



## Onderzoek naar de Waterhuishouding in de Nederlandse Tuinbouw <sup>1)</sup>

### SOME IRRIGATION INVESTIGATIONS IN DUTCH HORTICULTURE

*Het onderzoek op het gebied van de kunstmatige watervoorziening in Nederland is pas enkele jaren geleden begonnen. Men kan dus niet verwachten dat er reeds vele resultaten te vermelden zijn. Toch is het goed, dat men weet, welke redenen in ons land geleid hebben tot onderzoek op het gebied van kunstmatige watervoorziening, hoe de opzet is van enkele proeven en onderzoeken en welke de ervaringen zijn die men reeds heeft opgedaan, om daardoor te komen tot een goede probleemstelling in de toekomst.*

#### REDENEN VOOR ONDERZOEK

Nederland heeft een vochtig klimaat. De regenval over de jaren 1901—1940 bedroeg gemiddeld 720 mm per jaar. Deze was als volgt over de verschillende maanden verdeeld (in mm): Januari 57, Februari 42, Maart 46, April 50, Mei 48, Juni 59, Juli 71, Augustus 74, September 65, October 74, November 65, December 64.

De gemiddelde maandelijkse temperatuur in °C was: Januari 2.3, Februari 2.6, Maart 4.9, April 7.9, Mei 12.4, Juni 15.0, Juli 16.7, Augustus 16.2, September 13.7, October 9.6, November 5.2, December 2.7.

Als men deze cijfers oppervlakkig bestudeert, krijgt men niet de indruk dat het noodzakelijk is zich in Nederland zorgen te maken over de watervoorziening van de gewassen, waar ook de rivieren Maas, Rijn en enkele kleinere riviertjes nog grote hoeveelheden water naar Nederland voeren.

<sup>1)</sup> Enigszins gewijzigde tekst van een op het 13e Internationale Tuinbouwcongres in September 1952 te Londen gehouden inleiding.

Tot voor enkele jaren dacht men daarom in Nederland dan ook alleen maar in termen van ontwatering. Tot het begin van de twintiger jaren kwamen er in Nederland nog veel gronden voor, die te nat waren voor een rendabele exploitatie als landbouwgrond. In het rivierkleigebied en in het zeekleigebied van Zeeland waren bijvoorbeeld de hogere gronden wel goed ontwaterd maar de lagere niet. Na 1920 is men zich bovendien gaan bezighouden met de ontwatering van de laagst gelegen gedeelten van zandgronden in het Oosten en Zuiden van ons land.

Er werd weinig wetenschappelijk onderzoek gedaan over de gewenste hoogte van de waterspiegel beneden maaiveld. Men ging er bij de berekening van breedte en diepte van de sloten en de capaciteit van de pompinstallaties van uit, dat grasland een ondiepe beworteling en akkerbouwgewassen en vruchtbomen een diepe beworteling hebben. Grasland werd daarom meestal minder diep ontwaterd dan bouwland. Men meende dat de diepste ontwatering de beste was [6].

Het gevolg van de ontwatering van de laagst gelegen gebieden in zeekleistreken, in het rivierkleigebied en in de oostelijke en zuidelijke zandgronden van ons land is geweest, dat in de directe omgeving van deze gronden droogteschade in de gewassen en ook in de vruchtbomen optrad. Op sommige van deze gronden trad ieder jaar droogteschade op, terwijl andere alleen in droge jaren een watertekort vertoonden. In de rivier- en zeekleistreken lagen gronden waarop droogteschade voorkwam, slechts enkele meters hoger dan de gronden, waarvan men de ontwatering geregeld had. In de zandgronden bedroegen de hoogteverschillen wat meer. De hogere gedeelten lagen dikwijls niet meer dan enkele honderden meters verwijderd van de lage gronden. Men heeft toen gemeend, dat door de verlaging van de grondwaterstand in de lage gronden de waterstand in de iets hoger gelegen gronden te laag werd zodat het water minder goed bereikbaar werd voor de plantenwortels. Men ging er hierbij dus van uit dat de planten het water in hoofdzaak rechtstreeks uit de capillaire zône boven het vrije grondwater moesten halen en dat voor een goede productie van landbouwgewassen in Nederland het grondwater boven de voor de plantenwortels bereikbare diepte moest staan. Grondsoort en bodemtype speelden bij deze opvatting blijkbaar nog geen rol.

