

. INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

NOTA 95

WATERVOORZIENING IN DE FRUITTEELT

(Het gebruik van tensiometers bij de vaststelling van het moment van watergeven)

door

P. DELVER, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.)

P.J. BOLDING, Proefstation voor de Fruitteelt, Wilhelminadorp

Nota's van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid zijn in principe interne communicatiemiddelen en worden derhalve niet als officiële publikaties beschouwd. Zij zullen veelal resultaten van niet afgesloten onderzoek bevatten en/of als discussiestuk dienen. Eventuele conclusies mogen niet als definitief worden beschouwd.

Deze nota's worden slechts in beperkte mate of in het geheel niet buiten het Instituut verspreid.

1981

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

2033995

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Omgaan met tensiometers	4
2.1. Hoe werkt een tensiometer?	4
2.2. Betekenis van de aanwijzing	6
2.3. Plaatsing	7
2.4. In bedrijf stellen	10
2.5. Nulpunt-instelling	11
2.6. Buiten bedrijf stellen	11
3. Toepassing bij het onderzoek	13
3.1. Tensiometer-waarnemingen in 1980	13
3.2. Reactie van de vruchtgroei op watergeven in 1980	16
3.3. Tensiometer-waarnemingen in 1981	18
3.4. Reactie van de vruchtgroei op watergeven in 1981	18
3.5. Nadere analyse van de reactie van de vruchtgroei	20
4. Criteria voor het begin van watergeven	23
4.1. Uitgangspunten	23
4.2. Jonge aanplant	27
4.3. Volgroeide aanplant	27
5. Samenvatting	29

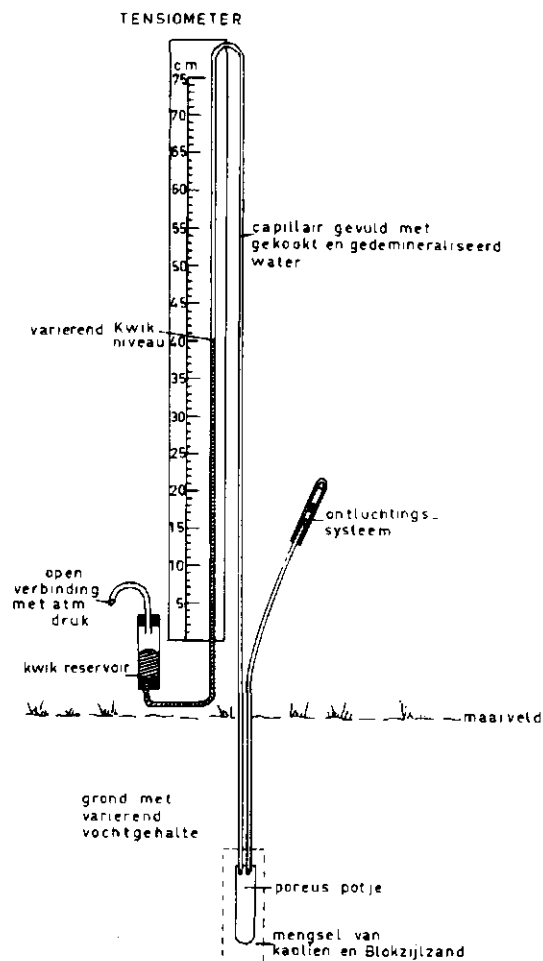
1. INLEIDING

In 1980/81 zijn door het Proefstation voor de Fruitteelt in proeftuinen en praktijkaanplantingen tensiometers geplaatst. Ze worden op grote schaal ook in eigen proeven te Wilhelminadorp gebruikt. Het betreft een door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) ontworpen model met kwikmanometer, geconstrueerd door het Proefstation. Omdat het werken met kwik grote zorgvuldigheid vereist (risico van morsen!) wordt dit type voor toepassing in de praktijk minder geschikt geacht. In de handel zijn vrij dure meters verkrijgbaar (prijs per stuk ca, f 200,-). De zuigspanning van het water in de grond wordt daarbij op een vacuüm-meter aangegeven in een schaal van 0 tot 100 centibar. Ten behoeve van gebruikers van de ICW-tensiometer wordt in het onderstaande een handleiding gegeven over de werking, plaatsing, het in- of buiten bedrijf stellen en de controle. Tevens worden enkele resultaten van onderzoek te Wilhelminadorp vermeld en worden criteria gegeven voor het begin van watergeven. Het vaststellen van de hoogte van de watergift valt buiten het bestek van deze nota.

2. OMGAAN MET TENSIOETERS

2.1. Hoe werkt een tensiometer?

Een tensiometer is een gesloten buis gevuld met water, aan de ene zijde verbonden met een in de grond geplaatst poreus potje van aardewerk, aan de andere zijde met een kwikmanometer of een vacuüm-(onderdruk-)meter (figuur 1).



Figuur 1. Tensiometer met kwik-manometer, model ICW.

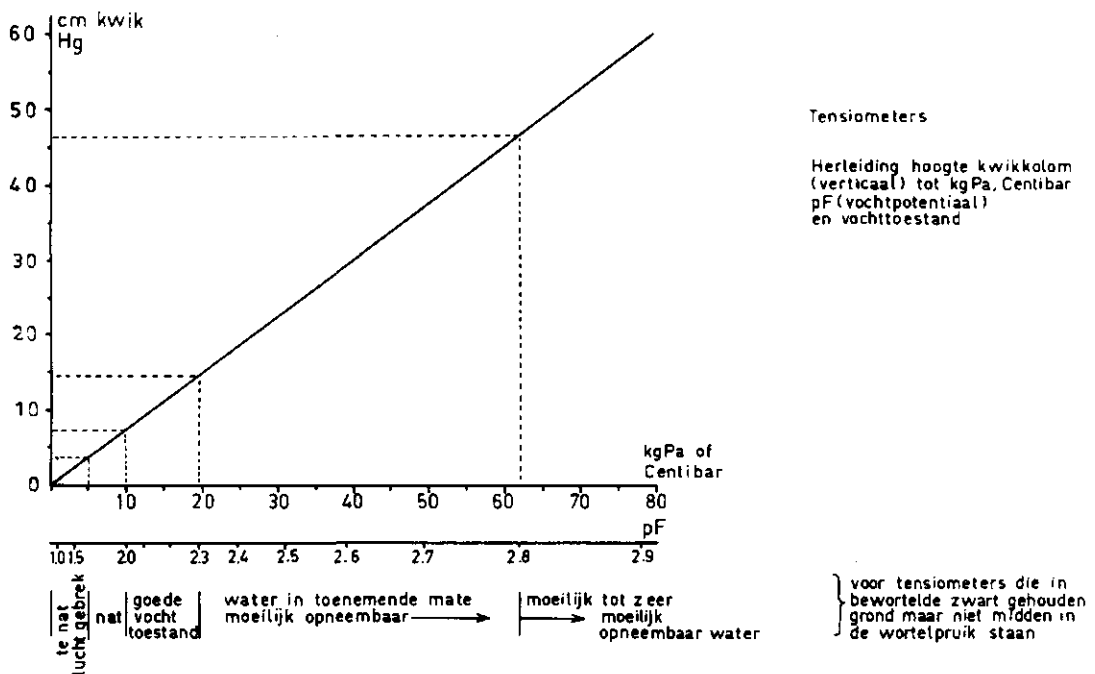
Het water moet gedemineraliseerd of gedestilleerd én ontlucht zijn. Dit laatste wordt bereikt door enkele minuten koken.

