

# Waterhuishoudkundig onderzoek van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding\*)

Het ICW is één van de ruim 30 onder het Ministerie van Landbouw en Visserij ressorterende landbouwkundige instituten waarvan het merendeel in of nabij Wageningen is gevestigd. De werkgebieden van deze instituten komen veelal overeen met die van de afdelingen van de Landbouwhogeschool, ze hebben echter alleen een onderzoeks- en geen onderwijsstaak.

Zoals de naam aangeeft, houdt het ICW zich bezig met cultuurtechnisch en waterhuishoudkundig onderzoek. Het Instituut is dan ook zeer nauw verbonden met de Cultuurtechnische Dienst te Utrecht.

De cultuurtechniek heeft vooral in de laatste jaren grote veranderingen ondergaan. Dat is met name een gevolg van de ontwikkelingen die de ruilverkaveling heeft doorgemaakt. Het instrument van ruilverkaveling, dat vroeger slechts een verbetering van de waterhuishouding en een herindeling van de percelen inhield, is uitgegroeid tot de uitvoering van een veel meer omvattend object. Wegenaanleg, boerderijverplaatsingen, recreatieve voorzieningen, objecten van natuurbeheer, landschapsinrichting en soms zelfs dorpsrioleringen worden thans ook in het plan opgenomen. De moderne ruilverkaveling is daarmee uitgegroeid tot het meest geëigende middel tot herstructurering van het platteland, waarvoor ook wel de term landinrichting wordt gebruikt. Aan de meeste facetten daarvan werken op het Instituut één of meer stafleden met hun technische medewerkers.

Vanzelfsprekend blijft de waterhuishouding in de ruimste zin van het woord een belangrijk facet bij de vernieuwing van het platteland. Onder West-Europese omstandigheden blijft de waterbeheersing een belangrijke factor in de landbouwproductie. Men denke bovendien aan het effect van een toenemend verhard oppervlak (steden, dorpen, wegen) op de waterafvoer, als ook aan het belang van de waterhuishouding bij vele recreatieve voorzieningen. De hydrologie maakt dan ook nog altijd ca. 40 % van het onderzoek op het Instituut (dat een totale personeelsbezetting heeft van 120 man waarvan 30 academici), uit.

Gezien de belangstelling van de op deze vergadering aanwezigen zal ik mij beperken tot het bespreken van enkele onderdelen van ons waterhuishoudkundig onderzoek. De overige activiteiten van het Instituut kunt U vinden in het Jaarverslag 1969 en in het boekje „A Decade Research in Land and Water Management”.

Bij een vergelijking van de problemen van de waterhuishouding in de landbouw en die bij de drinkwatervoorziening heeft de landbouwkundige het gevoel dat de watervoorziening voor bevolking en industrie wat dat betreft ver in het voordeel is. Natuurlijk zijn er in de drinkwatervoorziening sterke pieken in de waterafname per dag en een hogere behoefte in droge maanden, maar deze variaties lijken toch niet meer dan rimpelingen in een overigens gelijkmatige stroom. De productie en behoefte in landbouw kent daartegenover grote discontinuïteiten; over de jaren is onregelmatigheid regel als gevolg van de nauwere samenhang met de natuurlijke omstandigheden.

De problematiek van drinkwatervoorziening en van water voor de landbouw is dan ook sterk verschillend. Mag men zeggen dat het hoofdprobleem bij de watervoorziening van bevolking en industrie voor de naaste toekomst de winningsmethode van het benodigde water is, bij de landbouw blijven het waarschijnlijkheidsprobleem van overmaat of

TABEL I - Procentueel aandeel van de verschillende verziltingsbronnen (Couwenhoven en Toussaint, 1969)

Bron	Rijnland	Delfland	Schieland	W.-Nederland
Industrie	2,2	37,5	3,2	11,0
Kwel	83,1	54,6	78,5	75,5
Gasbronnen	8,6	2,6	13,5	7,8
Bemesting	1,4	1,2	1,2	1,3
Neerslag	4,7	3,9	3,6	4,3

tekort en de daarvoor te treffen economisch mogelijke maatregelen voorop staan.