Bij wetenschappelijk onderzoek op het gebied van ontwatering, dat toen in Nederland tot ontwikkeling kwam, ging men er van uit dat een grond niet alleen te ondiep maar ook te diep ontwaterd kan worden. Groei en productie van het gewas zouden volgens deze opvatting onder alle omstandigheden volgens een optimum curve reageren op de diepte van de grondwaterstand.

Om het gunstigste polderpeil in verschillende delen van ons land te kunnen vaststellen zijn statistische onderzoeken gedaan, waarbij grondwaterstands/opbrengst- of grondwaterstands/groei-curven werden geconstrueerd onafhankelijk van de bodemtypen. De onderzoeken hadden in hoofdzaak betrekking op landbouwgewassen.

#### BEGIN VAN HET ONDERZOEK MET TUINBOUWGEWASSEN

Het onderzoek over tuinbouwgewassen was slechts zeer incidenteel. Over de kers, de pruim en de aardbei werden door VISSER [6, 7, 8] enkele grondwaterstands/opbrengstcurven gepubliceerd.

Figuur 1 heeft betrekking op de groei van kersen in het rivierkleigebied. De curve, die een verband tussen ontwateringsdiepte en groei van kersen suggereert, had volgens VISSER, gezien de spreiding en de ligging van de punten, ook horizontaal getrokken kunnen worden. Dit is niet gedaan omdat hogere grondwaterstanden dan 50 cm niet voorkwamen.

In figuur 2 is de ontwikkeling van pruimebomen van gemiddeld 8 en 15 jaar oud uitgezet tegen de diepte van de grondwaterstand. Ook hier betreft het rivierkleigrond. Uit de curve kan worden afgeleid, dat de ontwikkeling der jonge bomen minder is, naarmate de grondwaterstand lager wordt, terwijl voor de oudere bomen een grondwaterstand van 40 cm, die voor de jonge bomen de beste is, te ondiep is. Dit vindt volgens VISSER zijn verklaring in het feit, dat de jonge bomen nog niet zo diep met hun wortels in de grond zijn gedrongen als de oudere. Veel invloed heeft de diepte van de grondwaterstand in de besproken voorbeelden niet. Bij de kers is de invloed beneden 50 cm diepte zelfs dubieus, terwijl bij de pruim het verschil in de grondwaterstand, die kan uiteenlopen van 40 tot 100 cm diepte, slechts een verandering van ongeveer 10 punten in het waarderingscijfer voor de stand van het gewas ten gevolge heeft.

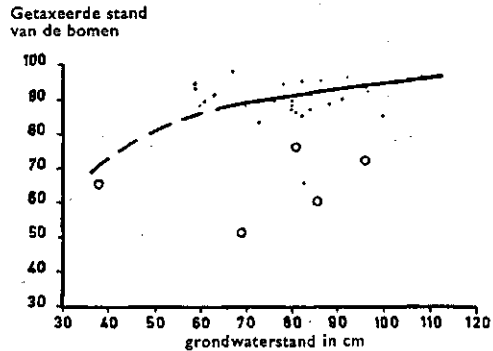


Fig. 1. Verband tussen de diepte van de grondwaterstand en de ontwikkeling van kersen op rivierkleigrond (naar VISSER 1946)

Figuur 3 heeft betrekking op de invloed van de diepte van de grondwaterstand op de groei van aardbeien op zandgrond. Uit deze curve kan worden geconcludeerd dat bij daling van de grondwaterstand van 55 cm tot 140 cm diepte, het waarderingscijfer voor de stand van de aardbeien daalt van ongeveer 55 tot 30. Hier is dus een duidelijk verband aanwezig.

Door BLAAUW werden in 1938 de resultaten gepubliceerd van een onderzoek naar de betekenis van de grondwaterstand voor de bloembollencultuur. Het onderzoek had plaats op duinzandgrond in het teeltcentrum tussen Den Haag en Haarlem.