Water in de grond bevindt zich, afhankelijk van het vochtgehalte, in een meer of minder grote onderdruk ten opzichte van de atmosferische druk. Is deze onderdruk of zuigspanning nihil, dan behoort de kwikmanometer vrijwel op het nulpunt van de schaalverdeling te staan. Dit is ongeveer het geval als alle poriën in de grond rondom het potje met water gevuld zijn.

Via de poreuze (dunne en kwetsbare) wand staat het water in en buiten het potje met elkaar in verbinding. Bij evenwicht heerst binnen en buiten, althans in de directe omgeving van het potje, eenzelfde zuigspanning. Droogt de grond uit, dan wordt water naar buiten gezogen, wat aan een stijging van de kwikkolom merkbaar is. Bij herbevochtiging door neerslag, beregening, druppelbevloeiing of verhoging van de grondwaterstand gebeurt het omgekeerde. Er dringt dan water naar binnen. Dit kan opgeloste zouten en gassen bevatten. Omdat de oplosbaarheid van gas, bv. lucht, in water vermindert door verlaging van de druk - vergelijk de koolzuurontwikkeling bij het openen van een fles bier - zal de uitdroging van de grond en daardoor de stijging van de kwikkolom gepaard kunnen gaan met het vormen van luchtbellens in de tensiometer. Deze verzamelen zich boven in de tensiometerslang en dit maakt, als de bellens te groot worden (enkele mm of meer), dat de aanwijzing onbetrouwbaar wordt. Het is daarom gewenst te beginnen met het systeem met gekookt water te vullen. Dit bevat zeer weinig lucht. Daarnaast is er een tweede oorzaak waardoor zich luchtbellens ontwikkelen. Bij een kwikhoogte van 50 à 60 cm (67 à 80 centibar; 0,66 à 0,79 atm.) wordt door de poreuze wand van het potje altijd bodemlucht aangezogen. Dit beperkt het meetbereik van tensiometers tot ca. 60 cm kwikhoogte, maar voor een inzicht in de beschikbaarheid van vocht voor de plant is dit geen groot bezwaar omdat bij nog grotere zuigspanning het water toch zeer moeilijk opneembaar is. In "gortdroge" grond kunnen bv. wel zuigspanningen worden bereikt van 1000 centibar of meer.

2.2. Betekenis van de aanwijzing

Door de hoogte van de kwikkolom te herleiden tot de internationaal gebruikte eenheid van druk (1 bar = 100 centibar = 1000 millibar = 100 kilopascal, KgPa) of de vochtpotentialaal (pF, logaritme van de zuigspanning in cm waterkolom) krijgt men een indruk van de zuigspanning, dus de vochttoestand rondom het potje. Deze herleiding en de betekenis van de centibar- en pF-waarden voor de vochtopname zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 2. Verband tussen de kwikhoogte en de gebruikelijke eenheden van druk en vochtpotentialaal, benevens de opneembaarheid van het water. Plaatsing van het poreuze potje midden in de wortelpruik (sterke uitdroging) geeft een overschatting van de uitdroging van de grond in de rest van de wortelzone.

Daaruit kan men bijvoorbeeld aflezen dat bij stijging van het kwik van 15 naar 45 cm het water in de grond rondom het potje door uitdroging van goed tot moeilijk opneembaar wordt. De indruk die men uit de aflezing van één enkele tensiometer krijgt geldt echter alleen voor de betreffende bodemlaag en voor de plek in de boomgaard waar het potje werd aangebracht. Zowel boven als onder dit niveau kan de grond wel veel droger

of natter zijn als gevolg van snellere uitdroging of herbevochtiging door neerslag of, bij diepere lagen, door capillaire wateraanvoer. Het is dus zonder meer niet mogelijk uit de meting op één diepte een voldoende betrouwbare indruk te krijgen van de gemiddelde beschikbaarheid van water in de diverse bewortelde bodemlagen. Bovendien kan de vochttoestand ook in horizontale richting verschillen vertonen door onregelmatige verdeling van neerslag, onttrekking door het gewas en bodemverschillen. Zo droogt de grond in de buurt van de stam, onder de grasbaan of een plek met veel onkruid, als gevolg van dichtere beworteling veel sneller uit dan elders in de wortelzone. In druppelplekken die op het moment van meten niet worden bedruppeld, droogt de grond ook veel sneller uit dan elders omdat zich hier veel wortels hebben ontwikkeld. Bij overheersende windrichtingen uit het zuidwesten droogt de grond op enkele dm ten noordoosten van de stam sneller uit dan aan andere zijden. Dit is het gevolg van het onderscheppen van neerslag door de bladerkroon. Tenslotte kunnen bodemverschillen een rol spelen, vooral als hierdoor sprake is van ongelijke hoogten boven het grondwater en capillaire aanvoer van water. Metingen die een overdreven indruk geven van de uitdroging in de wortelzone leiden tot te vroeg water geven. Omdat de in de handel verkrijgbare meters duur zijn moet men zich meestal met slechts enkele exemplaren behelpen. Het is dus zaak de plaatsing van de potjes goed te overwegen.

2.3. Plaatsing

In het voorgaande is al aangegeven dat de tensiometer op een plek met gemiddelde invloed van regen en worteldichtheid moet staan. In een vol-groeide aanplant is het midden tussen twee bomen in de rij, ook om praktische redenen, een goede plek. Bij jonge aanplantingen moet het potje wat dicht bij de stam worden geplaatst, bij pas geplante bomen bv. iets buiten het plantgat. Wil men met de metingen alleen het begin van watergeven kunnen vaststellen dan moet dit een niet-bedruppelde plek zijn. De watergift en de frequentie van druppelen (dagelijks, enkele malen per dag etc.) worden dan bepaald op grond van de weersomstandigheden en de ontwikkeling van het gewas.

Het is in principe mogelijk ook de wijze van watergeven met behulp van tensiometeraanwijzingen vast te stellen of via automatisering te laten besturen. Het potje wordt dan op bv. 25 cm diepte en op 30 cm afstand van het druppelpunt ingebracht. Uitdroging van de grond op deze plek wordt bij een bepaalde stijghoogte van het kwik waargenomen door een foto-electrische cel. Deze geeft een signaal af en zet daarmee de druppelinstallatie gedurende een vooraf te kiezen tijdsduur in werking. Met het oog op de grote variatie in ruimtelijke verspreiding van het druppelwater in de grond is het dan gewenst verscheidene tensiometers te plaatsen en het watergeven te baseren op bv. de gemiddelde tensiometeraanwijzingen. Met deze werkwijze is nog weinig ervaring verkregen. Er kunnen enkele bezwaren tegen worden ingebracht: de keus van de plaats van het potje, van de aan te houden grens van uitdroging en van de duur van het druppelen is nogal willekeurig. Als gevolg van dichtere beworteling in de buurt van druppelplekken droogt de grond er, na beëindiging van regelmatig druppelen, sneller uit dan elders in de wortelzone. Zodoende wordt geen goede indruk verkregen van de vochttoestand in diverse bodemlagen elders in de wortelzone, waar zich toch nog altijd wel 70 tot 80% van de vruchtboomwortels bevinden.