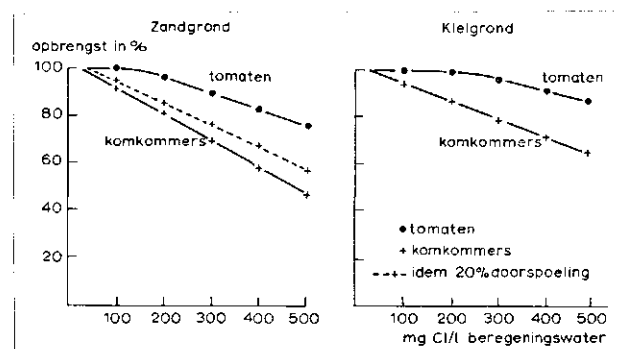
De snelle economische ontwikkeling met de ongunstige nevenverschijnselen voor het milieu, de grote haven- en waterstaatswerken en de acuut geworden problemen voor de watervoorziening van de bevolking hebben de waterhuishoudkundige problemen in ons tijdsbestek weer sterk in de belangstelling gebracht. Dit blijkt onder meer uit drie belangrijke rapporten van de laatste jaren: De Toekomstige Drinkwatervoorziening van Nederland (1967), het Rapport van het Werkcomité Watervoorziening van Midden-West-Nederland (1967) en De Waterhuishouding van Nederland (1969).

Voor de nota van Rijkswaterstaat over de waterhuishouding van Nederland geeft gemakkelijk aanknopingspunten met het onderzoek dat op het Instituut wordt uitgevoerd.

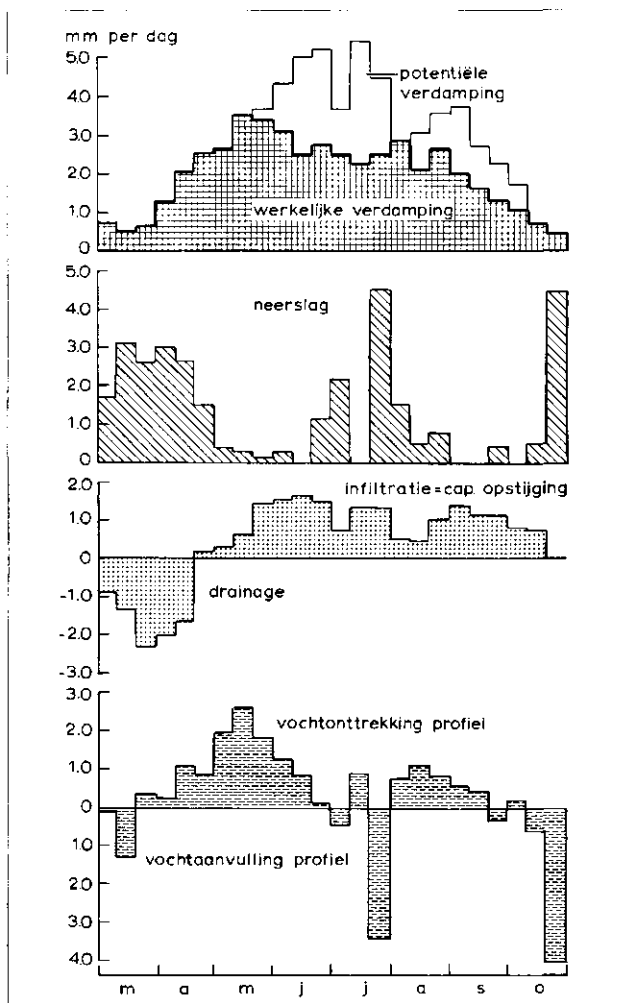
Uit de nota blijkt dat in een droge zomerperiode de doorspoeling ter bestrijding van de verzilting een zeer belangrijke post op de waterbalans is. De verziltingsbestrijding is in West-Nederland gestart ten behoeve van de tuinbouw, waarmee grote economische belangen zijn gemoeid. De doorspoeling dient thans echter ook het belang van de verwijdering van andere verontreinigingen en daarmee de algemene milieuhygiëne.

Het zal U duidelijk zijn dat in het onderzoek van het Instituut aan de kwaliteit van het water de nodige aandacht wordt besteed. Dit betrof tot voor kort het Cl-gehalte, doch thans worden ook andere factoren in het onderzoek betrokken. Het onderzoek, dat veelal plaats vindt in klimaatskassen, heeft als doel na te gaan welke eisen met name de tuinbouwgewassen stellen aan de kwaliteit van het beregeningswater. Als een voorbeeld geef ik de invloed van het Cl-gehalte van dat water op de opbrengst van tomaten en komkommers (afb. 1), hetgeen aantoonde dat het toelaatbare Cl-gehalte van beregeningswater op ca. 200 mg Cl/l moet worden gesteld.

