici par les seules méthodes de drainage.

Les recherches concernant le régime des eaux Pays-Bas furent entreprises sur une grande échelle avec le concours de l'aide Marshall. De nombreux services des Ministères de l'Agriculture, des Ponts et Chaussées, de la Santé Publique ainsi que l'Organisation Centrale de Recherches Scientifiques Appliquées ont collaboré à ces travaux. La formation du Comité de Recherches Agrohydrologiques (C.O.L.N.) en résulta. Les experts provinciaux formèrent des équipes provinciales, les experts nationaux une équipe nationale de recherches. Tous les mois, on se réunissait en une conférence agrohydrologique où chaque chercheur actif dans le domaine hydrologique ou agrohydrologique avait l'occasion de soumettre ses

résultats à un grand nombre de collègues. Il en résulta d'étroites relations personnelles et l'on tenta d'obtenir en ces réunions communes une certaine uniformité de vues. De cette manière, une part importante de l'activité scientifique dans le domaine agrohydrologique pour les Pays-Bas se trouva concentrée dans le cadre de la C.O.L.N.

La C.O.L.N. délégua un expert à formation universitaire auprès de chaque section provinciale du Service du Génie Rural, ce qui assura une étroite collaboration avec les experts pratiques. La C.O.L.N. entra ainsi en contact avec les problèmes hydrologiques pratiques. Depuis le moment où commença le rassemblement de données hydrologiques, on a largement utilisé les résultats de ces observations. De nombreux projets de travaux d'amélioration de grande étendue, y compris le Projet du Delta, lesquels couvrent ensemble des dizaines de milliers d'hectares, ont également profité des données hydrologiques recueillies et des notions acquises durant les recherches de la C.O.L.N.

Le principal but de ces recherches était de constituer un aperçu de l'évolution de la profondeur des eaux souterraines au courant de l'année. A cet effet, on mesura quatre fois par an le niveau des eaux dans 23.000 puits d'observation, c'est-à-dire 1 puits pour 100 ha dans toute l'étendue du pays; dans 2000 puits, cette mesure fut faite tous les 15 jours et dans 65 autres tous les jours. Cette dernière catégorie de mesures permit de déterminer également la quantité de précipitations et l'évaporation. A parti de ces données sur la profondeur des eaux, on dressa pour chaque province une carte indiquant en moyenne le niveau maximum d'hiver et le niveau minimum d'été. Ces cartes furent publiées dans les rapports provinciaux de la C.O.L.N. Le présent rapport se base sur les onze rapports provinciaux. Toutes les données sur le niveau des eaux et les résultats de bien d'autres séries d'observations sont conservées par l'Office d'Enregistrement des Niveaux des Eaux Souterraines, lequel poursuit les travaux d'observation commencés par la série de la C.O.L.N., et cela en un vaste programme s'étendant au pays entier.

Une deuxième catégorie de recherches visait à déterminer les propriétés pédohydrologiques. A cet effet, l'Institut de la Carte Pédologique établit une carte pédologique de tout le pays. Au moyen de nombreuses mesures du pF, on entreprit une vérification de cette carte afin d'exprimer les données en grandeurs physiques modernes. A l'usage des recherches de la C.O.L.N., les types de profil du sol furent classés en 7 groupes en ordre croissant des besoins de drainage. Pour chaque groupe, l'effet du niveau des eaux souterraines sur le rendement des cultures fut déterminé à l'aide de toutes les données disponibles.

Pour compléter l'appréciation hydrologique et pédologique du régime des eaux, le Service des Vulgarisations Agricoles établit une évaluation au point de vue agricole. Ces évaluations pratiques relatives à l'excès ou au manque d'eau furent recueillies par plus de 500 conseillers agricoles locaux. Sans doute, ces données renferment un élément subjectif, mais celui-ci a été corrigé dans une mesure importante par une étude nationale de la productivité des sols hollandais, exécutée

par l'Institut Central de Recherches Agronomiques sur 3.400 champs d'essais répartis dans tout le pays. De cette collaboration du Service des Vulgarisations Agricoles, de l'Institut Central de Recherches Agronomiques et du Comité de Recherches Agrohydrologiques des Pays-Bas a résulté l'établissement d'une carte détaillée indiquant l'évaluation des différences régionales quant aux excès d'humidité et à la sécheresse. Ces cartes sont également reproduites dans les rapports provinciaux.

Une troisième catégorie importante des recherches consistait à rassembler des données sur la salinité des eaux des polders. Elle fut exécutée en large coopération avec les comités et services provinciaux des parties occidentales et septentrionales des Pays-Bas. Ces activités furent coordonnées par la Section Horticole du Ministère de l'Agriculture, qui se chargera également de l'élaboration des données recueillies. L'inondation du 1^{er} février 1953, d'où résulta la décision de boucher les bras de mer zélandais, fit tout à coup de ces recherches un sujet d'actualité et l'importance, ces données pouvant également servir à l'établissement de projets préliminaires de fermeture.

Enfin, la C.O.L.N. entreprit de rassembler les données concernant l'altitude du sol. Sur 40 % de la superficie totale des Pays-Bas, ces données furent fournies par les archives. L'aperçu fourni par la C.O.L.N. a accéléré les travaux de nivellement des Pays-Bas et créé une meilleure coordination. On effectue toujours des nivellements sur une grande échelle dans le cadre de projets de mise en valeur. L'intention est de dresser une carte du relief des Pays-Bas à la densité d'une observation pour $\frac{1}{2}$ à 1 hectare. Les travaux furent coordonnés par le Service Général du „Waterstaat”, où furent également rassemblées les données relatives aux altitudes. Cet enregistrement est actuellement assuré par le Service d'Arpentage du „Waterstaat”.

L'élaboration de toutes ces données constituait une tâche immense et un grand nombre de données vaudraient certainement d'être élaborées plus avant. Il fallut fournir beaucoup de travail pour dépister, corriger ou indiquer sur la carte des profondeurs d'eau et de sécheresse les faibles différences se manifestant d'une région à l'autre. De la sorte, les cartes sont devenues plus pratiques sans qu'il soit pour cela nécessaire de les contrôler ou de les corriger avant de s'en servir dans la solution de problèmes d'importance locale.

Il fallut des recherches étendues pour vérifier les méthodes appliquées. L'influence exercée par le régime des eaux sur la productivité fut calculée à partir de l'évaluation agrologique des conditions d'humidité aussi bien que suivant les niveaux des eaux souterraines dans les profils. L'évaluation agrologique des conditions d'humidité constitue en cette matière un source importante de connaissances, qui, jusqu'ici, ne put guère être utilisée plus que superficiellement. Il est intéressant de signaler qu'en présence d'une basse productivité, le régime des eaux est encore jugé bon en pratique. En ce cas, l'expert technique a déjà de graves objections aux con-

Les différentes classes de niveau des eaux souterraines, en pourcentage de la superficie de chaque province et de la totalité des Pays-Bas.

Province	Niveaux d'hiver (en cm de profondeur)						
	0-20	20-40	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
Groningue	22	25	34	13	5	1	0
Frise	49	34	13	3	1	—	—
Drenthe	23	22	25	12	8	5	5
Overijssel	22	28	29	11	5	3	2
Gueldre	19	26	30	9	9	3	4
Utrecht	28	23	23	11	7	5	3
Holl. septentrionale	37	28	24	8	2	1	0
Holl. méridionale	38	26	26	7	3	0	—
Zélande	6	13	33	30	15	3	0
Brabant septentrional	8	24	35	17	9	5	2
Limbourg	11	12	14	10	13	12	28
Pays-Bas	24	25	27	11	7	3	3

Province	Niveaux d'été (en cm de profondeur)						
	0-20	20-40	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
Groningue	—	0	7	25	38	25	5
Frise	—	3	25	18	29	22	3
Drenthe	—	2	21	20	22	22	13
Overijssel	—	1	12	24	34	25	4
Gueldre	0	0	11	13	25	37	14
Utrecht	—	2	28	27	21	15	7
Holl. septentrionale	—	1	21	30	30	15	3
Holl. méridionale	—	1	23	26	24	24	2
Zélande	0	1	5	11	31	44	8
Brabant septentrional	—	0	4	14	28	34	20
Limbourg	0	1	5	7	15	25	47
Pays-Bas	0	1	14	19	28	27	11

ditions existantes. Les tableaux donnent un aperçu des résultats des recherches effectuées dans les différentes provinces.

Les chiffres relatifs aux Pays-Bas font voir que plus de 20 % des terres cultivées sont trop humides et que près de 40 % manquent d'eau, de sorte que dans ce dernier cas il serait avantageux d'appliquer de l'eau. On peut estimer que dans 40 % des terres cultivées aux Pays-Bas, la réduction du rendement résultant d'un excès ou d'un manque d'eau ne dépasse pas 10 %. Ces terres peuvent être qualifiées de bonnes. Une tâche importante sera donc d'améliorer la régulation du régime des eaux de toutes les terres néerlandaises présentant une réduction de rendement supérieure à 10 %.

Superficies des classes de sécheresse figurant sur la carte de sécheresse, en pourcentage de la superficie de chaque province et de la totalité des Pays-Bas.

Province	Classe de sécheresse selon la classification de la C.O.L.N.*						
	1	2	3	4	5	6	7
Groningue	10	25	46	14	—	5	—
Frise	9	41	28	10	3	9	—
Drenthe	3	24	52	20	1	0	—
Overijssel	7	31	39	6	14	3	0
Gueldre	9	20	57	8	—	5	1
Utrecht	3	19	70	5	3	—	—
Holl. septentrionale	2	15	75	6	0	2	0
Holl. méridionale	3	12	75	5	4	1	0
Zélande	5	9	74	10	—	1	1
Brabant septentrional	19	28	47	4	1	—	1
Limbourg	14	54	30	2	—	0	—
Pays-Bas	8	25	53	8	3	3	0

* La classe de sécheresse no. 1 est la plus sèche, no. 4 est la plus humide, no. 5, 6 et 7 sont des classes mêlées.
0 = moins de 0,5 % d'humidité.

Pourcentage de la superficie de chaque province appartenant aux classes de réduction de rendement calculées selon la moyenne des évaluations de la sécheresse en des mesures du niveau des eaux souterraines.