Wat de diepte betreft zou een combinatie van drie niveaus, ca. 10, 25 en 35 à 50 cm (dit laatste afhankelijk van de bewortelingsdiepte en de verdeling van de diepere wortels) ideaal zijn. Er wordt dan een vrij volledig beeld van de verticale vochtverdeling verkregen. De op 10 en 25 cm diepte geplaatste potjes geven een indruk van de snelheid van uitdroging, voortschrijdend van boven af, en van de mate waarin de bovengrond door regen wordt herbevochtigd. Op 10 cm droogt de grond echter vaak snel tot boven meetbereik uit, waardoor de meter bij een hoogte van de kwikkolom van ca. 60 cm buiten bedrijf raakt. Na regen zal de vochtspanning hier echter ook weer spoedig binnen meetbereik komen zodat tensiometers met ondiep geplaatste potjes (te) veel aandacht vragen door de noodzaak van herhaaldelijk ontlichten en weer in bedrijf stellen. Voor de praktijk wordt dit te tijdrovend geacht, daarom worden ze in bedrijven niet geplaatst.

Potjes op ca. 25 cm diepte geven ook een goed beeld van de gemiddelde vochttoestand in een groot deel van de bewortelde grond. De nog dieper geplaatste geven een indruk van de mate waarin de boom in droge perioden

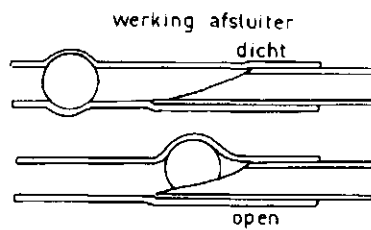
kan profiteren van capillair aangevoerd grondwater. Dit is vooral bij lichte ondergrond een van de belangrijkste overwegingen bij de beslissing of, gezien de uitdroging van de bovengrond, al watergeven moet worden begonnen. Daarom moet deze diepte goed aan de hand van de verticale verdeling van de wortels worden vastgesteld.

Is er sprake van een min of meer scherpe grens aan de beworteling dan wordt het potje op bijna bewortelingsdiepte gebracht. Dit is het geval bij plaatgrond (klei-op zand-profielen die veel in Zeeland voorkomen) op humeus zand scherp overgaand in humusarm zand. Gaat de beworteling daarbij tot 40 of 50 cm dan wordt het midden van het potje op 35, respectievelijk 45 cm geplaatst. Is er geen scherpe grens dan wordt het potje op $\frac{2}{3}$ van de geschatte bewortelingsdiepte geplaatst. Dit is bv. het geval bij zware in de ondergrond ijl bewortelde kleigrond. Bij een hoofdmassa tot 40 cm, maar met de diepste wortels op 60 à 70 cm komt het potje dan op 40 à 45 cm. Veel dieper dan 55 cm is meestal niet nodig omdat we dan met minder droogte-gevoelige gronden hebben te maken.

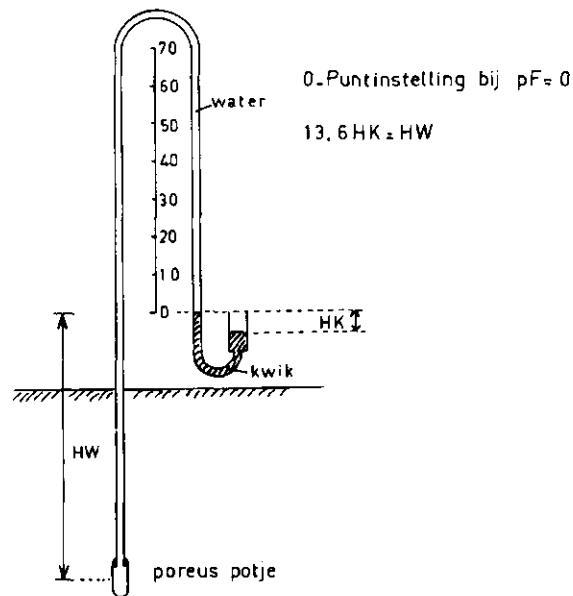
Bij het inbrengen is een goede aansluiting van de grond tegen de wand van het aardewerk potje van groot belang. In de handel gebrachte tensiometers worden vaak door de leveranciers geplaatst. Door middel van een steekboor met eenzelfde diameter als die van het potje wordt tot de gewenste diepte een nauw gat gemaakt. Het potje zal dan zonder meer tot op de bodem van het boorgat worden geduwd en wat aangedrukt. Bij grond die kan scheuren of krimpen, of bij aanwezigheid van grote wormgangen kan de aansluiting te wensen over laten, zodat de tensiometer minder goed gaat functioneren. Ook wortelgroei tegen de wand van het potje, vooral te verwachten in zware, ijl bewortelde kleigrond, kan de aanwijzing beïnvloeden, waarbij snellere uitdroging wordt gesuggereerd dan werkelijk plaatsvindt. Beter is daarom om een iets wijder gat uit te boren tot 1 à 2 cm dieper dan de gewenste diepte van de onderkant van het potje. De bodem en, na plaatsing, de ruimte rondom het potje worden dan opgevuld met een mengsel van kaolien en fijn ("Blokzijl"-)zand dat na bevochtiging goed rondom en boven het potje wordt aangestampt. Het gat wordt verder opgevuld met vochtige verkrumelde grond. Deze werkwijze geeft een goede aansluiting, weinig kans op wortelgroei tegen de wand van het potje en, zolang het mengsel nog nat is, enige controle op de later de bespreken nulpunts-instelling.

2.4. In bedrijf stellen

Vóór plaatsing wordt het tensiometerpotje met een injectiespuit via de glasparel-afsluiter (figuur 3) met gedemineraliseerd, gekookt water gevuld en geschud om alle lucht uit het potje te verdrijven. De voorraad water wordt weliswaar zo goed mogelijk luchtdicht afgesloten bewaard, maar zal toch na een aantal weken weer moeten worden gekookt (± 3 minuten) vóór gebruik bijvoorbeeld bij het ontluichten van de meter.



Figuur 3. Glasparel afsluiting. Voor openen van het systeem wordt de parel met de nagel op het schuin afgesneden deel van de verbindingsbuis geduwd.



Figuur 4. Principe van de nulpunts-instelling.

Na de plaatsing wordt het reservoir met 5 cm^3 kwik gevuld. Daarna wordt het systeem verder afgevuuld met gedemineraliseerd water tot alle

luchtbellen via het reservoir zijn verdreven. Het glaspareltje wordt nu in de stand "dicht" teruggeduwd.