Afb. 1 - Effect van de kwaliteit van beregeningswater op de opbrengst van tomaten en komkommers op een zand- en een kleigrond (Bierhuizen, 1969).



\*) Voordracht gehouden op de najaarsvergadering van de VWN op 1 oktober 1970 in het Staringgebouw te Wageningen.



Afb. 2 - Daggemiddelden (over 10-daagse perioden) van potentiële en werkelijke verdamping, neerslag, drainage en capillaire opstijging, en vochtveranderingen gemeten aan een lysimeter met een ongestoord veenprofiel begroeid met gras in het droge jaar 1959 (Van den Berg, 1962).

Ongeveer 4 jaar geleden is in het westelijk deel van het land door het Instituut een onderzoek gestart naar de bronnen van de verzilting. Een analyse van water- en zoutbalansen, opgesteld met behulp van afvoeren en zoutbemonstering, van de verschillende polders en hoogheemraadschappen gaf als resultaat de in tabel I genoemde orde van belangrijkheid van de aanwezige verziltingsbronnen.

Een aanmerkelijk deel van de verzilting is te wijten aan aanvoer van zout grondwater (kwel). Uit deze cijfers komt naar voren dat doorspoeling met zoet water altijd een belangrijke rol in West-Nederland zal blijven spelen. Een tweede, thans lopende, fase van het onderzoek behelst dan ook een uitgebreid geo-hydrologisch onderzoek waarin vooral aandacht wordt besteed aan de diepe grondwaterstroming en aan de lokalisatie van de kwel. Hiertoe wordt op een groot aantal plaatsen de weerstand van het afdekkende pakket bepaald. Naast deze onderzoeken in West-Nederland begint ook de waterkwaliteit als milieuhygiënische factor steeds meer aandacht in het onderzoek van het Instituut te vragen. In het kader van een onderzoek over de recreatie rond en in water heeft bijvoorbeeld, in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid, een onderzoek plaatsgevonden naar de verontreiniging van strandbaden in samenhang met de aantallen bezoekers. Dit type onderzoek zal zich gaan verbreiden, waarbij wat ons aandeel betreft de relatie met de hydrologie op de voorgrond zal staan. Tot nu toe hebben in ons onderzoek de kwantitatieve aspecten

TABEL II - Aandeel van de verschillende waterbronnen in de landbouwproductie in een droog jaar bij volledige watervoorziening van het gewas (naar Van den Berg, 1970, afb. 2d)

Bron	Procentueel aandeel	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> water
Neerslag	35	4,0
Vochtonttrekking profiel	24	2,7
Kwel	3	0,3
Capillaire opstijging	13	1,5
Aanvoer (kunstmatig)	25	3,0

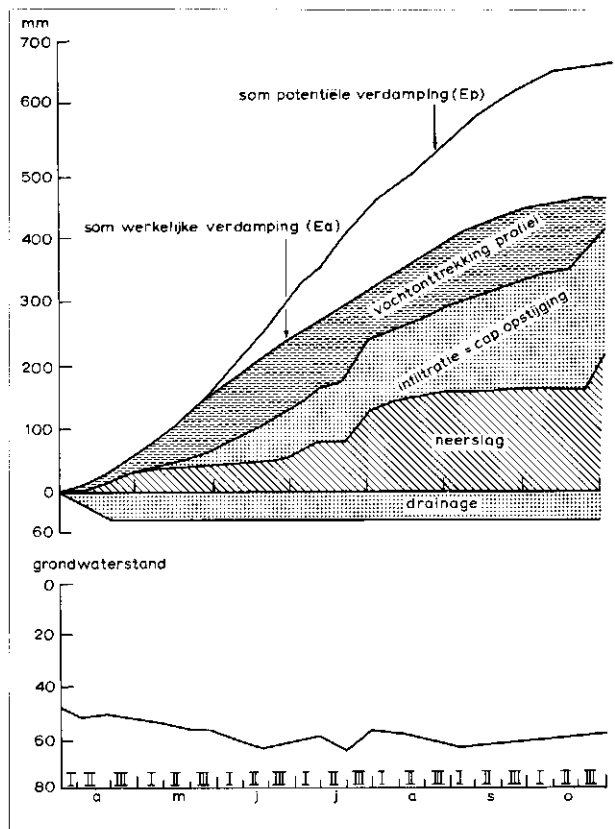
ten van de waterhuishouding in de landbouw de meeste aandacht gekregen. Ze kunnen het best worden samengevat in een vergelijking van de waterbalans die er ongeveer als volgt kan uitzien: Regen + Kwel + Irrigatie + Infiltratie = Evapotranspiratie + Afvoer + Wegzijging + Vochtberging in de grond.