Province	Réduction de plus de 10% par suite d'excès d'eau	Dépression inférieure à 10%	Dépression de plus de 10% par suite de manque d'eau
Groningue	19	55	26
Frise	31	42	27
Drenthe	19	29	52
Overijssel	17	32	51
Gueldre	14	39	47
Utrecht	27	35	38
Holl. septentrionale	24	54	22
Holl. méridionale	21	56	23
Zélande	8	45	47
Brabant septentrional	13	40	47
Limbourg	13	9	78
Pays-Bas	19	41	40

Les travaux de recherches exécutés avec l'appui de l'aide Marshall ont fortement approfondi les connaissances relatives aux conditions agrohydrologiques. Pour ce qui est des recherches scientifiques, la coopération dans un domaine étendu entre différentes organisations a été renforcée. On a pu constater que la mise en commun de toutes les données disponibles et l'échange des vues existantes ont fortement accéléré les travaux de recherches.

Les services exécutifs ont travaillé en excellente entente. Les données et l'expérience acquises durant l'étude ont été accueillies avec joie par les experts pratiques du génie rural. Les recherches de la C.O.L.N. furent également appréciées par les administrations des polders. De nombreuses conférences ont été faites afin de

propager les connaissances acquises pendant ces recherches et la publication des rapports y contribuera assurément encore davantage.

Les travaux effectués ont permis de constater combien une étude exécutée sur une échelle nationale et supportée par une activité scientifique intensive peut activer la réalisation d'un projet d'étude, tant au point de vue scientifique que pour les résultats pratiques.

Ces recherches ont été supportées par une large aide des autorités gouvernementales et provinciales. Il a été démontré qu'un tel type de recherches à objet nettement défini constitue une méthode importante de rassemblement de connaissances utiles à des fins agricoles. Ce système de recherches coordonnées et à orientation exactement définie, faites d'un commun accord des institutions indépendantes, mérite sans aucun doute grande attention, à présent aussi bien qu'à l'avenir.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Nachkriegsjahren war man in Holland stark bemüht die vorliegenden Möglichkeiten der Produktivität besser zu verwerten oder neue Möglichkeiten zu eröffnen. In landwirtschaftlichen Kreisen wurden sämtliche Produktionsfaktoren eingehend studiert. Auf dem Gebiet des Wasserhaushalts wurden grosse Möglichkeiten zur Hebung der ländlichen Wohlfahrt erwartet. Zu jener Zeit war die Kenntnis von dem Einfluss des Wasserhaushalts aber nur beschränkt. In einigen Jahren vertiefte sich diese Kenntnis beachtlich zufolge der umfassenden Arbeit, welche durch eine grosse Anzahl Forscher über die Bedeutung des Wasserhaushalts geleistet wurde und in 1948 wurde schon das Bedürfnis empfunden, einen ländlichen Ueberblick über den Feuchtigkeitshaushalt und die Möglichkeiten zur Produktionssteigerung zu erstellen.

Damals bot die Regierung alles auf um zur regionalen Verbesserung, entweder durch Polder- und Bachverbesserung, oder durch Flurbereinigung, zu geraten. Bei diesen tief eingreifenden Verbesserungen kann ein grundsätzlich neuer Plan der Wasserbeherrschung erstellt werden. Bei der Regionalverbesserung des Wasserhaushalts ist Einblick in den Umfang der Verbesserungsmöglichkeit zur Beurteilung der Lokalisierung der Unzulänglichkeiten in dem Wasserhaushalt und der Dringlichkeit der Verbesserung für die Erstellung eines Planes eine unentbehrliche Grundlage für eine angemessene Investition, sowie für die Schaffung eines mehr rendablen Betriebstyps.

Die Dürre in den Jahren 1947 und 1949 hatte zur Folge, dass die Bedeutung eines etwaigen Wassermangels immer stärkere Beachtung fand. Die ganze Entwicklung der Melioration des Wasserhaushaltes war schon jahrhundertlang auf die Bekämpfung des Wasserüberflusses ausgerichtet. Jetzt, wo die Mittel zu einem genügenden Wasserabfluss so umfangreich geworden sind, dass eine zu weitgehende Trockenlegung nicht länger mehr die technischen Möglichkeiten übersteigt, kommt es darauf an die Pläne so zu gestalten, dass man sich sowohl gegen Produktionsverluste durch zu wenig, wie durch zu viel Wasser, gegen Verluste durch zu tiefe, wie durch zu untiefe Wasserstände, verwehren kann. Man gelangte zu der Erkenntnis, dass die Erfahrungen aus diesen trocknen Jahren und die Erwägungen über die Möglichkeiten eines starken Abflusses zwei Seiten eines selben Problems sind und die Frage erhob sich ob die Techniker die Niederlande durch Wasserbeherrschung — also durch Wasserabfluss und -zufuhr beide — zu einem noch blühenderes landwirtschaftliches Gebiet gestalten könnten als bis dahin mit Wasserabflusswerken allein.

Die Gelder aus der Gegenwertrechnung, die sogenannten Marshallgelder, stellten eine finanzielle Grundlage dar zur Durchführung einer umfassenden Untersuchung des landwirtschaftlichen Wasserhaushalts in den Niederlanden. Dabei arbeiteten die verschiedenen Dienststellen der Ministerien für Landwirtschaft, Wasserbauwirtschaft und Volksgesundheit und die Organisation für angewandte Naturwissen-

schaftliche Forschung aufs engste zusammen. Es wurde der „Ausschuss für die Untersuchung des Wasserhaushalts in der niederländischen Landwirtschaft“ — abgekürzt die C.O.L.N. genannt — ins Leben gerufen. Die provinziellen Fachexperten bildeten Provinzialarbeitsgruppen, die ländlichen Experten beteiligten sich an der Arbeit der ländlichen Arbeitsgruppe. In einem agrohydrologischen Kolloquium, wozu man monatlich zusammentrat, konnte jeder Forscher auf hydrologischem oder agrohydrologischem Gebiet seine Forschungsergebnisse einem breiten Forum grösstenteils jüngerer Fachgenossen unterbreiten. Hier wurde ein festgefügttes Band zwischen den Forschern gelegt und eine grössere Einförmigkeit in der Betrachtungsweise erzielt. Ein erheblicher Teil der wissenschaftlichen Erforschungsarbeit auf agrohydrologischem Gebiet kanalisierte sich im Rinnal der C.O.L.N.

Die C.O.L.N. wurde in den Stand gesetzt in jeder Provinz einen Akademiker beim Landeskulturamt anzustellen, wodurch eine Zusammenarbeit mit Sachverständigen bei der Ausführung der kulturtechnischen Arbeiten zustande kam. Dadurch wurde die Tätigkeit dieser Akademiker in einer Richtung gelenkt, die für das Gelingen der Studie von höchster Wichtigkeit war. Schon bei dem Sammeln der hydrologischen Beobachtungen wurden die Angaben vielfach benutzt. Bei manchen der zurzeit in Ausführung begriffenen kulturtechnischen Sanierungsarbeiten für ein Gebiet, das sich über einige Zehntausende von Hektaren erstreckte, wurden die dort gesammelten Daten und erworbenen Erkenntnisse ausgewertet um zu bessere Pläne zu gelangen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung für den Deltaplan was das wichtigste Objekt, woran mitgearbeitet werden konnte.

Was die Forschungsarbeit erstrebte, war vor allen Dingen die Erstellung einer Uebersicht der Grundwassertiefe während des ganzen Jahres. Dazu wurden 23.000 Röhren — 1 pro 100 ha über das ganze Land — viermal im Jahr vermessen, 2.000 wurden jede 14 Tage und 65 jeden Tag wahrgenommen. Bei den letzten 65 Röhren wurden zugleich Regenmenge und Verdunstungsmenge festgestellt. Die Wassertiefemessungen wurden zu Uebersichten pro Provinz zusammengefasst. Auf diese provinzielle Uebersichten stützt dieser Bericht. Für jede Provinz wurde eine Karte mit durchschnittlich den höchsten Winterwasserständen und durchschnittlich den niedrigsten Sommerwasserständen zusammengestellt. Diese Karten wurden in die elf Provinzialberichte aufgenommen. Sämtliche Wasserstandsangaben der C.O.L.N. wurden zusammen mit vielen von anderen Instanzen gemessenen Grundwassertiefen durch das Archiv der Grundwasserstände festgelegt, welche Stelle die Reihe von Beobachtungen über das ganze Land in einem grosszügigen Programm weiter fortsetzt.

Ein zweiter Teil der Erforschungsarbeit wurde gebildet durch die Festsetzung der bodenkundig-hydrologischen Eigenschaften, wozu das Institut für Bodenkartierung eine Bodenkarte des ganzen Landes zusammenstellte. Mittels zahlreicher pF-Messungen wurde ein Anfang gemacht mit einer ländlichen Eichung dieser Karte um die Ergebnisse in modernen, physischen Grössen zu übersetzen. Für die

Untersuchungen wurden die vielen Profiltypen zu 7 Profilgruppen mit gestaffelten Entwässerungsforderungen zusammengefasst. Die Reaktion der Vegetation auf den Wasserstand wurde für diese Profilgruppen auf Grund sämtlicher verfügbaren Unterlagen und Erkenntnisse der in den Niederlanden ausgeführten Ertragsstudien zusammengestellt.

Als Anhaltspunkt neben der hydrologischen und pedologischen Beurteilung wurde eine landwirtschaftskundige Beurteilung der Feuchtigkeitsverhältnisse durch den Landwirtschaftsberatungsdienst aufgestellt. Die in der Praxis erworbenen Erfahrungen mit bezug auf Wasserüberfluss oder Dürre wurden durch die mehr als 500 Assistenten des Beratungsdienstes gesammelt. Diese Unterlagen waren unzweifelhaft subjektiver Natur. Aber durch eine vielumfassende Untersuchung nach der Ertragsfähigkeit der niederländischen Böden, welche in den selben Jahren über das ganze Land mit einer Serie von 3.400 Versuchsfeldern durch das Zentralinstitut für die Landwirtschaftliche Forschung durchgeführt wurde, war es möglich, das subjektive Element weitgehendst zu korrigieren. Eine bis in kleinem Detail ausgearbeitete Karte der Beurteilung des landwirtschaftlich erfahrenen Wasserüberflusses und der Vertrocknung war das Ergebnis dieser Zusammenarbeit zwischen dem Beratungsdienst, dem Zentralinstitut für die Landwirtschaftliche Forschung und der C.O.L.N. Auch diese Karten sind in die Provinzialberichte aufgenommen worden.