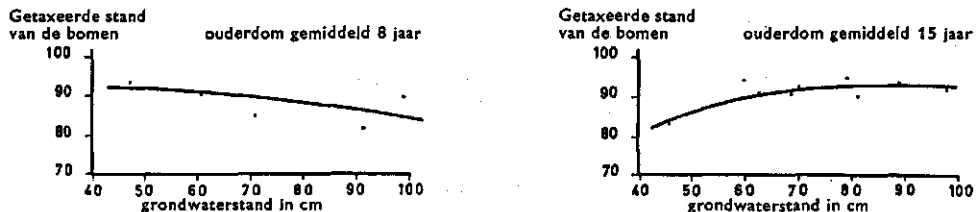


Fig. 2. Verband tussen de stand van het grondwater en de groei van pruimen van verschillende leeftijd op rivierkleigrond (naar VISSER 1947)

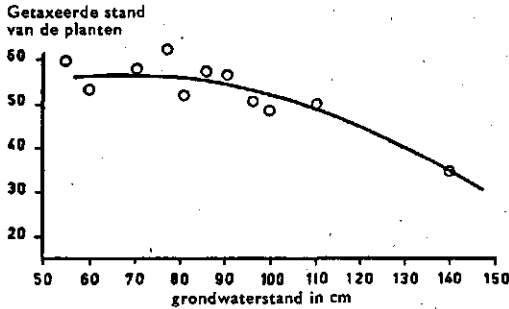


Fig. 3. Verband tussen de grondwaterstand en de groei van aardbeien op zandgrond (naar VISSER 1948)

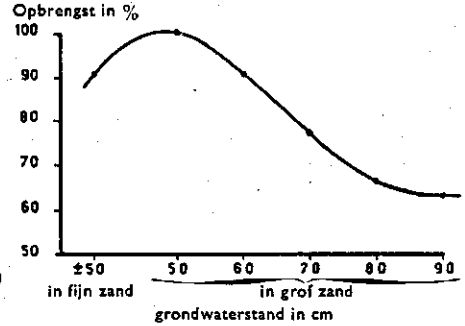


Fig. 4. Verloop van de opbrengst van het hyacinten-ras 'Innocence' bij verschillende grondwaterstand (naar BLAAUW 1938)

BLAAUW werkte met verschillende bolgewassen en -rassen. Hij vond als gunstigste grondwaterstand in grof zand 50 cm en in fijn zand 60 cm onder het maaiveld. Een daling van slechts 10 cm was oorzaak van aanmerkelijke opbrengstdalingen. De reactie van een hyacintenras is weergegeven in figuur 4.

Aan de hand van de hier gegeven voorbeelden, welke nog kunnen worden aangevuld met voorbeelden van landbouwgewassen, zou men kunnen concluderen:

a. dat sommige gewassen (kers en pruim) in Nederland weinig reageren op de diepte van de grondwaterstand wanneer deze beneden een bepaalde diepte staat (50 cm); andere (aardbei) reageren duidelijk en nog weer andere zelfs zeer sterk (bloembollen). Men zou de verklaring kunnen zoeken bv. in de diepte van beworteling of in de invloed van het percentage beschikbaar water dat zich in de hangwaterzône bevindt. Onder beschikbaar water in de hangwaterzône wordt de hoeveelheid water verstaan die de hangwaterzône tussen veldcapaciteit<sup>1)</sup> en verwelkingspunt<sup>2)</sup> bevat;

b. dat er grondsoorten zijn waarop, onder de in Nederland heersende klimatologische omstandigheden, de gewassen weinig reageren op de diepte van de grondwaterstand (bv. rivierklei) en andere waarop de gewassen wel reageren (bv. zandgrond).

Uit het verdere betoog zal blijken, dat beide conclusies slechts zeer ten dele juist zijn.

Onderzoek, verricht door de Stichting voor Bodemkartering, door de wetenschappelijke staf van de Zuiderzeewerken en door het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. in Groningen, heeft aangetoond, dat er in Nederland klei- en zandgronden voorkomen, waar in het ene geval de gewassen zeer sterk reageren op de diepte van de grondwaterstand en in het andere geval niet.