De eenvoud van deze formule is slechts schijnbaar: er zijn weinig onafhankelijke componenten en de meeste beïnvloeden elkaar. Maar de vergelijking geeft in kort bestek alle factoren waaraan bij ons onderzoek aandacht wordt geschonken, waarbij bovendien nog de relatie wordt gelegd met de productie.

De afvoer van water is een factor die met name overweegt in de winterperiode. Met voorbijgaan echter van ons onderzoek dat hieraan is gewijd, zoals drainage- en ontwateringsvraagstukken in polders en beekgebieden, wil ik wat dieper ingaan op vragen die verband houden met perioden van tekort aan water en met de mogelijkheden die ten aanzien van wateraanvoer bestaan.

Hierbij is in het bijzonder onderzoek in droge jaren interessant. Een voorbeeld van een onderzoek naar alle factoren van de waterbalans in een met gras begroeide lysimeter in een zeer droog jaar geeft afb. 2.

Afb. 3 - Gegevens gemeten aan een lysimeter met een ongestoord veenprofiel begroeid met gras in het meer „normale” jaar 1957. Grondwaterstand in cm min maaiveld (Van den Berg, 1962).



TABEL III - Mogelijke extra bruto landbouwproductie bij een extra wateraanvoer voor de tekorten over 10 jaar

Aantal jaren per 10 jaar	Productievermeerdering in 10 <sup>6</sup> gld	Extra wateraanvoer in 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>
5	0	0
1	92	0,25
1	185	0,5
1	375	1,0
1	750	2,0
1	1500	4,0

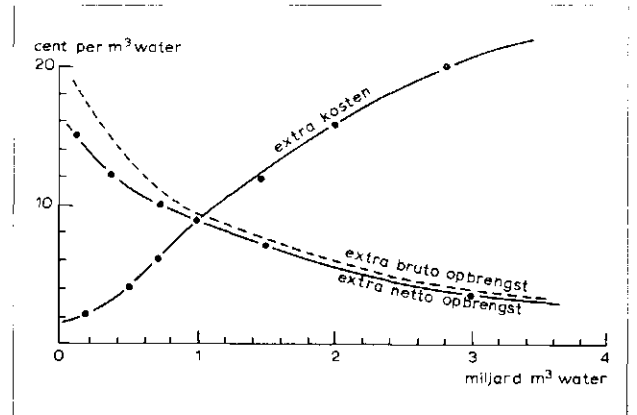
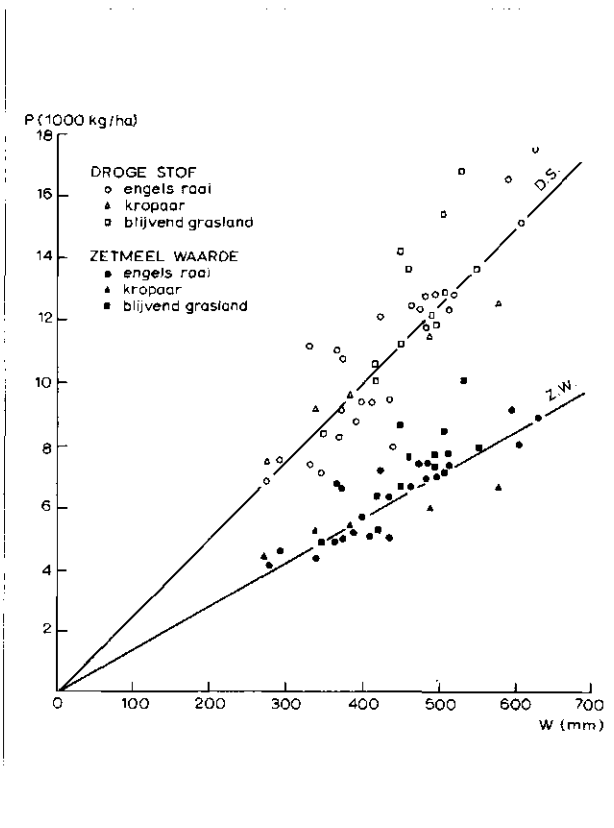
Men ziet hoe in de loop van de zomer de werkelijke verdamping steeds meer achterblijft bij de uit meteorologische gegevens berekende potentiële verdamping. Het tekort aan regen wordt aangevuld uit de vochtvoorraad in de bovengrond en uit het grondwater via capillaire opstijging. Het grondwater werd in dit geval op peil gehouden.