Besonders wichtig war auch das Sammeln von Unterlagen betreffend den Salzgehalt des Polderwassers. Dies wurde erreicht in einer breiten Zusammenarbeit zwischen Ausschüssen der Provinzen und Dienststellen des ganzen Westens und Nordens des Landes, welche in dem Salzgehalt des offenen Wassers interessiert waren. Als Zentralstelle trat die Direktion für die Gartenbauwirtschaft im Landwirtschaftsministerium auf, welche für Zusammenordnung und Bearbeitung der Angaben sorgte. Die Ueberschwemmung vom 1. Februar 1953 und die darauf folgenden Beschlüsse zum Verschluss der Meeresarme in Zeeland machten diese Untersuchungen besonders aktuell. Auch diese Angaben des Salzgehaltes konnten dazu dienen bessere Ausblicke in die Bedeutung dieser Verschlusspläne zu vermitteln.

Eine letzte Aktivität war ein Versuch zur Erlangung von Angaben betreffend die Höhenlage der Bodenoberfläche über das ganze Land. Von 40 % der Gesamtfläche sind Höhenzahlen aus den niederländischen Archiven hervorgebracht. Durch diese Uebersicht der Höhenlage ist es möglich die künftigen Nivellierungen besser zu koordinieren und schneller durchzuführen. Noch immer werden umfangreiche Nivellierungen durchgeführt. Es ist sehr erwünscht, dass dabei überschüssige Ecken vermessen werden und die Gedanken darauf ausgerichtet bleiben eine das ganze Land überdeckende Nivellierungskarte der Niederlanden anzufertigen mit einer Dichte von 1 Beobachtung pro $\frac{1}{4}$ bis 1 Hektar. Koordinierungsmittelpunkt und Kern der Aktivität lag für diesen Teil der Arbeit bei der Allgemeinen Dienststelle des Staatlichen Wasserbauamtes, wo auch das Archiv für die verfügbaren Höhen-

angaben aufgebaut wurde. An dieser archivmässigen Festlegung der Unterlagen wird noch regelmässig weitergearbeitet durch den Messdienst des Staatlichen Wasserbauamtes.

Die Bearbeitung sämtlicher Unterlagen war eine umfangreiche Aufgabe. Viel liegt daher noch in der Mappe, das ein näheres Studium ohne Zweifel wert ist. Viel Forschungsarbeit war zum Beispiel notwendig um geringe Unterschiede im allgemeinen Niveau, welche von Gegend zu Gegend in Wasserstands- und Verrockungskarten eingeschlüpft sind, zu ermitteln und zu korrigieren. Die Bedeutung dieser Tätigkeit wird zumal zum Ausdruck kommen in einer direkteren Brauchbarkeit der Karten. Diese Prüfungsarbeit wird das Bedürfnis nach Erprobung oder Korrektur vorbeugen, wenn die Unterlagen zum praktischen Einsatz benutzt werden würden.

Viele Untersuchungen wurden durchgeführt zur Erprobung der verwendeten Methoden. Die Auswirkung des Wasserhaushalts auf die Produktivität wurde sowohl aus der praktischen Beurteilung des Feuchtigkeitszustandes berechnet, als aus der Grundwassertiefe in den Profilen. Die Ertragskurven wurden an Hand der Wachstumsergebnisse und der Feuchtigkeitshaushaltsgesetze erprobt. Die praktische Bewertung des Feuchtigkeitszustandes erwies sich als eine bedeutsame Quelle praktischer Erkenntnisse, welche noch kaum oberflächlich ausgenutzt werden konnte. Auffallend und bedeutungsvoll ist, dass die Praxis ihre Grenzen, zwischen denen der Wasserhaushalt als gut zu bezeichnen ist, so weit in das Gebiet der grösseren Ertragsdepressionen verlegt. Die Praxis ist noch zufrieden, wo der technische Sachverständige schon ernstliche Bedenken gegen die bestehende Situation zu äussern vermag.

In einigen Aufstellungen können die hauptsächlichsten Ergebnisse der Forschungsarbeit zusammengefasst werden, welche dann für jede Provinz wie folgt aussehen.

Wenn man die Zahlenberichte für das ganze Land näher betrachtet, so zeigt es sich, dass mehr als 20 % der Kulturböden zu nass sind. Etwa 40 % der Oberfläche hat unter der Dürre zu leiden und würde aus einer Wassergabe dem Ertrag nach Nutzen ziehen. Von 40 % der niederländischen landwirtschaftlichen Nutzfläche kann man schon annehmen, dass der Ertragsfall durch Wasserüberfluss oder Dürre kleiner als 10 % ist. Diese Böden könnte man also als gut bezeichnen. Die Wasserregulierung der niederländischen Böden verdient mithin stärkere Beachtung.

Die erfreulichen finanziellen Möglichkeiten, welche durch die Marshallgelder eröffnet wurden, haben der Vertiefung der Kenntnisse betref's der Wasserwirtschaft in der Landwirtschaft stark Vorschub geleistet.

Auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Forschungsarbeit hat sich die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Dienststellen befestigt. Dabei zeigte es sich, dass die Zusammenordnung sämtlicher verfügbaren Unterlagen und Erkenntnisse die Untersuchungen erheblich intensiviert hat.

Prozentische Oberfläche, in der die Grundwassertiefenklassen je Provinz vorkommen.

Provinz	Winterwasserstände (in cm unter Oberfläche)						
	0-20	20-40	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
Groningen	22	25	34	13	5	1	0
Friesland	49	34	13	3	1	—	—
Drente	23	22	25	12	8	5	5
Overijssel	22	28	29	11	5	3	2
Gelderland	19	26	30	9	9	3	4
Utrecht	28	23	23	11	7	5	3
Noordholland	37	28	24	8	2	1	0
Zuid-Holland	38	26	26	7	3	0	—
Zeeland	6	13	33	30	15	3	0
Noord-Brabant	8	24	35	17	9	5	2
Limburg	11	12	14	10	13	12	28
die Niederlande	24	25	27	11	7	3	3

Provinz	Sommerwasserstände (in cm unter Oberfläche)						
	0-20	20-40	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
Groningen	—	0	7	25	38	25	5
Friesland	—	3	25	18	29	22	3
Drente	—	2	21	20	22	22	13
Overijssel	—	1	12	24	34	25	4
Gelderland	0	0	11	13	25	37	14
Utrecht	—	2	28	27	21	15	7
Noordholland	—	1	21	30	30	15	3
Zuid-Holland	—	1	23	26	24	24	2
Zeeland	0	1	5	11	31	44	8
Noord-Brabant	—	0	4	14	28	34	20
Limburg	0	1	5	7	15	25	47
die Niederlande	0	1	14	19	28	27	11

Auf dem Gebiet der Zusammenarbeit zwischen den mit der Ausführung der Arbeiten beauftragten Dienststellen ist auf diese Weise ein gutes Verhältnis entstanden, sodass die Errungenschaften der Zusammenarbeit schon während der Untersuchungen ihren Weg nach der Praxis der kulturtechnischen Ausführungstätigkeit gefunden haben.

Die Forschungsarbeit der C.O.L.N. hat in der Praxis der Polderverwaltung in erfreulicher Masse Aufmerksamkeit erwecken können. An der Verbreitung der neuen wissenschaftlichen Errungenschaften wurde in vielen Vorträgen gearbeitet und diese Beratungstätigkeit wird zweifelsohne durch die Veröffentlichung der Berichte einen noch festeren Ausgangspunkt bekommen.

Aus den Untersuchungen wurde klar, wie eine ländliche Erhebung, von einer

Oberflächen der Dürreklassen auf der Vertrocknungskarte in Prozentsätzen der Oberfläche per Provinz, bzw. in den Niederlanden.

Provinz	Dürreklasse nach den Untersuchungen der C.O.L.N.*						
	1	2	3	4	5	6	7
Groningen	10	25	46	14	—	5	—
Friesland	9	41	28	10	3	9	—
Drente	3	24	52	20	1	0	—
Overijssel	7	31	39	6	14	3	0
Gelderland	9	20	57	8	—	5	1
Utrecht	3	19	70	5	3	—	—
Noordholland	2	15	75	6	0	2	0
Zuid-Holland	3	12	75	5	4	1	0
Zeeland	5	9	74	10	—	1	1
Noord-Brabant	19	28	47	4	1	—	1
Limburg	14	54	30	2	—	0	—
die Niederlande	8	25	53	8	3	3	0

* Klasse 1 ist die trockenste, 4 die meist nasse, 5, 6 und 7 sind gemischte Klassen.

0 = weniger als 0,5 %.

Oberflächen in Prozentsätzen der Provinzgrösse, durch Klassen der Ertragsdepression eingenommen, als Durchschnitt berechnet aus Vertrocknungsbewertung und Grundwassertiefemessungen.

Provinz	Depression von mehr als 10% durch zu grossen Wasserüberfluss	Depression weniger als 10%	Depression von mehr als 10% durch zu grosse Dürre
Groningen	19	55	26
Friesland	31	42	27
Drente	19	29	52
Overijssel	17	32	51
Gelderland	14	39	47
Utrecht	27	35	38
Noordholland	24	54	22
Zuid-Holland	21	56	23
Zeeland	8	45	47
Noord-Brabant	13	40	47
Limburg	13	9	78
die Niederlande	19	41	40

intensiven, wissenschaftlichen Aktivität unterstützt, einen Gegenstand des Studiums, sowohl in wissenschaftlicher als praktischer Hinsicht, in hohem Masse fördern und anregen kann.

Die Obrigkeit von Staat und Provinz haben diese wissenschaftliche Zusammenarbeit finanziell und anders unterstützt. Es hat sich herausgestellt, dass eine solche Untersuchung, welche scharf auf ein genau umrissenes Ziel ausgerichtet ist, besonders wichtig sein kann um das Sammeln nützlicher Kenntnisse zu fördern. Diese koordinierte, zielgerichtete Untersuchung verdient neben der freien Forschungstätigkeit der Forschungsanstalten auch in der Zukunft stärkste Beachtung.