2.5. Nulpunt-instelling (figuur 4)

De houder van de tensiometer wordt zo in de grond gestoken, dat het nulpunt van de afleesschaal zich op 10 cm boven de grond bevindt. Als alle poriën in het kaolien-zandmengsel rondom het potje geheel met water zijn gevuld zou na bereiken van evenwicht een kwikstand 0 ($pF = 0$) moeten worden aangewezen. Men zou dus door verticaal verplaatsen van het reservoir het kwikniveau in het linkerbeen op het nulpunt kunnen brengen. Het is echter niet zeker dat deze theoretische situatie door de bevochtiging van het kaolien-zandmengsel is bereikt, al zal dit kort na plaatsing wel ten naaste bij het geval zijn.

De instelling wordt daarom anders uitgevoerd nl. door het hoogteverschil tussen het kwik in het reservoir en het nulpunt van de schaal te brengen op $1/13,6$ -de deel van het hoogteverschil tussen dit nulpunt en de onderkant van het poreuze potje. Dit laatste verschil is niet erg nauwkeurig vast te stellen zodat met afwijkingen van de werkelijke waarde met 0,1 tot 0,2 cm kwikstand rekening moet worden gehouden. Na deze instelling zal soms blijken dat het kwik al spoedig iets boven het nulpunt staat. Dit wijst op waterverlies uit de poriën rondom het potje. Onder zeer natte omstandigheden komt het voor dat het kwik onder het nulpunt komt te staan. Dit wijst op overdruk rondom het potje, vermoedelijk ontstaan door de vorming van een schijnwaterspiegel in uitzakkend regenwater.

2.6. Buiten bedrijf stellen

Vooral in ondiep geplaatste tensiometers kan het kwik vrij snel oplopen en wel sneller naarmate hogere vochtspanningen zijn bereikt. Tussen 20 en 50 cm hoogte, bij dichte beworteling, veel blad en warm weer, zijn dagelijkse stijgingen van 2 à 3 cm geen uitzondering. Meestal neemt deze stijging in de buurt van het maximum meetbereik, 50 à 60 cm, af als gevolg van het vrijkomen van luchtbellen, lekkage of verminderde wateropname door de plant. Bij zeer goed werkende meters kan het kwik boven

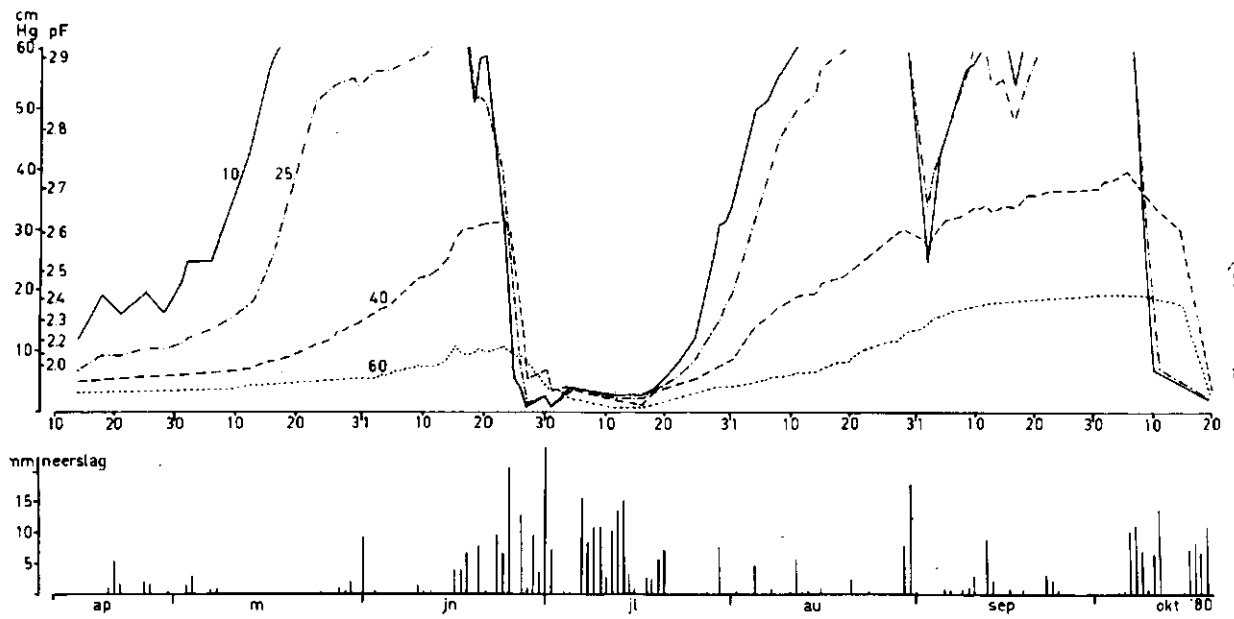
60 cm komen. Hoewel ze zo gebouwd worden dat een kwikhoogte van minstens 70 cm kan worden bereikt en het risico van overstorten van kwik in het tensiometerpotje gering is, wordt de meter bij ca. 60 cm kwikhoogte tijdelijk buiten bedrijf gesteld, enerzijds om dit risico te vermijden, anderzijds omdat het zinloos is de aflezingen voort te zetten: de werkelijke zuigspanning is dan al gauw veel hoger dan de aanwijzing. Hiertoe wordt het glaspareltje in de afsluiter (figuur 3) naar boven geduwd. Dit moet zeer geleidelijk gebeuren omdat plotseling openen bij hoge standen van het kwik een te snelle terugval van de kolom en overstorten uit het reservoir kan veroorzaken. De meter blijft buiten werking tot de vochttoestand van de betreffende bodemlaag door neerslag vermoedelijk weer binnen meetbereik is gekomen. Bij het weer in bedrijf stellen moet via de afsluiter goed ontluicht water in het systeem worden gebracht totdat alle luchtballen zijn verdwenen. Op de daarbij gebruikte injectiespuit mag men slechts weinig druk uitoefenen om overstorten van kwik te voorkomen.