<sup>1)</sup> Met veldcapaciteit wordt het stadium bedoeld waarin een grond nog juist zoveel hangwater bevat dat het niet onder invloed van de zwaartekracht wegzakt.

<sup>2)</sup> Het verwelkingspunt is bereikt wanneer de hoeveelheid hangwater in de wortelzône zo gering is dat het niet meer door de wortels kan worden opgenomen.

De foto aan het begin van dit artikel geeft een voorbeeld van een boomgaard in het rivierkleigebied waarin de grondwaterstand in de zomer zeer diep is. In het voorste gedeelte is de groei van de bomen goed, in het achterste gedeelte slecht: hier lijden de bomen aan droogte. Bodemkundig onderzoek heeft aangetoond dat in dit achterste, het te droge gedeelte, maar een dunne kleilaag ( $\pm 50$  cm) op grof rivierzand voorkomt, terwijl meer naar voren toe de kleilaag veel dikker is. Hetzelfde doet zich op de zeeklei in de provincie Zeeland voor, waar de boomgaarden in nog meerdere mate aan droogte lijden dan in het rivierkleigebied, doordat de laag klei op zand er over het algemeen veel ondieper is.

Dat in Zeeland de boomgaarden veel sneller aan droogte lijden dan in het rivierkleigebied, was bij de fruitelers reeds lang bekend. In het rivierkleigebied — ook in de nieuwe aanplantingen — had men vrijwel altijd gras onder de bomen. Vooral vroeger, toen er nog veel hoogstamboomgaarden voorkwamen waarvan vele onvoldoende ontwaterd waren, vond men de ondergroei van gras geen nadeel en soms zelfs een voordeel, omdat het gras een grote hoeveelheid water verdampte, die anders ten nadele van de bomen kwam. Op de zeekleigronden in Zeeland meende men daarentegen, dat het gras naar verhouding te veel water uit de grond opnam, waardoor de vruchtbomen te weinig water kregen. Op de zeeklei in Zeeland werd dus, voor Nederlandse omstandigheden althans, al vrij vroeg aan wat men in Amerika „water conservation” noemt, gedaan. Omdat gebleken is dat de grond in de boomgaarden, waar sinds 15 à 20 jaar geen cover-crop is geteeld, een zeer slechte structuur heeft gekregen, wordt in Zeeland onderzoek verricht omtrent de meest geschikte groenbemestingsgewassen in boomgaarden. Bij dit onderzoek, dat werd verricht door ir J. BUTIJN van „Zeelands Proeftuin”, wordt gezocht naar gewassen die de vruchtbomen zo weinig mogelijk concurrentie aandoen ten aanzien van de vochtvoorziening in de periode dat de verdamping door de vruchtbomen het grootst is en de bomen het meest gevoelig zijn voor gebrek aan water.

#### INVLOED VAN DE BOUW VAN HET BODEMPROFIEL

Het bovenstaande geeft aanleiding te veronderstellen dat niet alleen de grondsoort bepalend is voor het al of niet optreden van een verband tussen de diepte van de grondwaterstand en de groei van de gewassen, maar dat ook de bouw van het bodemprofiel hierop van invloed is. Ten aanzien van tuinbouwgewassen is op dit gebied in Nederland nog zo goed als geen onderzoek verricht. Voor landbouwgewassen is dit wel, zij het dan op geringe schaal, gebeurd.

VELDMAN [4] bijvoorbeeld, vond, dat suikerbieten in een normaal jaar in ons land niet te lijden hebben van droogte en vrijwel maximale producties geven, wanneer ze geteeld worden op een laag zavelgrond (Zeeland) van minstens 60 cm dikte op middelkorrelig zeezand met een diepe grondwaterstand. In een droog jaar krijgt men op een zavelaag van 80 cm dikte de beste resultaten. Aan de zavel wordt dan verder de eis gesteld, dat ze minstens 16 % afslibbaar moet bevatten. Tot een bepaalde grens doet het klei-gehalte, dat kan opklimmen tot 45 %, weinig ter zake. Bij een laag van 30 cm dikte moet de grondwaterstand ongeveer 1 m beneden maaiveld zijn. Een diepere stand heeft oogstdepressies tot gevolg.