De sommatie van de verschillende componenten geeft een beeld als gegeven in afb. 3, waaruit het totale „watertekort” over de groeiperiode is af te leiden.

Zowel de levering uit de bodemvoorraad als de capillaire nalevering hangen nauw samen met bodemkundige eigenschappen en deze kunnen in het laboratorium worden gemeten. Voor het eerste is de vochtspannings- of pF-curve een hulpmiddel (zie o.a. Van der Valk en Stakman, 1969), de capillaire eigenschappen kunnen worden nagegaan door middel van infiltratie in grondkolommen (zie o.a. Wesseling en Wit, 1968). De meting van vochtgehalten door middel van neutronen- of gammastralen (zie o.a. Ryhiner en Pan-kow, 1969) speelt hierbij ook een rol.

Uit zulke gegevens is een goed beeld verkregen van de eigenschappen van de onverzadigde zone van de belangrijkste bodemtypen in Nederland (Rijtema, 1969). Het is dan ook mogelijk voor de landbouwgronden in geheel Nederland

Afb. 4 - Relatie tussen waterverbruik (W) en productie (P) in droge stof (DS) resp. zetmeelwaarde (ZW) bij grasland (Van den Berg, 1970).



Afb. 5 - Extra bruto en netto opbrengst, resp. extra kosten, bij toenemende aanvoer van water ten behoeve van de Nederlandse landbouw (Van den Berg, 1970).

een overzicht samen te stellen van de mate waarin in een droge zomer de gronden van water zouden moeten worden voorzien om een maximale productie te bereiken. Daarvoor is echter eerst nodig afb. 4 te bezien, waarin het verband is gelegd tussen de watervoorziening van een gewas en de productie. Van de vele verbanden die zijn verkregen in pot-, kas- en veldproeven is hier de reactie van gras gegeven. Hierbij blijkt tot een hoog niveau van watervoorziening een rechtlijnige toename van de productie te bestaan.

Voor de landbouwgronden in geheel Nederland kunnen nu, door de verschillende grondsoorten en de gewassenarealen in aanmerking te nemen, de in tabel II gegeven cijfers worden bepaald, geldende voor een droog jaar rond het jaar 2000, waarbij is aangenomen dat circa 2,2 miljoen ha landbouwgrond optimaal van water zullen worden voorzien.

Met wateraanvoer zal dan ongeveer 35 % van de waterbehoefte kunnen worden gedekt door de regen. Thans wordt echter 50 % door de regen geleverd, terwijl de landbouw voor de andere 50 % is aangewezen op de capillaire opstijging en de in de winter opgebouwde vochtvoorraad in het profiel.

Het is een interessante bijzonderheid dat via capillaire opstijging circa 1,5 miljard m<sup>3</sup> water aan de landbouw wordt geleverd. Een hoeveelheid die van dezelfde orde van grootte is als het streefgetal dat voor de wateronttrekking aan het grondwater voor drinkwaterdoeleinden wordt genoemd.

Of de boven berekende kunstmatige aanvoer van 3 miljard m<sup>3</sup> water in de toekomst voor de landbouw ooit zal kunnen worden gerealiseerd is in hoge mate een economisch probleem, waarbij niet alleen de prijzen van landbouwprodukten maar ook de kosten van wateraanvoerwerken een rol spelen. Hierbij moet er aan worden gedacht dat de behoefte aan extra wateraanvoer sterk met de jaren varieert.

Een globale vergelijking van baten en kosten levert het volgende beeld. De opbrengstvermeerdering door water kan (uitgaande van de huidige produktiewaarde van circa 5,3 miljard gulden per jaar) berekend worden. De daarvoor benodigde extra wateraanvoer en de huidige waarde van de produktievermeerdering zijn in tabel III gegeven, waarin rekening is gehouden met een globale kansverdeling van de optredende watertekorten.