3. TOEPASSING BIJ HET ONDERZOEK

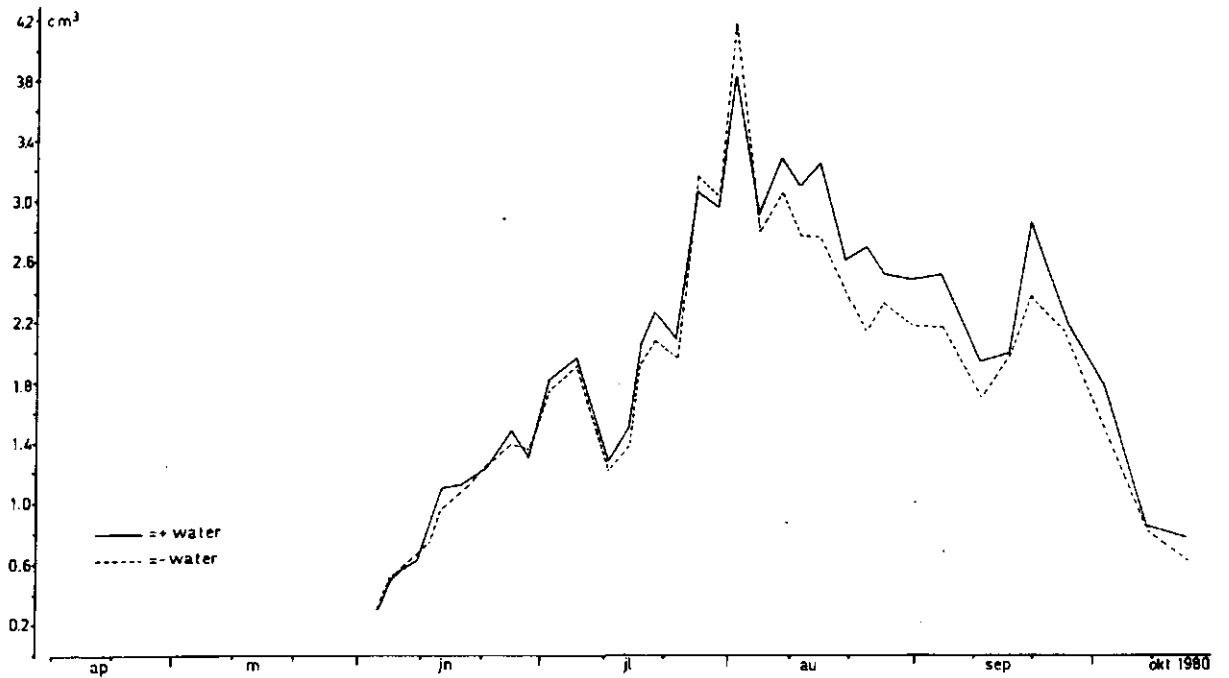
Te Wilhelminadorp wordt het effect van druppelbevloeiing o.a. nagegaan in een in 1975 geplante proef met appels (perceel 7). Met behulp van een groot aantal tensiometers wordt het verband bestudeerd tussen de weersomstandigheden (neerslag, verdamping) en de uitdroging van de grond. Tegelijkertijd worden zeer vaak herhaalde metingen uitgevoerd van de doorsnede van Cox's Orange Pippin-vruchten op niet en wel druppelbevloeide veldjes. Aldus wordt vastgesteld of en, zo ja, wanneer en in welke mate, en bij welke vochttoestand op niet-bedruppelde veldjes, het watergeven effect heeft op de groei. Dit levert althans voor de vruchtgroei criteria op voor het begin van watergeven. Als voorbeeld van het gebruik van tensiometers zullen enkele uitkomsten worden vermeld. Het betreft een volgroeide aanplant. De reactie van de vegetatieve delen behoeft niet dezelfde te zijn als die van de vruchten. Mogelijk reageert de scheutgroei kritischer op uitdroging van de grond en watergeven dan de vruchtgroei.

3.1. Tensiometer-waarnemingen in 1980

In figuur 5 is voor diepten van 10, 25, 40 en 60 cm beneden maaiveld het verloop van de kwikhoogten en vochtspanning weergegeven. Het betreft gemiddelden van steeds 10 tensiometers waarvan er op de zwartstrook steeds twee op 20, 30, 40, 50 en 60 cm afstand van het midden tussen twee bomen op, en dwars op de plantlijn waren ingegraven en dat op een groot aantal over het proefveld verspreid voorkomende niet-bedruppelde veldjes. De grond bestaat uit 50 tot 55 cm zavel dieper overgaand in slibhoudend tot iets slibhoudend matig fijn zand. De beworteling van het zes-jarige gewas gaat tot 50 à 55 cm. Het grondwater zakte in 1980 van 110 cm beneden maaiveld in april tot 150 cm midden september. Deze daling werd als gevolg van overvloedige regen tussen midden juni en midden juli onderbroken door een vijf weken durende periode met veel hogere waterstanden tot 40 cm-mv. De eveneens weergegeven neerslagverdeling maakt



Figuur 5. Tensiometerstanden in 1980 op niet-bedruppelde veldjes in een proefveld op plaatgrond te Wilhelminadorp, benevens de dagelijkse regenval.



Figuur 6. Groei van Cox's Orange Pippin-vruchten in het proefveld van figuur 5, weergegeven als dagelijkse toename van het schijnvolume. Wel en niet bedruppelde veldjes.

het mogelijk de invloed van regen op de vochttoestand van opeenvolgende bodemlagen te bestuderen. De volgende conclusies kunnen o.a. worden getrokken.

- * In de bovengrond geplaatste tensiometers lopen tijdens droogte eerder en sneller op dan dieper geplaatste. Dit blijkt uit de steilere helling van de lijnen voor de 10 en 25 cm diepten. Het minder snel uitdrogen van de grond op 40 en 60 cm is enerzijds het gevolg van minder dichte beworteling en anderzijds van capillaire aanvoer van grondwater. Dit laatste verhindert aanvankelijk het uitdrogen van de grond. Een betrekkelijk vlak verloop van deze lijnen wijst op belangrijke vocht-aanvoer uit het grondwater maar kan ook het gevolg zijn van het ontbreken van wortels en dus van vochtonttrekking.
- * Kleine hoeveelheden neerslag zoals in april-begin mei hebben op 10 cm diepte nog wel, op 25 cm al geen invloed meer gehad op de vochttoestand. De lijnen geven een indruk van de diepte tot waar regen in de grond dringt. Overvloedige regen, 220 mm tussen 15 juni en 20 juli heeft de grond uiteraard weer geheel op veldcapaciteit en nog hogere vochttoestand teruggebracht.
- * Na midden juli vond de hernieuwde uitdroging sneller plaats dan in het voorjaar. Dit blijkt uit de steilere helling en de kortere horizontale afstand tussen de 10 en 25 cm lijnen en uit het direct al sneller oplopen van de vochtspanning in diepere bovenlagen. Een groter bladoppervlak en hogere temperaturen, dus meer onttrekking, hebben hierbij een rol gespeeld.
- * Twee regendagen eind augustus met totaal 25 mm neerslag hebben alleen de bovengrond gedurende enkele dagen wat bevochtigd.

De op 40 cm diepte ingegraven tensiometerpotjes geven een indruk van de vochttoestand zoals die door de diepste boomwortels wordt ondervonden. Op 60 cm zitten geen wortels meer. Als de pF op 40 cm hoger komt dan ca. 2,3 (kwikhogte 15 cm) mag worden aangenomen dat de capillaire aanvoer van water naar de diepste wortels sterk begint achter te blijven bij de potentiële vochtbehoefte van de boom. Deze bedraagt afhankelijk van de weers- en gewasomstandigheden 2 tot 5 mm per dag ofwel bij 1800 bomen en 1800 druppelaars per ha, 11 tot 28 liter per dag per druppelaar.

In het voorjaar was dit moment (pF 2,3 op 40 cm diepte) eind mei bereikt, na de zware regenperiode was dit wederom het geval rond 9 augustus.

3.2. *Reactie van de vruchtgroei op watergeven in 1980*

De om de 2 tot 6 dagen herhaalde metingen van de vruchtdiameters, van voor elke groep 90 vruchten aan 15 verschillende bomen, zijn omgerekend tot dagelijkse toename van het schijnvolume. Dit is het volume berekend alsof de vrucht een bolvorm bezit. De vruchtgroei is in figuur 6 (pag. 14) weergegeven. Hierover kan het volgende worden opgemerkt.