DOOR SIEBEN [3] werden resultaten gepubliceerd van een onderzoek over het verband tussen de stand van het grondwater en de opbrengst van gewassen op zandgrond op de Noord-Veluwe. Hij werkte op een groot aantal proefplekken en betrok niet alleen de opbrengst van het gewas en de diepte van de grondwaterstand, maar ook de dikte van de humus-bevattende bovenlaag in zijn onderzoek. Zijn resultaten

vatte hij samen in 3 grafieken (de figuren 5, 6 en 7). Hierin zijn de opbrengsten van enkele gewassen op zandgrond bij verschillende grondwaterstanden tegen elkaar uitgezet. De zandgronden zijn onderverdeeld naar de dikte van de humushoudende bovenlaag. Uit deze grafieken blijkt op de eerste plaats, dat de invloed van de grondwaterstand op de opbrengst van de gewassen geringer is naarmate de humushoudende bovenlaag dikker is, of anders gezegd, naarmate de humeuze bovenlaag dikker is zijn de gewassen minder afhankelijk van de grondwaterstand.

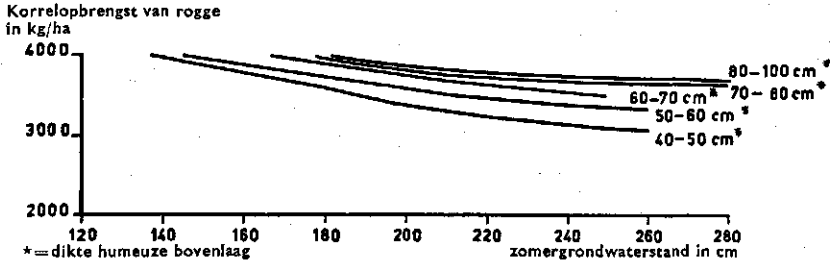


Fig. 5. Verband tussen zomergrondwaterstand en opbrengst van rogge op zandgrond met humeuze bovenlagen van verschillende dikte

Verder blijkt, dat de verschillende gewassen verschillend reageren. Bij rogge (fig. 5) is de invloed van een lagere grondwaterstand maar zeer gering, terwijl bij voederbieten (fig. 7) de invloed groter is. Haver (fig. 6) staat daar tussen in. Rogge wordt in ons land vroeg geoogst en voederbieten pas zeer laat. De oogsttijd voor haver ligt daar tussen in.

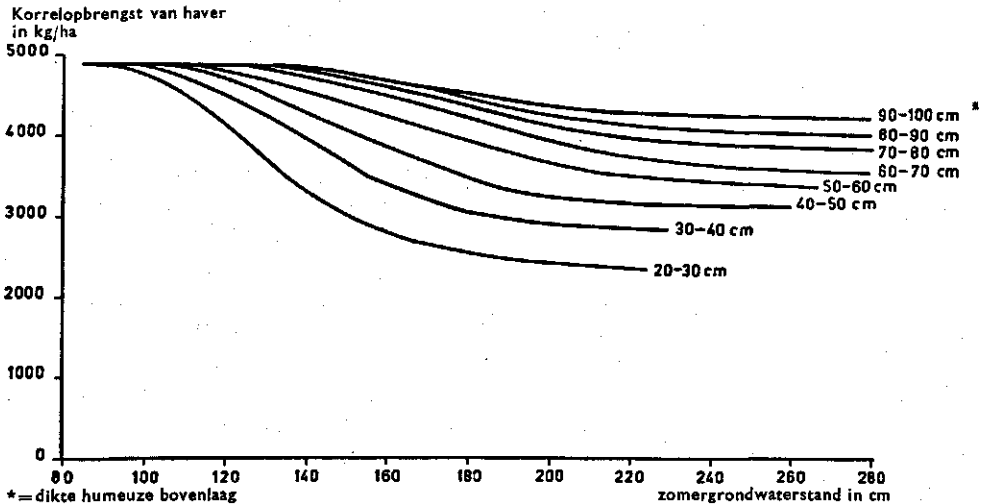


Fig. 6. Verband tussen de zomergrondwaterstand en de opbrengst van haver op zandgronden met humeuze bovenlagen van verschillende dikte