Tegenover de extra opbrengst staan dan de kosten van de extra wateraanvoer en de verdeling daarvan. Deze kosten zullen een stijgende tendens vertonen naar mate de omstandigheden voor de watervoorziening ingewikkelder worden. Een illustratie van een confrontatie van baten en kosten geeft afb. 5, waaruit valt af te leiden dat in de toekomst wellicht circa 1 miljard m<sup>3</sup> water als extra aanvulling voor de landbouw in aanmerking komt, aanzienlijk minder dan de produktietechnisch optimale hoeveelheid. De benodigde voorzieningen zullen op de goedkoopst mogelijke wijze moeten plaatsvinden: in de poldergebieden door vergroting van

de inlaat, in de zandgebieden door voeding van beken in de bovenloop. De in de grafiek gebruikte m<sup>3</sup>-prijzen zijn slechts een ruwe benadering.

Wat betreft de aanspraken ten aanzien van de onttrekking van grondwater door de landbouw en die in verband met de voorgenomen uitbreiding van grondwaterwinning door waterleiding en industrie, kan worden geconstateerd dat de laatstgenoemde aanspraak voor vrij veel zandgebieden een onttrekking van 60 à 120 mm uit het grondwater zou betekenen. Daarbij moet worden bedacht dat het jaarlijkse wateroverschot van ruwweg 300 mm, evenals nu, ook na dergelijke onttrekkingen grotendeels in de winter tot afstroming zal komen. Schatten we de huidige afvoer in het zomerhalfjaar op circa 1/4 daarvan of 75 mm, dan zal de onttrekking voor drinkwaterdoeleinden zowel een aanzienlijke grondwaterstands daling als een sterke reductie van de beekafvoeren in de zomer betekenen.

Het is daarbij van belang te onderzoeken in hoeverre de voor drinkwaterdoeleinden te onttrekken hoeveelheden ten koste gaan van de watervoorziening van de landbouw.

Als voorbeeld voor een dergelijk onderzoek is een berekening opgezet (Rijtema, 1970) voor een matig grove zandgrond waarvan de fysische eigenschappen bekend zijn. Uitgegaan is van een droog jaar (zoals 1 x per 10 jaar zal voorkomen) met een potentiële verdamping door het gewas van 384 mm en een neerslag van 182 mm in 120 dagen (4 maanden). De wortelzone is gesteld op 40 cm en de voorjaarsgrondwaterstand op 60 cm.

Allereerst is nu berekend hoe de grondwaterstand daalt onder invloed van de begroeiing. Het blijkt dat na 120 dagen de waterstand van 60 op 113 cm is uitgekomen (curve 1 in afb. 6).

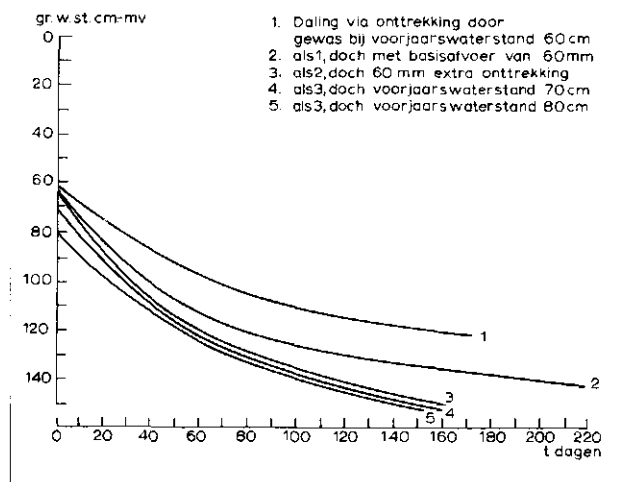
Als tweede stap is een zekere basisafvoer van het grondwater ingevoerd. Deze is gesteld op 60 mm in 120 dagen en wel zo dat de intensiteit exponentieel met de tijd verloopt en begint met een intensiteit van 0,86 mm/dag. Deze basisafvoer veroorzaakt een snellere daling van het grondwater waardoor minder capillaire opstijging naar de wortelzone mogelijk is. Onder invloed van beide processen ontstaat een ander verloop van de grondwaterstand (curve 2). Als derde stap is een extra onttrekking van 0,5 mm/dag ten behoeve van bijvoorbeeld drinkwatervoorziening in rekening gebracht. De berekening geeft dan curve 3. Wordt de voorjaarswaterstand bij geval 3 op respectievelijk 70 en 80 cm min maai-veld gesteld dan ontstaan de curven 4 en 5.