- * De vorm van de groeicurven (bepaald door het ontwikkelingsstadium van vrucht en blad; vruchtdracht; bladstand; daglengte; afrijping, etc.) en de weers-afhankelijke kleine variaties over korte perioden blijven grotendeels onbesproken.
- * Op de "+ water" veldjes begon het druppelen op 12 mei met 4 liter per boom per dag. Op 27 mei werd dit opgevoerd tot gemiddeld 9 liter. Van 11 juni af werd 20 liter gegeven. Op 24 juni werd het druppelen in verband met toenemende regenval gestaakt. Een tweede druppelperiode begon op 4 augustus met 16 liter per boom per dag. Dit werd 25 augustus verminderd tot ca. 10 liter, welke gift tot eind september ononderbroken werd voortgezet. Daarna werd nog tot 10 oktober ca. 3 liter gegeven.
- * De sterke achteruitgang van de groeisnelheid tussen 9 en 18 juli moet voornamelijk aan zuurstofgebrek, veroorzaakt door aanhoudende regenval, worden toegeschreven.
- * Het druppelen van 12 mei tot 24 juni heeft de vruchtgroei slechts een zeer geringe relatieve voorsprong gegeven van 2 tot 4%, vergeleken met niet-druppelen. Toch was de bovengrond tot 25 cm diepte al van ± 20 mei af flink droog terwijl de vochtspanning op 40 cm diepte, waar de diepere wortels zitten, vanaf eind mei opliep tot boven veldcapaciteit (pF 2,3). De verklaring voor deze geringe reactie moet wellicht worden gezocht in de matige temperatuur (de gemiddelde maximum-temperatuur in de eerste helft juni was 18,9 °C) en in de nog niet volledige bladontplooiing. Daardoor was de behoefte aan extra vochtvoorziening nog zeer gering.

- * De genoemde voorsprong in de vruchtgroei op de bedruppelde veldjes bleef ook na het stopzetten van het druppelen op 24 juni nog enkele weken bestaan. Dit kan erop wijzen dat de extra vruchtgroei niet direct als gevolg van betere watervoorziening, maar indirect, door iets versterkte vruchtrui is ontstaan. Door middel van schattingen van afgeval- len vruchten is inderdaad iets meer rui door water geven aangetoond. Het is echter ook mogelijk dat een iets betere bladontwikkeling door druppelen een min of meer langdurige voorsprong in de vruchtgroei heeft veroorzaakt.
- * De voorsprong van de bedruppelde veldjes veranderde vanaf 25 juli korte tijd in een geringe achterstand. Deze omslag viel samen met een plotse- linge stijging van de maximum temperatuur van $16 \text{ à } 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ naar $23 \text{ à } 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$. De vruchtgroei heeft hier op beide groepen veldjes duidelijk gunstig op gereageerd. De relatieve achterstand wijst op een grotere gevoeligheid voor vochttekort op de bedruppelde veldjes, hetzij door grotere afhankelijkheid van de vochtvoorziening in de dichter bewor- telde druppelplekken, hetzij door een extra verzwakking van deze wortels door wateroverlast in de reeds voor de regenperiode natte druppelplekken.
- * Vanaf het moment dat opnieuw met druppelen werd begonnen, 4 augustus, kwam wederom - en nu veel duidelijker - een positief effect naar voren dat op een gemiddeld 12% betere vruchtgroei werd berekend en dat voort- duurde tot ver na de normale pluktijd.
- * Vergelijking met de vochtspanningscurven in figuur 5 leert dat in deze periode van verbeterde vruchtgroei niet alleen de bovengrond vrijwel steeds sterk was uitgedroogd maar dat ook het duidelijk en blijvend overschrijden van de waarde $pF = 2,3$ op 40 cm diepte wijst op het na begin augustus vrijwel ontbreken van capillaire aanvoer van grondwater. Van begin september af was dit zelfs op 60 cm diepte het geval.
- * Metingen van de grondwaterstanden wezen uit dat het sterk verminderen van de capillaire nalevering op 40 en 60 cm diepte ($pF 2,3$) samenviel met standen van 125 respectievelijk ruim 140 cm-mv.
- * De mate waarin het druppelen extra vruchtgroei veroorzaakte hing samen met de maximum temperatuur in de betreffende periode: boven $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ was de reactie sterker dan beneden deze temperatuur. Dit aspect wordt later nog besproken.

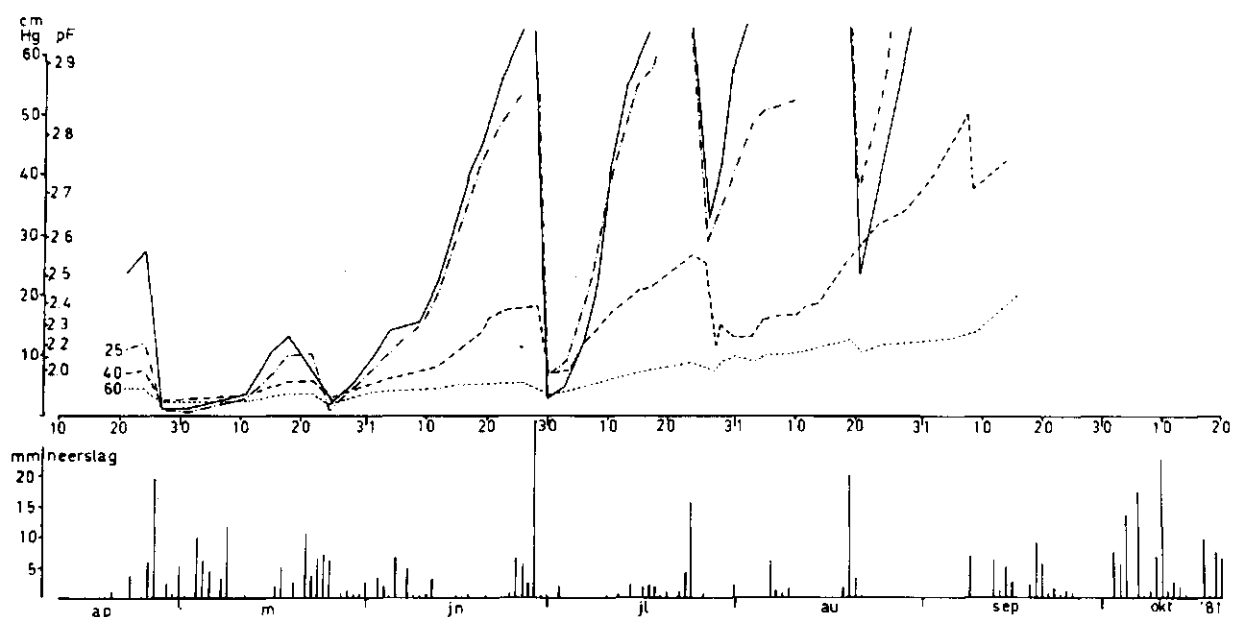
3.3. Tensiometer-waarnemingen in 1981

Het vervolgen van de vochttoestand van de grond vond in 1981 op dezelfde wijze plaats als in 1980. De vochtspanningscurven met bijbehorende dagelijkse hoeveelheden neerslag zijn in figuur 7 weergegeven. Na de uitvoerige bespreking van figuur 5 kan worden volstaan met het noemen van slechts enkele punten.