Door GOEDEWAAGEN [2] zijn de resultaten van een onderzoek over aardbeien gepubliceerd. Hij vond in een centrum van aardbeiencultuur, in de omgeving van Groningen, dat, wanneer de aardbeien geteeld worden op zandgrond met een humeuze bovenlaag van minstens 70 cm dikte en met een humusgehalte van 5 % of meer, de aardbeien geen last hadden van droogte, ook al konden de wortels van de planten niet doordringen tot de capillaire zône van het vrije grondwater. Bij 70 cm humeuze grond en minder dan 5 % humus leden de aardbeien wel aan droogte (kleine, harde vruchten), doordat de plantenwortels niet konden doordringen tot de capillaire zône. Tussen deze zône en het humeuze dek bevindt zich een zandlaag die in de zomer kurkdroog is, waardoor er geen wortels doorheen kunnen dringen.

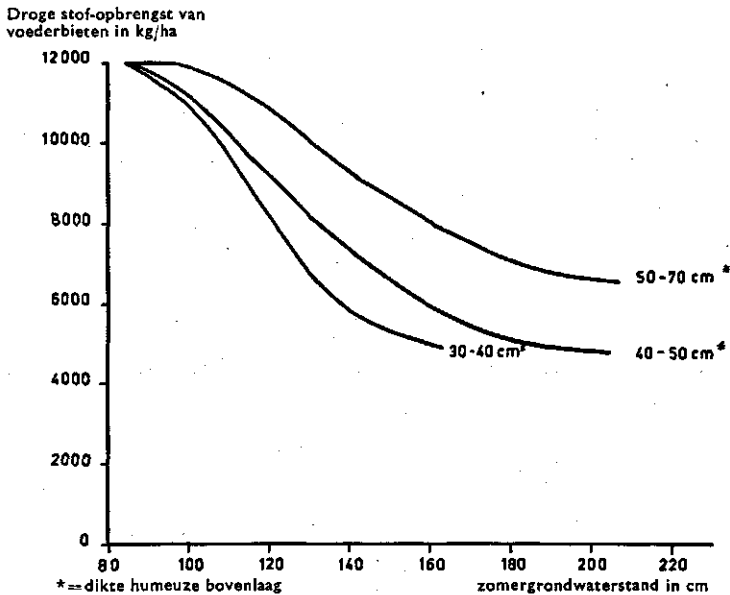


Fig. 7. Verband tussen zomergrondwaterstand en opbrengst van voederbieten op zandgronden met humeuze bovenlagen van verschillende dikte (naar SIEBEN 1950)

Ten aanzien van de invloed van het bodemprofiel op het verband tussen opbrengst en grondwaterstand kan uit het bovenstaande geconcludeerd worden, dat de diepte van de grondwaterstand van minder invloed is naarmate de vochthoudende bovenlaag dikker is. Voor slechts enkele gewassen en enkele gronden is dit verband kwantitatief nagegaan.

Blijkbaar zijn dus vochthoudende bovenlagen, welke een voldoende dikte en een bepaald minimum klei- en/of humusgehalte hebben, onder de klimatologische omstandigheden in Nederland in staat in winter en voorjaar voldoende water vast te houden om, aangevuld met het water dat in de zomer als neerslag valt, de normale verdamping in stand te houden.

Aan de hand van het bovenstaande kunnen de in het begin van deze inleiding gegeven voorbeelden van VISSER en van BLAAUW verklaard worden. VISSER werkte met kers en pruim op rivierklei. De curven die hij geeft zijn het resultaat van polyfactor-analyse. Hierbij worden de verzamelde gegevens herleid tot een niveau waarbij alle andere groeifactoren constant werden gehouden en geschat op een waarde, die overeenkomt met het gemiddelde waarom die groeifactoren schommelen.

VISSER ontleende zijn gegevens aan een gebied waarbinnen het kleigehalte blijkens de grafieken in zijn artikelen in de laag van 0—30 cm uiteenliep van ongeveer 12—70 %, in de laag van 30—70 cm van 10—70 % en in de laag van 70—120 cm van 50—80 %. Wanneer men het gemiddelde kleigehalte van iedere laag neemt, komt men, ruw geschat, tussen de 37 en 43 % terecht. M.a.w. de curven voor kers en pruim hebben betrekking op een gemiddeld profiel, dat tot 120 cm diepte tussen 37 en 43 % klei bevat.