ISOCARPENDIAGRAMMEN

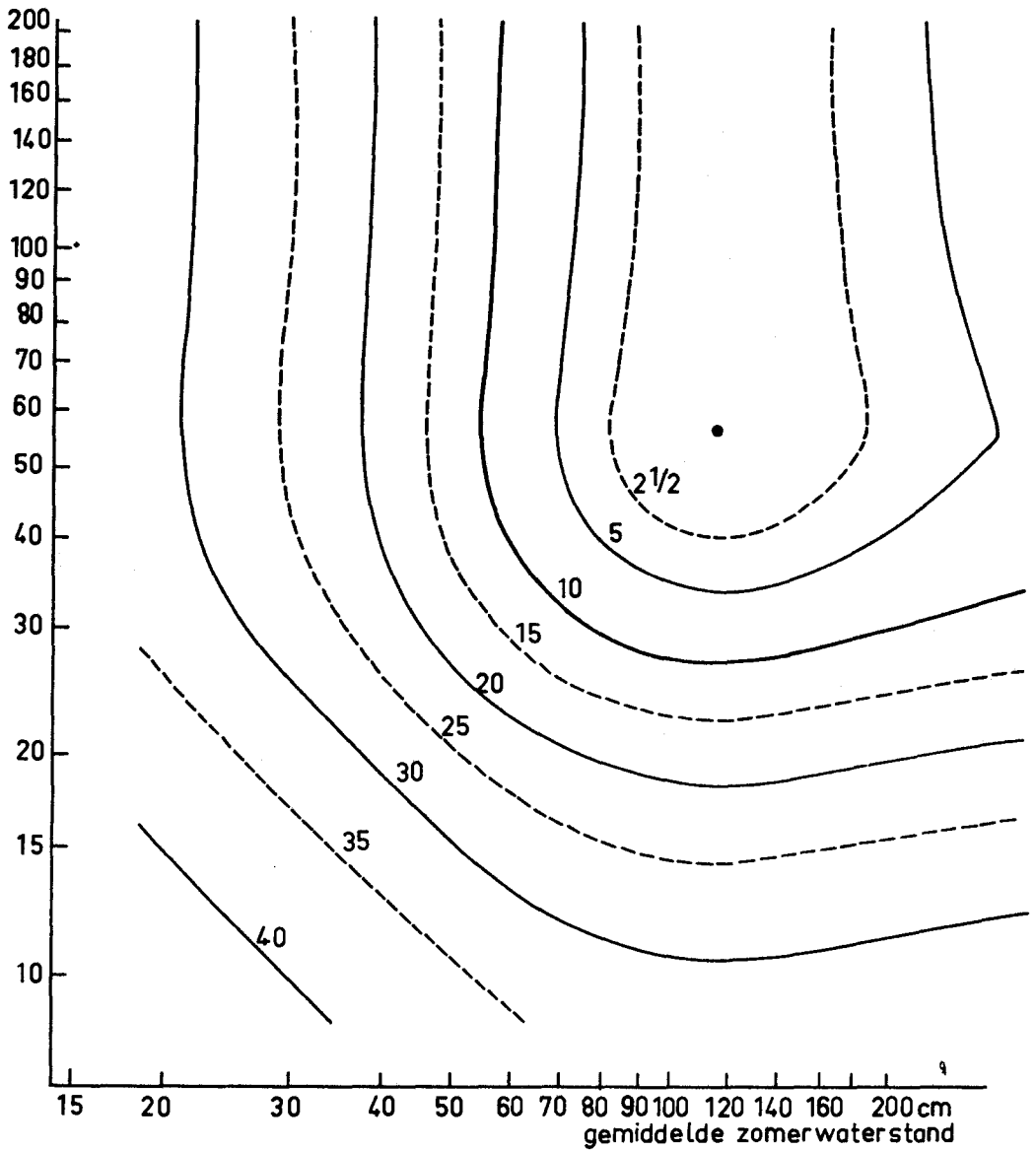
De betekenis van de navolgende isocarpendiagrammen (bijlage 1-12) vindt men uiteengezet in hoofdstuk IV paragraaf 6 (pag. 110) en meer speciaal in deel c van deze paragraaf (pag. 119). Alvorens de diagrammen te gebruiken raadplege men echter ook de delen a en b van deze paragraaf, in verband met de mogelijkheid van aanpassing aan de omstandigheden in het gebied, waarop men de isocarpen wil toepassen.

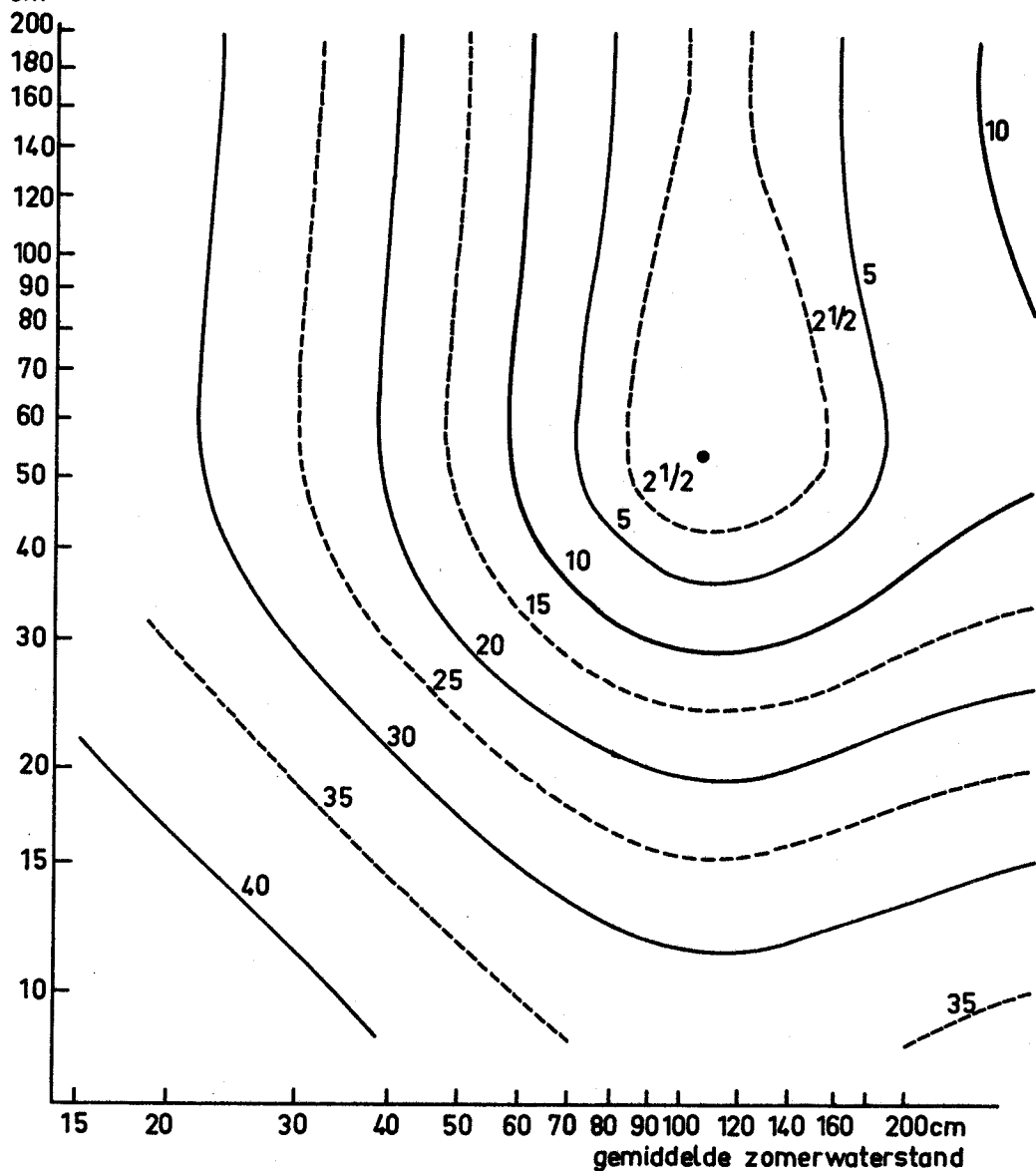
In de figuren vindt men lijnen voor gelijke opbrengst-depressie, aangegeven met depressiepercentages als bij de lijnen aangetekend. De stip geeft de plaats van het optimum weer. De waterstanden zijn de gemiddeld hoogste en laagste waterstanden over twee tot drie maanden, berekend uit waarnemingen, die om de 14 dagen werden verricht. De diagrammen kunnen *niet* worden gebruikt met de hoogste of laagste waterstand, die zich over een korte tijd incidenteel kan voordoen.