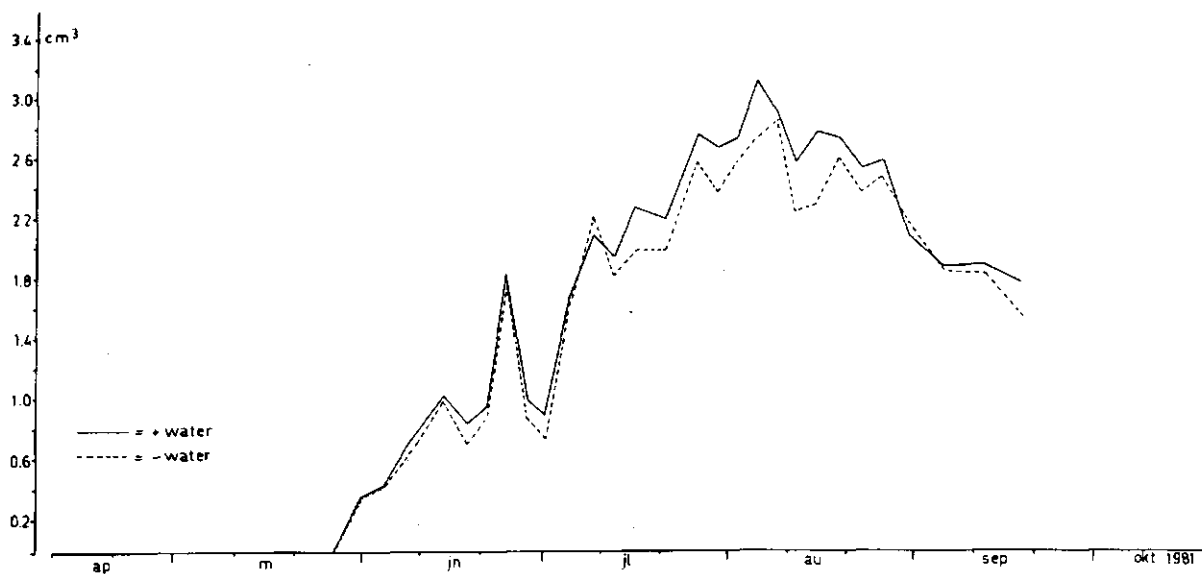
- * Het jaar 1981 begon veel natter dan 1980, derhalve begon de uitdroging van de wortelzone aanzienlijk later.
- * De vochtspanningslijnen voor de diepten 10 en 25 cm volgen elkaar tijdens uitdroging op kortere horizontale afstand dan in 1980. Dit wordt verklaard uit het verder in blad staan in de periode van eerste uitdroging in 1981 (juni) vergeleken met 1980 (mei), uit hogere temperaturen en uit een algemeen betere bladstand in 1981. Het gewas is ook een jaar ouder geworden. Daardoor vond de uitdroging in de opeenvolgende lagen sneller plaats.
- * De mate waarin neerslag de vochttoestand heeft beïnvloed laat zich gemakkelijk uit de grafieken aflezen. Wederom blijkt dat na een flinke droge periode neerslag van ca. 20 mm alleen de bovengrond korte tijd bevochtigt (\pm 20 augustus). Het overschrijden van de waarde pF 2,3 op 40 respectievelijk 60 cm diepte vond plaats bij ca. 125 en 150 cm diepe grondwatertoestand, wat vrij goed overeenkomt met de bevindingen in 1980. Als voor een boomgaard met opdrachtige ondergrond en scherp begrensde bewortelingsdiepte de relatie wordt vastgesteld tussen de vochtspanning in het onderste deel van de wortelzone tijdens uitdroging en de grondwaterstand, kan waarneming van de laatste goed dienen om het moment vast te stellen waarop de capillaire vochtvoorziening sterk begint achter te blijven bij de vochtbehoefte van het gewas.

3.4. Reactie van de vruchtgroei op watergeven in 1981

De metingen, om de paar dagen, van de vruchtdiameter van Cox's Orange Pippin vond op dezelfde wijze plaats als in 1980, nu echter van 45 vruchten, van 15 bomen per groep. De metingen werden wegens tijdgebrek minder lang voortgezet. De volgende punten zijn van belang:



Figuur 7. Tensiometerstanden in 1981 in hetzelfde proefveld als figuur 5, benevens de dagelijkse regenval.



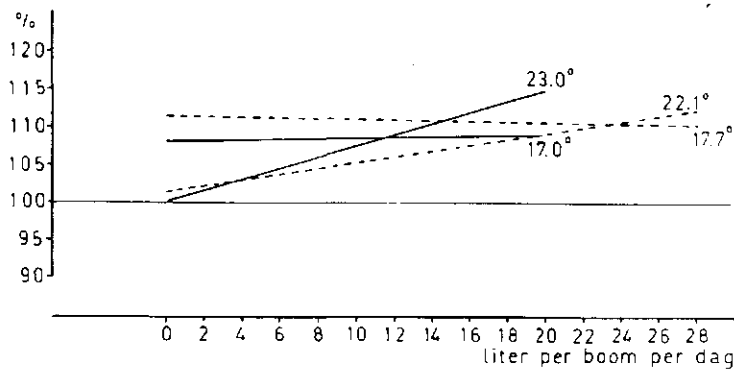
Figuur 8. Groei van Cox's Orange Pippin vruchten op het proefveld van figuur 7. Zie ook figuur 6.

- * Het water geven begon pas op 15 juni, waarbij tot en met 28 juni 16 liter per boom per dag werd gegeven. Daarna werd het druppelen pas weer hervat op 14 juli, waarbij tot en met 6 augustus gemiddeld 22 liter werd gegeven. Om de reactie van de vruchtgroei op (ongemotiveerd) stopzetten van het druppelen te kunnen waarnemen, werd van 7 tot en met 12 augustus niet gedruppeld. Er volgde weer een druppelperiode van 13 augustus tot en met 1 september waarbij echter van 16 tot 8 liter afnemende hoeveelheden werden toegepast. Tenslotte werd van 8 tot en met 15 september nog 16 liter gegeven. Het steeds wisselen van druppelregiem stond deels in verband met regenval en temperatuur deels met pogingen iets te leren over het verband tussen de reactie van de vruchtgroei en de hoeveelheid druppelwater.
- * Bestudering van het druppelregiem en de vruchtgroeicurven leert dat onderbreking van het druppelen (29 juni-13 juli; 7-12 augustus; 2-7 september) en sterk verminderen van de watergift (20 augustus tot 1 september) al na enkele dagen leidt tot duidelijke vermindering en tenslotte achterblijven van de vruchtgroei op de bedruppelde ten opzichte van de onbedruppelde veldjes.
- * Positieve reacties van de vruchtgroei op het druppelen vonden plaats in perioden waarin de bovengrond sterk en de ondergrond (40 cm diep) tot minstens veldcapaciteit (\pm pF 2,3) was ingedroogd.