Dat bij aardbeien op zandgrond wel verband gevonden wordt tussen de stand van het grondwater en de plantengroei moet verklaard worden uit het feit dat het humusgehalte van de prae-glaciale zandgronden waarop VISSER zijn onderzoek deed, zeer laag is en de humushoudende laag zeer dun.

Het zeer scherpe verband dat BLAAUW vond, is te verklaren uit het feit, dat bloembollen in Nederland geteeld worden op grofkorrelig, vrijwel humusloos duinzand.

De problemen ten aanzien van de watervoorziening van de tuinbouwgewassen in Nederland doen zich dus voor op de ondiepe gronden met diepe grondwaterstanden. Vandaar ook dat in deze streken de belangstelling voor kunstmatige watervoorziening en ook voor waterbehoud in de grond het grootst is en men daar begonnen is met wetenschappelijk onderzoek op dit gebied. Dat dit onderzoek meer betrekking heeft op wat men in Amerika *supplemental irrigation* noemt — dus aanvullende watervoorziening —, dan op de eigenlijke bevloeiing, behoeft na wat over neerslag en temperatuur in Nederland is meegedeeld geen betoog.

#### RICHTING VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek naar het verband tussen grondwaterstand en groei van vruchtbomen is in 1950 aangevat, nadat enkele voorbereidingen al in 1948 en 1949 waren getroffen. Het is systematisch opgezet; de invloed van het bodemprofiel wordt nagegaan zowel bij gewassen op rivierklei als op zeeklei. Verder wordt aandacht besteed aan de invloed van de grondwaterstand op de spanning waarmee het vocht in de wortelzone van de vruchtbomen door de grond wordt vastgehouden. Er zal worden nagegaan — als dit langs statistische weg mogelijk is — hoe de groei en ontwikkeling van vruchtbomen zal zijn bij verschillende percentages beschikbaar vocht in de hangwaterzone [5]. Hiertoe is in 1952 in Zeeland een proef met vruchtbomen in potten opgezet.

Bestudering van het verband tussen de grondwaterstand en de groei van de verschillende gewassen op de verschillende bodemtypen leidt tot inzicht omtrent de beste grondwaterstand, vooral gedurende de zomer. Het handhaven van een optimale grondwaterstand is feitelijk wat men in ons land met de naam infiltratie en in de Engels sprekende landen met sub-irrigation aanduidt. Omdat deze grondwaterstand in gebieden, waar de sloten op grote afstanden van elkaar liggen en de grond niet voldoende doorlatend is, vaak moeilijk is te handhaven, worden proeven genomen om na te gaan of door middel van greppels en drainreeksen — die met de sloten in verbinding staan — de meest gewenste grondwaterstanden kunnen worden gerealiseerd. Het gaat hier natuurlijk om de vraag op welke onderlinge



afstand en op welke diepte deze greppels of drainreeksen moeten worden aangebracht.

Het handhaven van de optimale grondwaterstand is niet altijd technisch en/of economisch mogelijk, omdat het grondwater te diep zit, of omdat door lekkage te veel water uit de sloten, waarin de waterstand kunstmatig wordt opgevoerd, verloren gaat.

Daarom worden er ook proeven genomen met kunstmatige beregening. Hierbij wordt nagegaan hoeveel water er per groeiseizoen en hoeveel er per keer kan en moet worden gegeven. Een en ander houdt natuurlijk verband met de watercapaciteit van de doorwortelde grondlaag en met de vraag welke spanning van het water in die laag voor dat gewas toelaatbaar is.

Verder wordt er onderzoek gedaan naar de beworteling van de gewassen op verschillende bodemprofielen, omdat er verband bestaat tussen de beworteling van de planten en de mate waarin de plant het beschikbare water met zijn wortels kan opzoeken. Hierbij wordt o.m. ook aandacht geschonken aan de invloed van het gehalte aan humus en voedingsstoffen, speciaal fosforzuur. GOEDEWAAGEN [2] kon namelijk bij aardbeien een zeer grote invloed van genoemde factoren op de beworteling vaststellen.