BOUWLAND
profielgroep 1

Bijlage 1

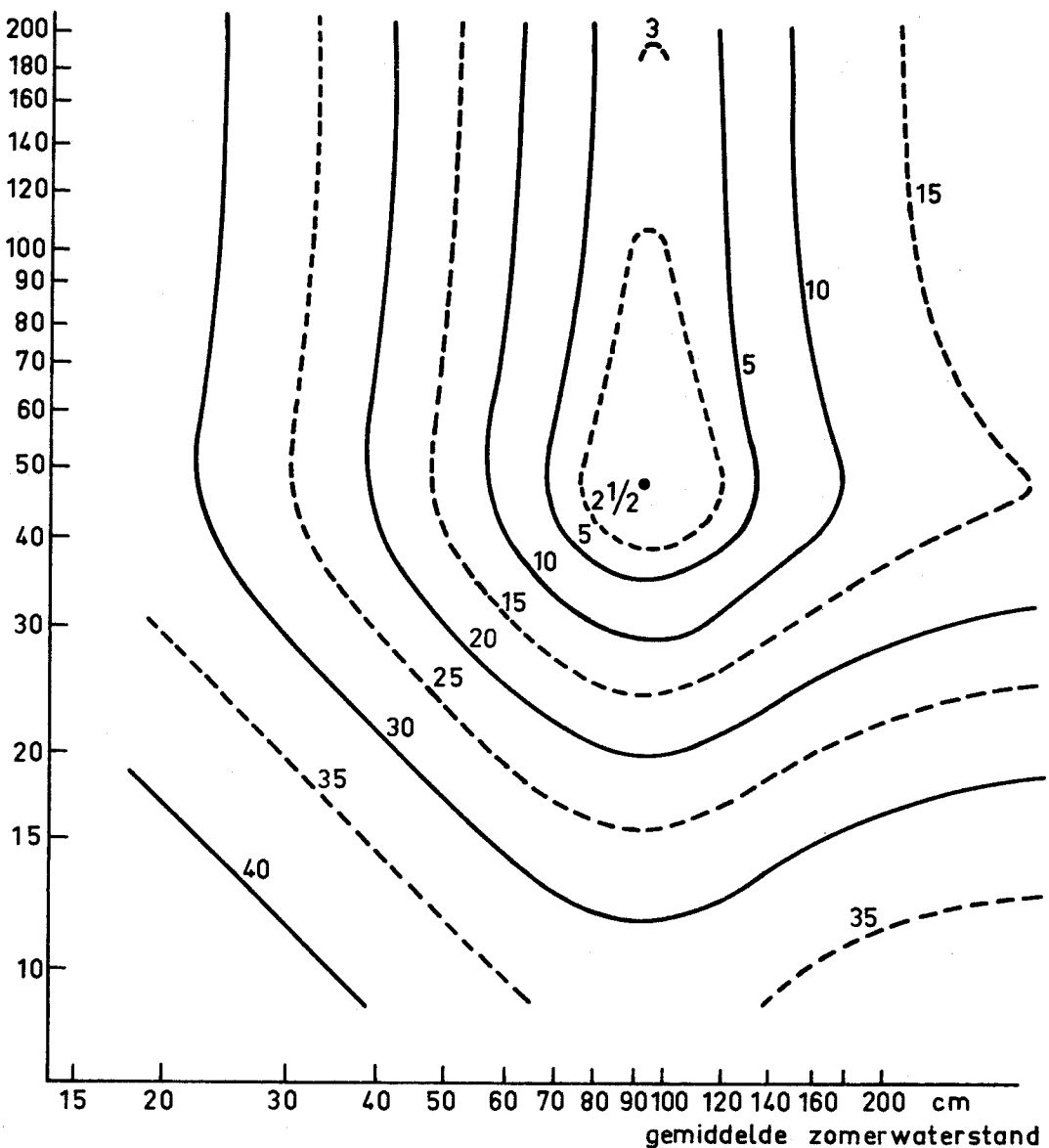
gemiddelde winterwaterstand
cm



BOUWLAND
profielgroep 2**gemiddelde winterwaterstand**
cm

BOUWLAND
profielgroep 3

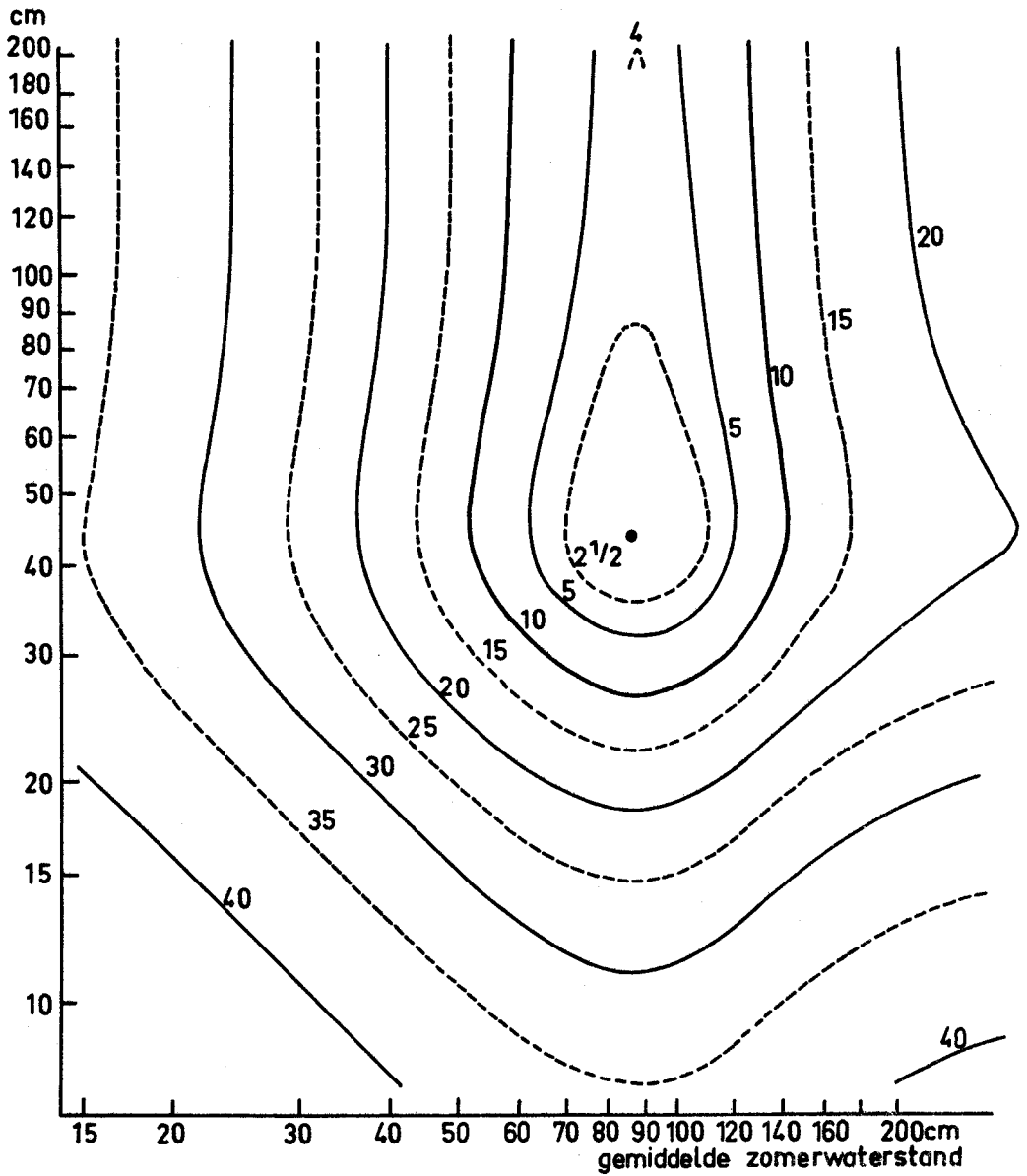
gemiddelde winterwaterstand
cm



gemiddelde zomerwaterstand

BOUWLAND
profielgroep 4

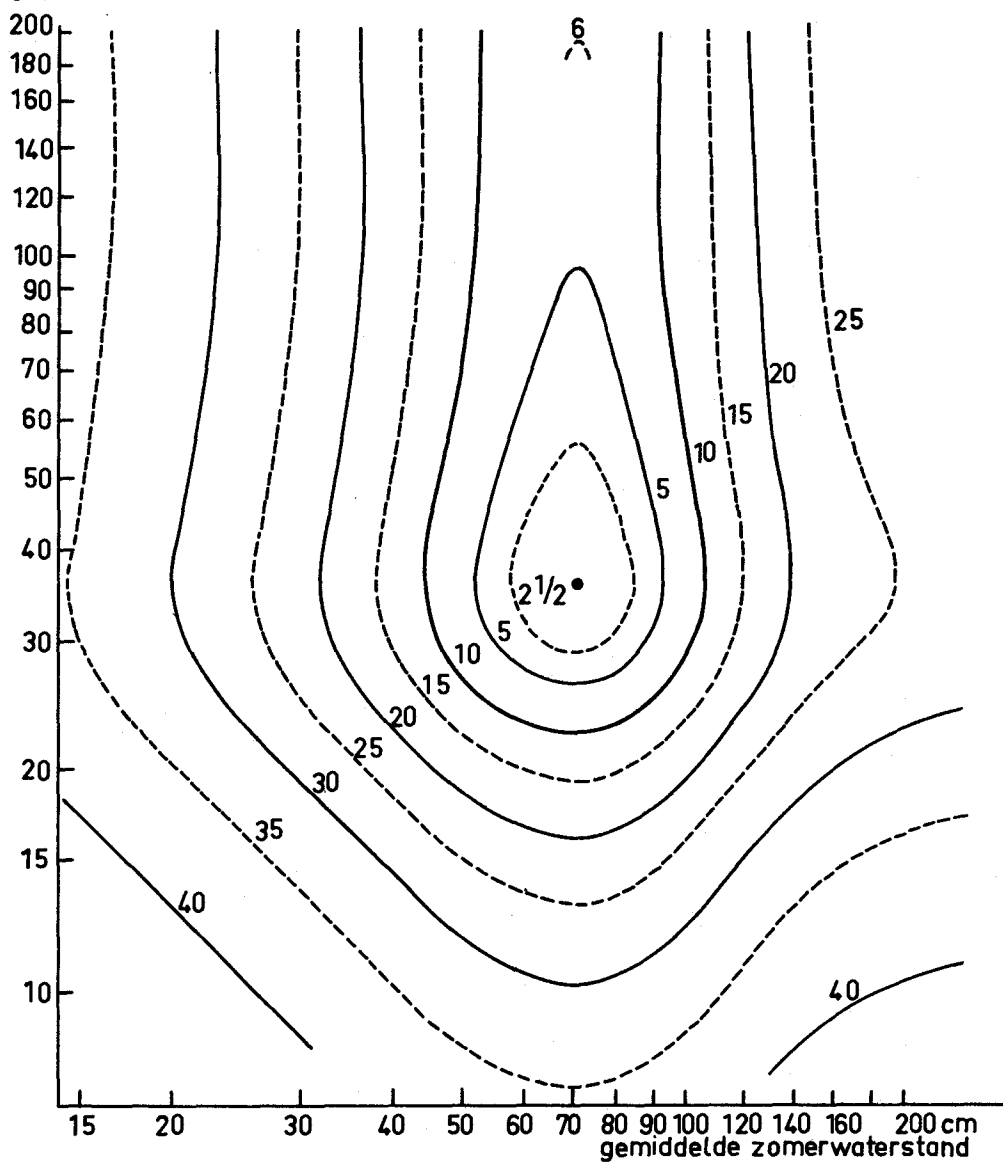
gemiddelde winterwaterstand



BOUWLAND
profielgroep 5