Uit de genoemde curven kan nu de vochtleverantie worden berekend. Deze zijn gegeven in tabel IV. Uit deze cijfers blijkt dat bij de aangenomen hydrologische situatie en profielopbouw, de drinkwateronttrekking voor een belangrijk deel ten koste gaat van de beschikbare hoeveelheid water voor het gewas.

De voor de landbouw beschikbare hoeveelheden water kunnen worden omgezet in droge stofproducties (Rijtema, 1970). Bij volledige watervoorziening zou daarbij de bruto productie op 100 kunnen worden gesteld, dit wil zeggen bij realisering van de potentiële verdamping is de bruto productie potentieel. Gegeven de neerslaghoeveelheid van ≤ 182 mm in 120 dagen voor een droog jaar (1 x per 10 jaar) en de

TABEL IV - Vochtleverantie in een droog jaar uit een profiel van matig grof zand (Rijtema, 1970)

Voorjaarsgrondwaterstand (cm-mv)	60	60	60	70	80
Drinkwateronttrekking (mm)	0	0	60	60	60
Basisafvoer (mm)	0	60	51	48	45
Beschikbaar voor het gewas:					
in de wortelzone (mm)	80	80	80	74	68
via cap. opstijging (mm)	97	66	53	50	46
totaal (mm)	177	146	133	124	114
Drinkwateronttrekking gaat ten koste van:					
water in diepere lagen (mm)	0	0	38	26	13
de basisafvoer (mm)	0	0	9	12	15
het gewas (mm)	0	0	13	22	32



Afb. 6 - Het verloop van de grondwaterstand in een met landbouwgewassen begroeide matig grove zandgrond in een droog jaar (Rijtema, 1970).

voor het gewas beschikbare hoeveelheden uit het profiel kunnen de bruto producties worden berekend. Deze bruto producties geven echter geen reële weergave van de droogteschade, omdat de geproduceerde droge stof in bijvoorbeeld wortels en stoppels bij granen en loof bij aardappels, geen economische betekenis hebben. Op grond van beschikbare gegevens kan voor het gemiddelde bouwplan op het gegeven profiel de netto productie (= bruto productie verminderd met droge stof in wortels, stoppel, loof, etc.) gesteld worden op 75 % van de bruto productie bij volledige watervoorziening. De productie aan niet-oogstbare delen zal bij een beperkte vochtvoorziening echter vrijwel gelijk zijn aan die bij een volledige vochtvoorziening omdat deze delen doorgaans in het begin van het groeiseizoen worden gevormd en dus onder omstandigheden waarin van vochttekorten nog geen sprake is. Dit betekent dat de gevolgen van droogteschade vrijwel volledig tot uiting zullen komen in de oogstbare delen, zodat de schade dan ten aanzien van de netto productie procentueel toeneemt. Een en ander is weergegeven in tabel V.

Een verlaging van de productie met een 5 à 10 % betekent onder de huidige prijsverhoudingen al gauw f 100 à f 200 per ha. Omgerekend zou dat in een droog jaar dat 1 maal per 10 jaar voorkomt, neerkomen op 15 à 30 cent per m<sup>3</sup> aan de landbouw onttrokken water. Op grond van berekeningen zoals hierboven aangeduid en van de bijbehorende be-

TABEL V - Relatieve productie en schade in een droog jaar op een matig grof zand profiel (Rijtema, 1970)

	Bruto		Netto	
	prod. %	schade % t.o.v. 3	prod. %	schade % t.o.v. 3
1. bij volledige watervoorziening	100		100	
2. Bij niet-aangevulde onttrekking door gewas en voorjaarsgrondwaterstand 60 cm-mv	≤ 93,5		≤ 91,5	
3. Als 2, bij basisafvoer van 60 mm in 120 dagen	≤ 85,5		≤ 81,0	
4. Als 3, met 60 mm extra onttrekking	≤ 82,0	≥ 4,1	≤ 76,0	≥ 6,2
5. Als 4, met voorjaarsgrondwaterstand 70 cm-mv	≤ 80,0	≥ 6,4	≤ 73,5	≥ 9,3
6. Als 4, met voorjaarsgrondwaterstand 80 cm-mv	≤ 77,0	≥ 9,9	≤ 69,5	≥ 14,2

drijfseconomische berekeningen moet toch wel als gemiddelde worden gerekend op een landbouwschade die overeenkomt met 5 à 10 cent per m<sup>3</sup> aan de landbouw onttrokken water.