Tenslotte wordt onderzoek gedaan over de invloed van groenbemesters en andere bodembedekking, zoals stro, op het verloop van het vochtgehalte in de grond en de groei van vruchtbomen.

#### SAMENVATTING

In Nederland is, ondanks het hier heersende vochtige klimaat, belangstelling ontstaan voor onderzoek op het gebied van kunstmatige watervoorziening, nadat door ontwatering van de laagst gelegen gronden droogteschade optrad op de iets hoger gelegen gronden in de omgeving. Het wetenschappelijk onderzoek werd gericht op de optimale ontwateringsdiepte en leidde tot grondwaterstands/opbrengstcurven. Voor sommige gewassen en grondsoorten gelukte het dit verband vast te stellen, voor andere niet. Bij verder onderzoek bleek, dat vooral de bouw van het bodemprofiel invloed heeft op het verband tussen de grondwaterstand en de groei van het gewas. Van dit profiel zijn vooral de dikte en de aard van de vochthoudende bovenlagen bepalend. Voldoen deze lagen aan bepaalde minimumeisen van dikte en klei- en/of humusgehalte, dan is de diepte van de grondwaterstand van geen of zeer geringe invloed. Uiteraard onder voorbehoud dat de gewassen in staat zijn deze lagen te doorwortelen. Dit wordt met enkele voorbeelden aangetoond. De problemen ten aanzien van de watervoorziening van vruchtbomen en andere gewassen doen zich in Nederland voor op de ondiepe gronden. Hier is het irrigatie-onderzoek dan ook begonnen. Dit houdt zich vooral bezig met infiltratie en beregening.

#### SUMMARY

##### IRRIGATION INVESTIGATIONS IN DUTCH HORTICULTURE

Notwithstanding the high rainfall strong drainage of low areas has caused considerable damage on higher grounds in the neighbourhood and this has lead to taking interest in the problems of irrigation in the Netherlands. These problems ware mainly the discovery of an

optimo watertable by means of the construction of graphs illustrating the regression of the depth of the watertable on yields.

For some crops and some types of soil this regression could be found, in other cases this didn't hold. Further investigation learned, that the soil profile was important, notably the depth and the texture of the moisture containing toplayers. In case these layers comply with minimum requirements of depth, clay and/or humus content, no influence of the depth of the watertable exists. This is illustrated by a few examples. It is on undep soils in the Netherlands that problems of irrigation are important. Investigation has been started on these soils. This mainly applies to sub-irrigation and sprinkler-irrigation.

#### LITERATUUR

1. BLAAUW, A. H.: De betekenis van de grondwaterstand voor de bloembollencultuur. Verh. Kon. Ned. Acad. v. Wetensch. Amsterdam, Afd. Natuurkunde. Tweede Sectie XXXVII 1. 1938.
2. GOEDEWAAGEN, M. A. J.: Wortelontwikkeling en droogteschade. Notulen 5e Techn. Bijeenk. Comm. Hydrol. Onderz. T.N.O. Utrecht 1949 (niet gepubliceerd).
3. SIEBEN, W. H.: Het verband tussen grondwaterstand en opbrengst in het Veluwe randgebied ten Zuidoosten van de toekomstige Oosterpolder. Voorl. rapport. Directie v. d. Wieringermeer (Noordoostpolder-werken) 1950 (niet gepubliceerd).
4. VELDMAN, G.: Over de landbouwkundige waarde van lichte mariene gronden. Directie v. d. Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) 1949.
5. VEJHMEYER, F. J. en A. H. HENDRICKSON: Soil moisture in relation to plant growth. Ann. Rev. of Plant Phys., 1950.
6. VISSER, W. C.: De groei van kersen in verband met het bodemprofiel. Meded. Dir. Tuinb. 9, 1946: 644—650.
7. VISSER, W. C.: Bodemeigenschappen en de groei van pruimen. Meded. Dir. Tuinb. 10, 1947: 31—41.
8. VISSER, W. C.: De eisen van aardbeien ten aanzien van de diepte van het grondwater. Meded. Dir. Tuinb. 11, 1948: 351—356.