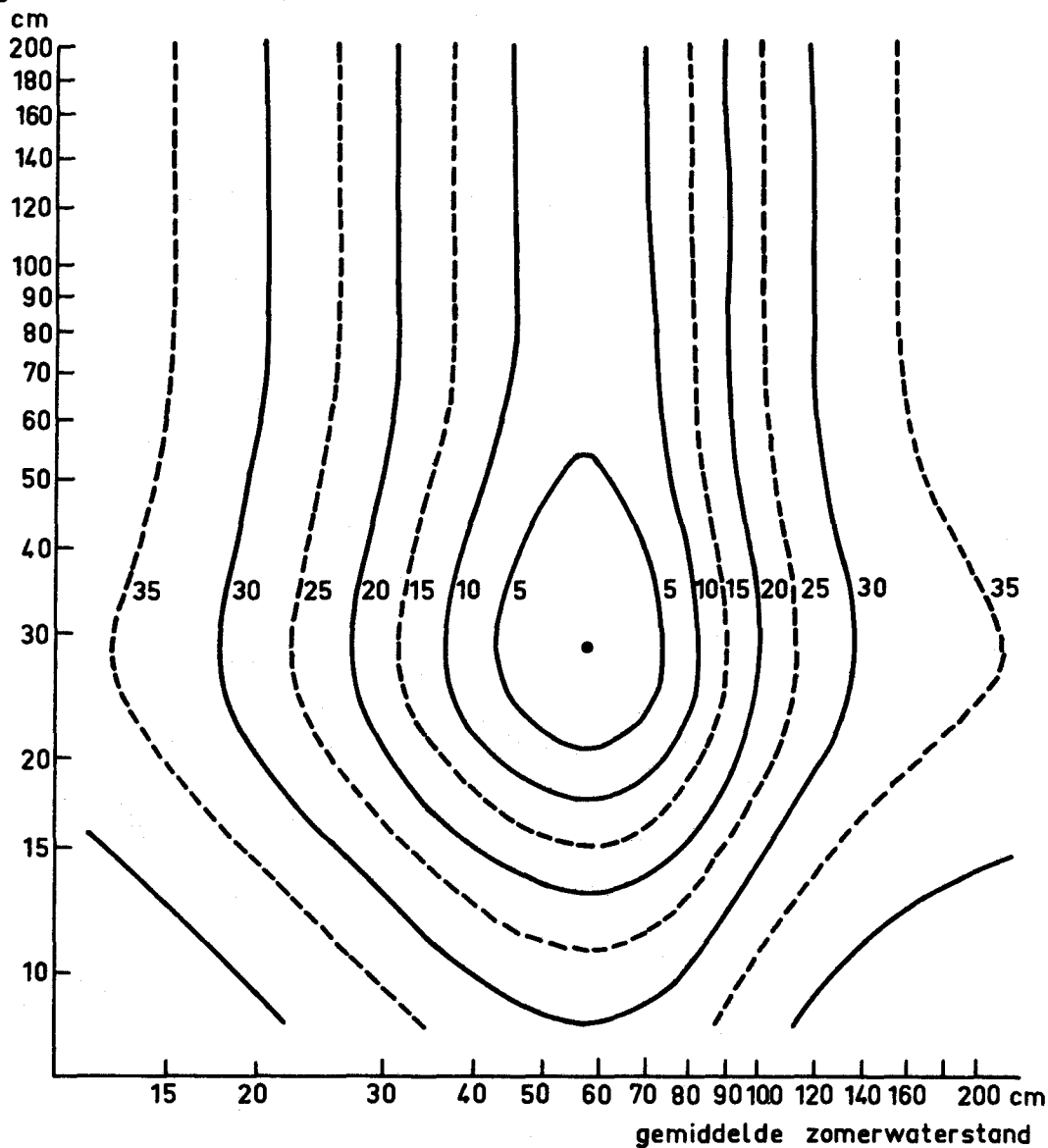
gemiddelde winterwaterstand

cm



BOUWLAND profielgroep 6

gemiddelde winterwaterstand



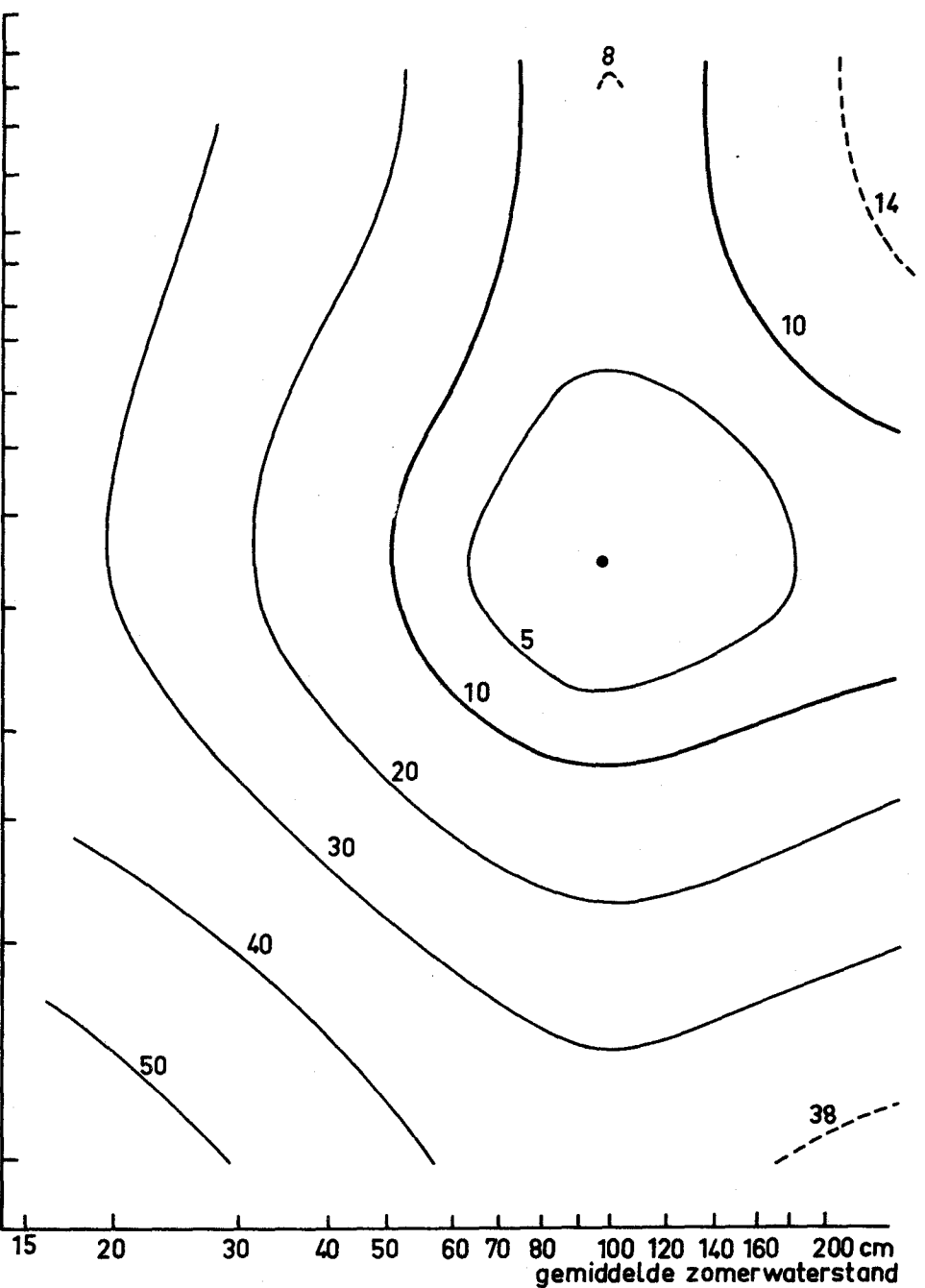
GRASLAND
profielgroep2

Bijlage 7

gemiddelde winterwaterstand

cm

200
180
160
140
120
100
90
80
70
60
50
40
30
20
15
10
5



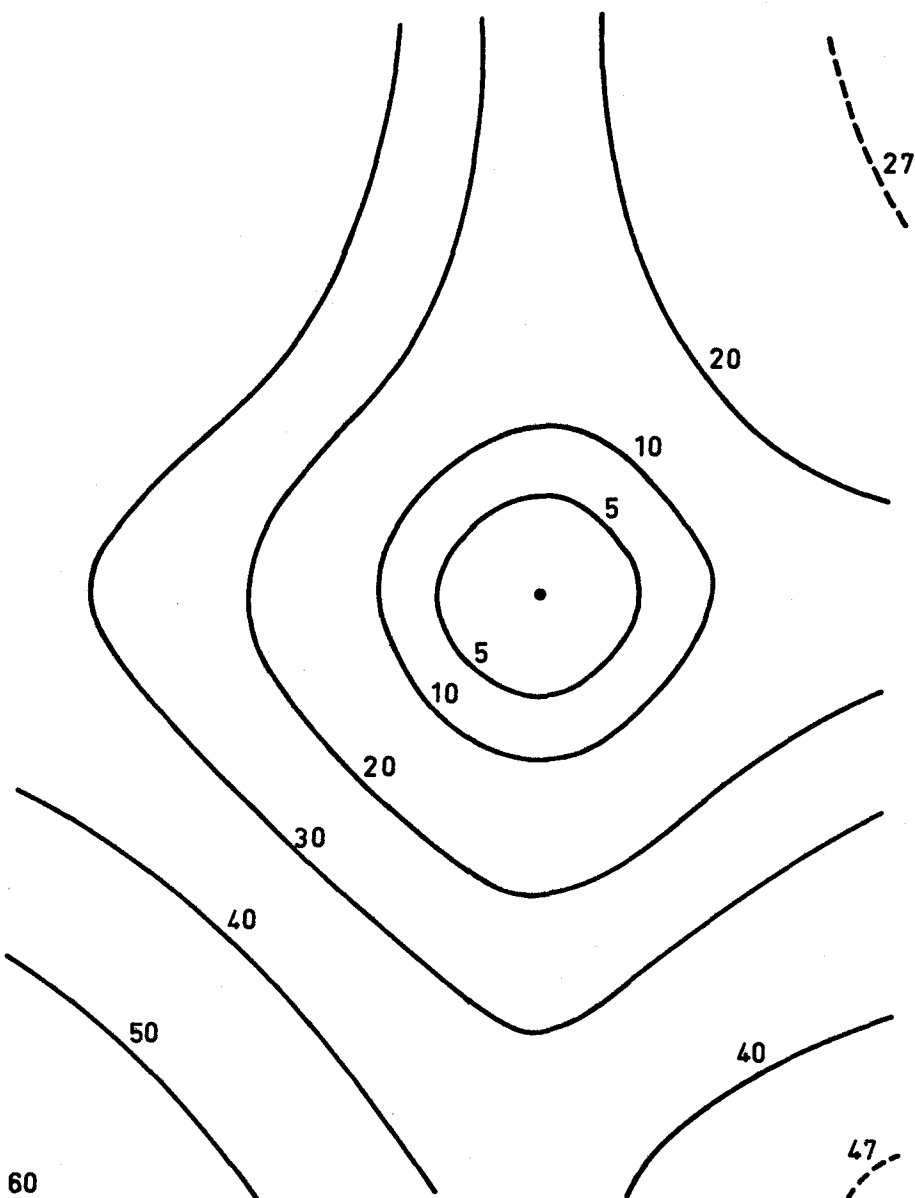
GRASLAND
profielgroep 3

Bijlage 8

gemiddelde winterwaterstand

cm

200
180
160
140
120
100
90
80
70
60
50