Uit het bovenstaande komt het grote belang naar voren dat èn drinkwatervoorziening èn landbouw hebben bij een zorgvuldige aftasting van de mogelijkheden van waterwinning en hun nauwkeurige plaatsbepaling. Met zeer veel voldoening vermeld ik dan ook het gemeenschappelijk onderzoek van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, het Waterleidingbedrijf Oost-Gelderland en ons Instituut in de Gelderse Achterhoek, waarbij uitvoerig geo-hydrologisch, bodemfysisch en landbouweconomisch onderzoek meer licht heeft geworpen op de problemen van wateronttrekking voor drinkwaterdoeleinden. In dit verband moet worden opgemerkt dat een dergelijk gezamenlijk onderzoek ook aan de gang is in Salland in de provincie Overijssel.

Toch geloof ik dat bezinning nodig is op de vraag of dogmatisch moet worden vastgehouden aan de idee, de huidige grondwateronttrekking voor drinkwaterdoeleinden op te voeren tot 1,5 miljard m<sup>3</sup> per jaar. Behalve de direct toenemende kosten van deze onttrekking als gevolg van dan optredende landbouwschade (of die van een compensatie door aanvoer en infiltratie van oppervlaktewater), spelen de moeilijk meetbare nadelen voor natuur, landschap en recreatie immers een sterk toenemende rol. De voorgestelde onttrekking voor drinkwaterdoeleinden zal voor grote delen van aantrekkelijke zandgebieden leiden tot een algemene verlaging van de zomerwaterstanden en van de beekafvoeren. Bezwaren van de zijde van natuurbescherming, recreatie en landbouw zullen dan alleen maar kunnen toenemen.

Een andere vraag is of de voorgestelde extra hoeveelheid grondwateronttrekking nodig om de huidige onttrekking op 1,5 miljard m<sup>3</sup> per jaar te brengen, een essentiële rol speelt in de uiteindelijke behoefte aan water voor bevolking en

industrie die voor het jaar 2000 op 4,5 miljard m<sup>3</sup> per jaar wordt geraamd. Naar mijn mening zou men zich vervolgens kunnen afvragen of niet nog sneller moet worden overgegaan naar andere methoden van waterwinning dan op het ogenblik al gebeurt.

Het nieuwe elan dat de waterleidingbedrijven bezielt nu ze het oog zo sterk gericht houden op toekomstige ontwikkelingen maakt ze krachtig genoeg om ook deze vragen nuchter onder ogen te zien.

## Literatuur

- Berg, C. van den, 1962. *Enige landbouwkundige aspecten van de droogte in 1959*. Med. ICW 34. 22 pp.
- Berg, C. van den, 1970. *De waterbehoefte in land- en tuinbouw*. De Ingenieur 82, 17 : A326-A330. Verspr. Overdr. ICW 100.
- Bierhuizen, J. F., 1969. *Water quality and yield depression*. Proc. Intern. Atomic Energy Agency, Wenen. Techn. Bull. ICW 61.
- Couwenhoven, T. en Toussaint, C. G., 1969. *Water- en zoutbelasting poldergebied Midden-West-Nederland*. Bronnen van verzilting. Nota ICW 530. 43 pp.
- Ryhiner, A. H. en Pankow, J., 1969. *Soil moisture measurement by the gamma transmission method*. J. of Hydrol. 9 : 194-205. Techn. Bull. ICW 66.
- Rijtema, P. E., 1969. *Soil moisture forecasting*. Nota ICW 513. 28 pp.
- Rijtema, P. E., 1970. *Een berekeningsmethode voor de benadering van de landbouwschade ten gevolge van grondwateronttrekking*. Nota ICW 587.
- Valk, G. G. M. van der en Stakman, W. P., 1969. *Beschikbaarheid van water in de grond*. Tuinbouwmed. 32, 10/11 : 421-426. Med. ICW 123.
- Wesseling, J. and Wit K. E., 1968. *An infiltration method for the determination of the capillary conductivity of undisturbed soil cores*. Ass. Int. Hydr. Sci. — Unesco, Proc. Symp. Wageningen 1966 on Water in the unsaturated zone, vol. 1 : 223-234. Verspr. Overdr. ICW 81.