40
30
20
15
10
5

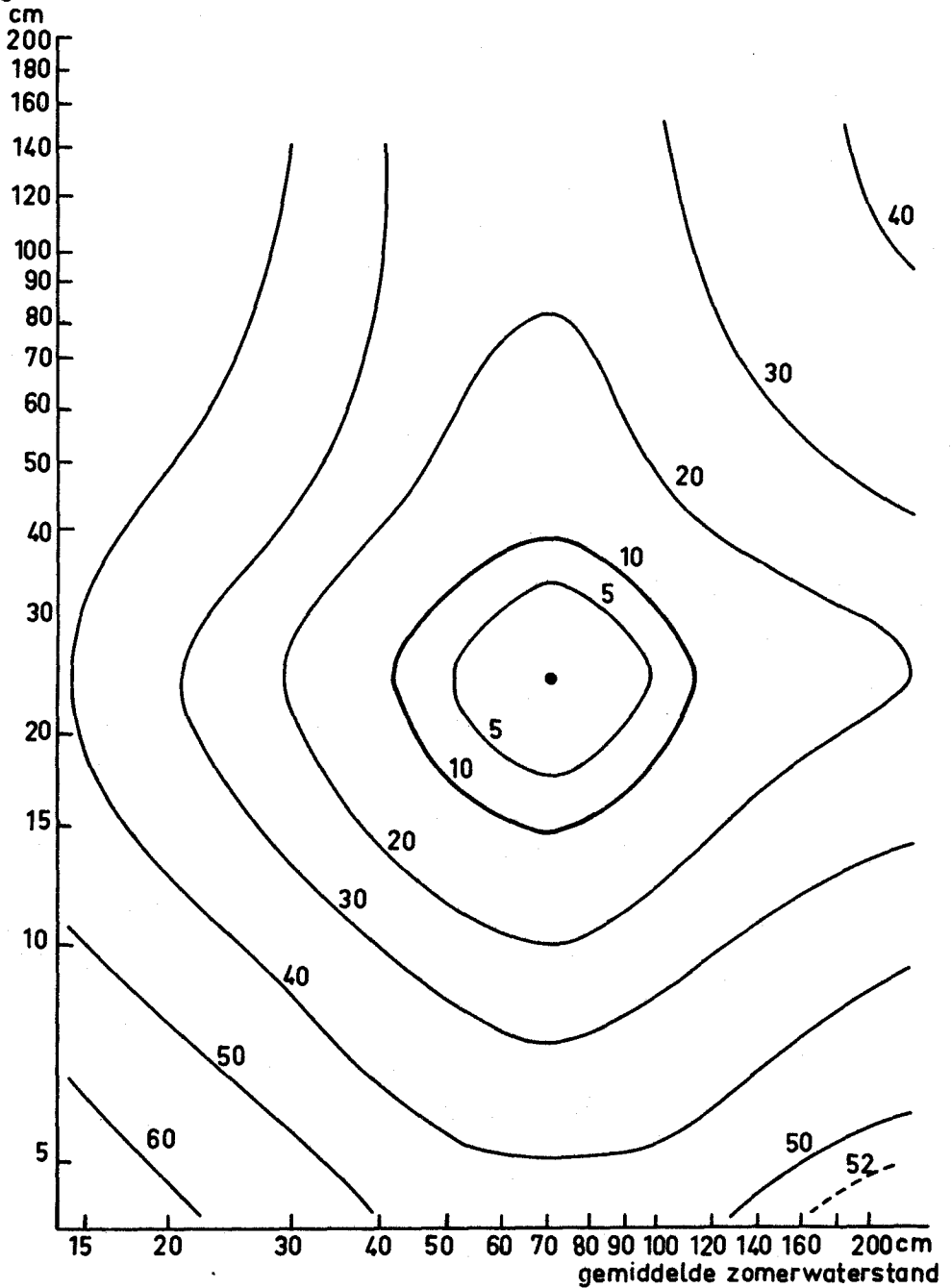


gemiddelde zomerwaterstand

GRASLAND
profielgroep 4

Bijlage 9

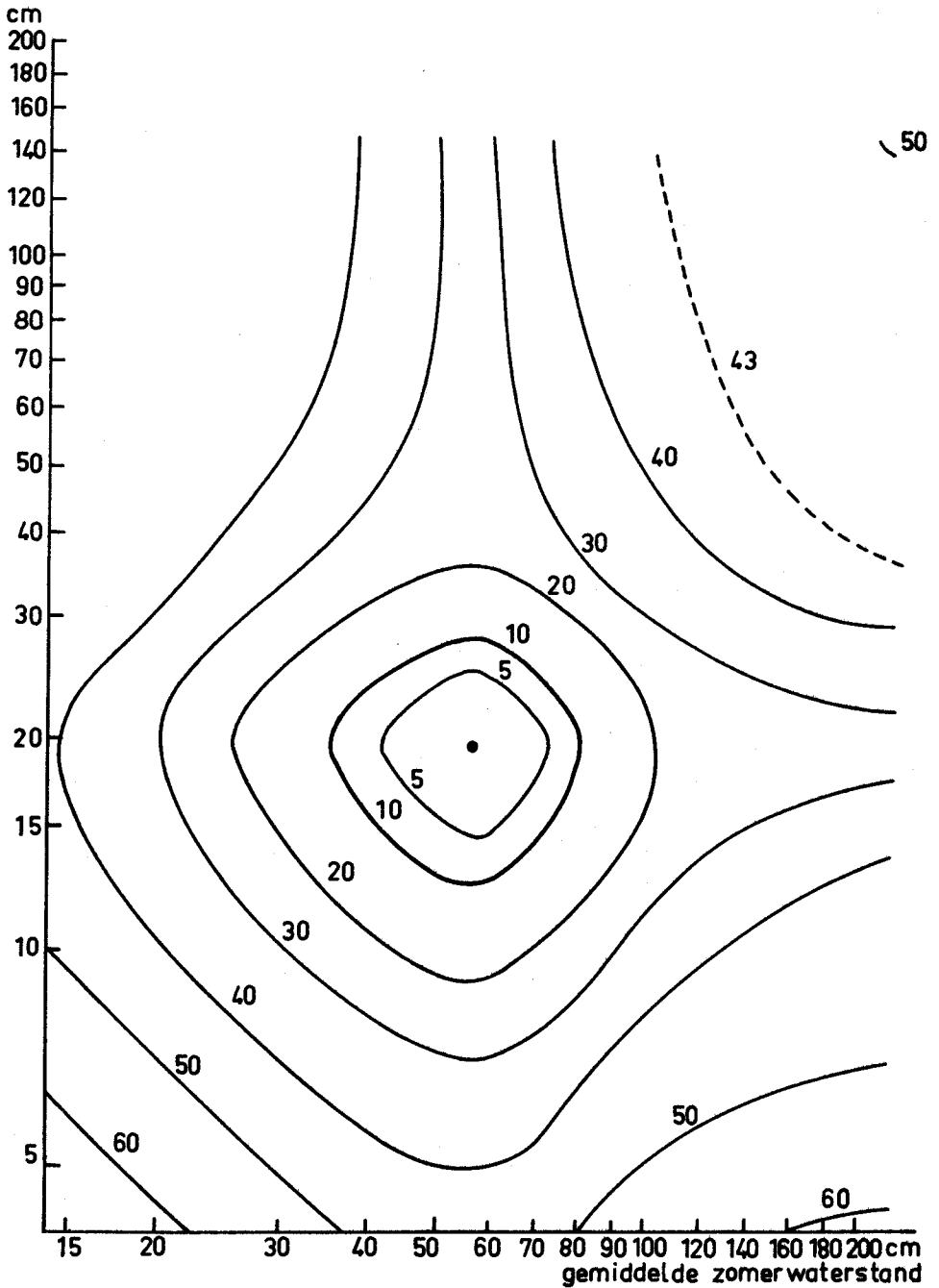
gemiddelde winterwaterstand



GRASLAND
profielgroep 5

Bijlage 10

gemiddelde winterwaterstand



GRASLAND
profielgroep 6

gemiddelde winterwaterstand

cm

200

180

160

140

120

100

90

80

70

60

50

40

30

20

15

10

5

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

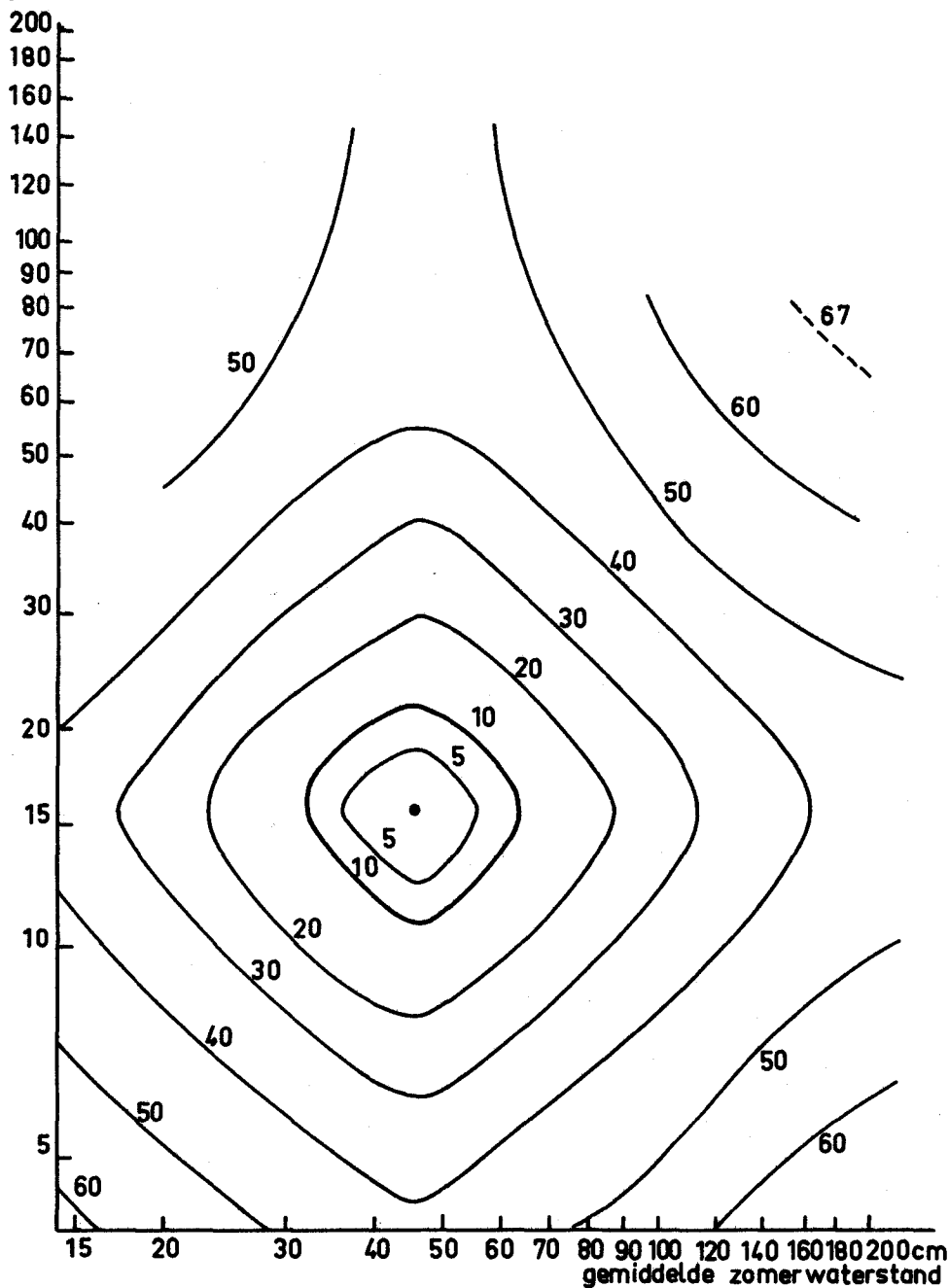
0

0

0

0

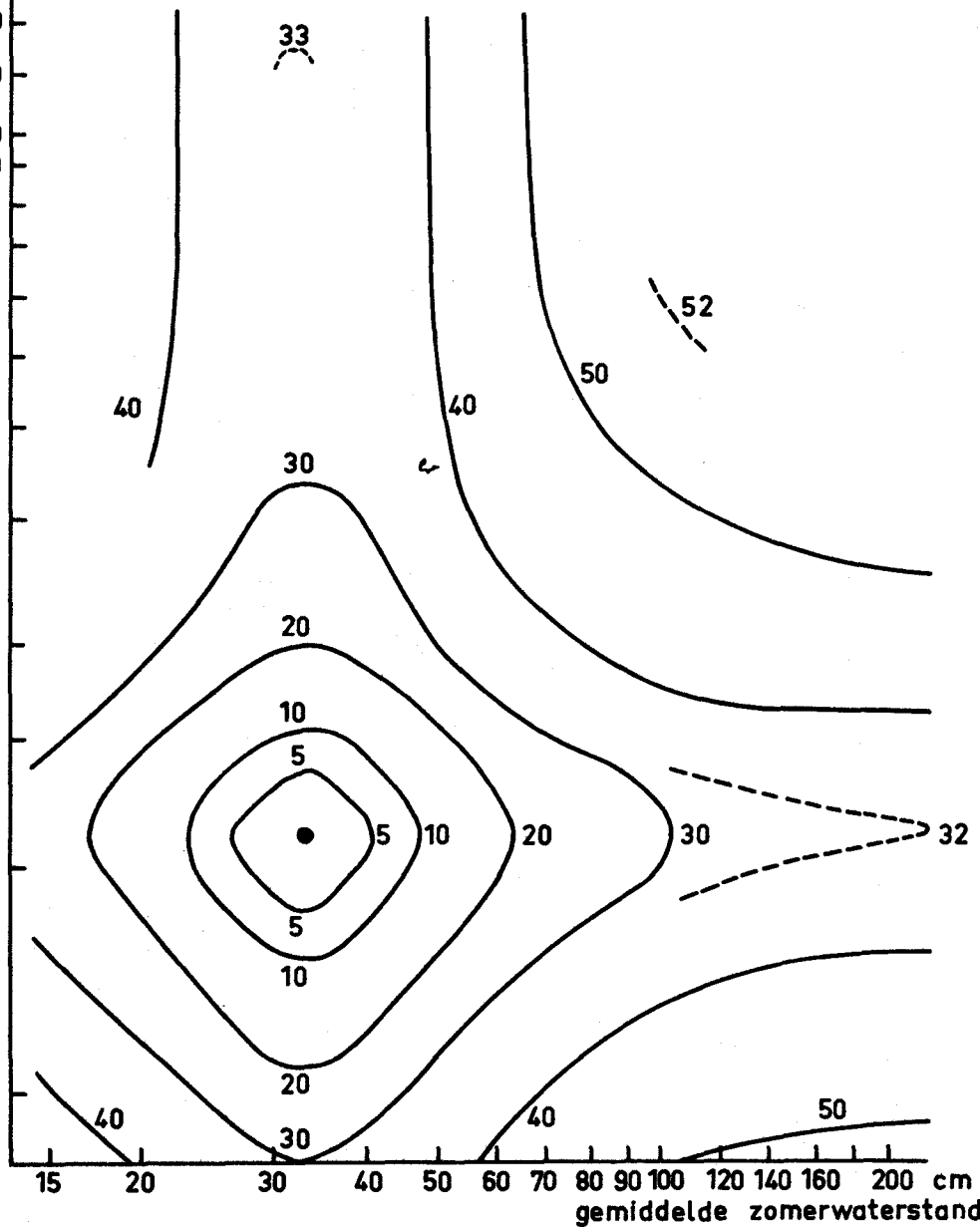
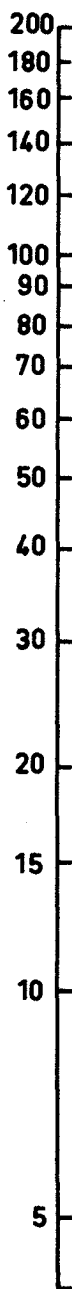
0



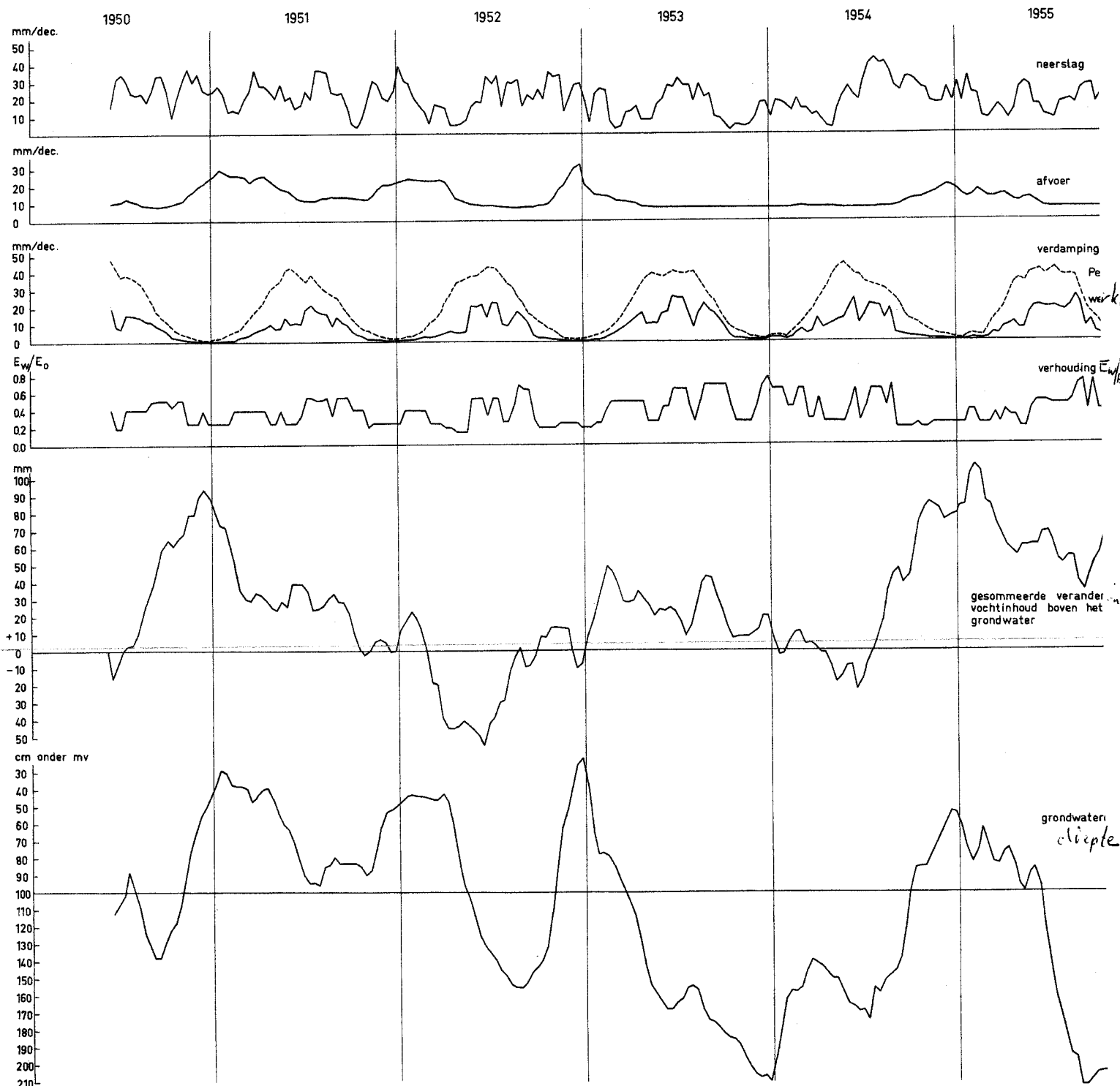
GRASLAND profielgroep 7

gemiddelde winterwaterstand

cm



De waterbalans over een periode van zes jaar voor
een zandgrond in oostelijk NOORD-BRABANT



De waterbalans over een periode van zeven jaar voor een zavelgrond op ZUID-BEVELAND