3.5. Nadere analyse van de reactie van de vruchtgroei

Het ging bij de metingen om nauwkeurige waarneming van de groei, over korte perioden, van flinke aantallen steeds dezelfde vruchten van gemiddelde grootte. Omdat de groeicurven een afhankelijkheid suggereerden van het effect van druppelen van de weersomstandigheden en van de watergift, is deze relatie nader uitgewerkt in figuur 9. De eerste vier meetperioden (1980; 2 tot 11 juni; 1981: 27 mei tot 11 juni) zijn daarbij buiten beschouwing gelaten vanwege de nog zeer kleine vruchtmaat, geringe bladontplooiing en, ten dele, de nog goede natuurlijke vochtvoorziening.

De meetperioden zijn gesplitst in twee groepen met gemiddelde maximumtemperaturen lager en hoger dan 20,0 °C. Voor beide groepen en jaren afzonderlijk is het verband berekend tussen het relatieve verschil in groeisnelheid tussen bedruppeld en onbedruppeld, en de watergift. Uit figuur 9



Figuur 9. Het effect van druppelen bij Cox's Orange Pippin in afhankelijkheid van de watergift en van de gemiddelde maximum-temperatuur gedurende korte meetperioden. Gemiddelde dagelijkse toename in schijnvolume van vruchten van bedruppelde veldjes in % van onbedruppelde = 100%. Temperatuur in °C; _____ 1980 -----1981.

kan het volgende worden geconcludeerd:

- * Bij koel weer (17 à 18 °C gemiddeld) bestaat er in beide jaren een constante, niet van de watergift afhankelijke voorsprong van 9 à 11 % van de groei van vruchten op bedruppelde ten opzichte van niet-bedruppelde veldjes. Dit verschil kan allerlei oorzaken hebben: een door druppelen in vorige jaren ontstane iets grotere groei-kracht en betere bladstand; geringe bevordering van vruchtrui door druppelen vroeg in het seizoen waardoor lagere vruchtdracht (in 1980 in zwakke mate, in 1981 niet geconstateerd); of betere vochtopname door reeds aanwezige dichtere beworteling in niet-bedruppelde druppelplekken. Het watergeven haden in deze jaren bij koel weer in elk geval geen direct gunstig effect ook al werd soms onder droge omstandigheden vrij veel water gegeven.
- * Bij temperaturen van gemiddeld 22 à 23 °C werden voor beide jaren betrouwbaar positieve correlaties (bij $P = 0,01$) berekend. Meer water tot 20 à 28 liter per boom per dag gaf dus vergeleken met geen of weinig water een toenemende voorsprong in groei van bedruppeld ten

opzichte van niet-bedruppeld. In 1980 zijn bij herhaling korte warme perioden opgetreden met maximum temperaturen van 24 tot 27 °C waarbij toch slechts 16 à 20 liter werd gegeven. Dit had vermoedelijk meer moeten zijn, of de gift had verdeeld over de dag moeten worden gegeven.

* Voor beide jaren kruisen de "koel weer-warm weer"-lijnen elkaar: als bij warm weer geen of te weinig water wordt gegeven vermindert de voorsprong van bedruppeld sterk, kan zelfs in een achterstand ten opzichte van onbedruppeld veranderen (zie ook de figuren 6 en 8). Alleen al om een bestaande voorsprong in groeisnelheid te behouden moest bij 22 à 23 °C 10 tot 20 liter per boom per dag worden gegeven.

De bovenstaande voorlopige conclusies uit dit onderzoek laten zien dat de vraag of druppelbevloeiing bij een normale dracht de vruchtgroei bevordert, sterk afhankelijk is van het weer en dat ook de hoogte van de watergift daarop moet zijn afgestemd, bv. op de temperatuur of de verdamping. Dit zou in principe dagelijks en niet op basis van het weer in de afgelopen week moeten gebeuren.

4. CRITERIA VOOR HET BEGIN VAN WATERGEVEN*

4.1. Uitgangspunten

De beoordeling van het moment waarop water moet worden gegeven kan worden gedaan met behulp van een regelmatig bijgehouden vochtboekhouding. Hierbij worden vochtberging, effectieve neerslag en capillaire vochtvoorziening afgewogen tegen het vochtverlies door verdamping aan de grondoppervlakte en door het gewas. Hierover is in "de Fruitteelt" gepubliceerd (70 (1980): 640-642). Omdat deze boekhouding enkele onzekere punten bevat en deskundigheid veronderstelt lijkt het moment van water geven wat nauwkeuriger en zeker gemakkelijker te kunnen worden vastgesteld met tensiometers. Voorwaarde is wel dat ze goed functioneren, dat uiteenlopende bodemsituaties in een perceel of bedrijf door middel van afzonderlijke tensiometers worden beoordeeld en dat er minstens twee op zorgvuldig gekozen diepten per bodemsituatie worden geplaatst (zie 2.3). In tabel I zijn voor tensiometerstanden grenzen aangegeven waarvan het overschrijden door uitdroging van de grond aanleiding is om met watergeven te beginnen. Ze gelden voor potjes middenin en onderin de wortelzone van betrekkelijk ondiep bewortelde gronden.

Voor de bovenste zijn in het vochtspanningstraject tussen pF 2,4 en 2,9 voor drie groepen grondsoorten verschillende niveaus aangegeven van steeds twee gronden, respectievelijk voor sterk en voor matig vochtbehoefte omstandigheden. Naarmate er meer van de volgende omstandigheden gelijktijdig van toepassing zijn wordt een lagere grenswaarde gekozen uit het aangegeven traject.

- a. Warm sterk drogend weer met maximum temperaturen hoger dan ca. 21 °C en grotere verdamping dan 3 mm per dag.
- b. Volgroeide, gesloten en dichte beplanting, of vochtbehoefte gewassen (kleinfruit).
- c. Zware vruchtdracht, goede bladstand (groot blad).
- d. Zware ondergroei, bv. brede grasstroken.
- e. Dunne bewortelingslaag.

* Opgesteld in overleg met ir. A.P. Hidding, Consulente in Algemene Dienst voor Bodemaangelegenheden in de Tuinbouw.

TABEL I. Grenswaarden voor het begin van watergeven.

gem. diepte tensiom. potje cm	Grondsoort	hoogte kwik cm		pF		Vochtspann.	
		Kans op vocht- tekort		Kans op vocht- tekort		Kans op voc- tekort	
		groot	matig	groot	matig	groot	n
20-25 bewor- telde laag	zand, zeer l. zavel	20	40	2,4	2,7	27	5
	zavel	35	55	2,7	2,9	47	7
	klei, zware klei	25	45	2,5	2,8	33	6
35-45 onder- zijde bew.laag	zand, zeer l.zavel	6	10	1,9	2,1	8	1
	zavel	9	20	2,1	2,4	12	2
	klei, zware klei	4	14	1,7	2,3	5	1

Een hogere grenswaarde wordt aangehouden als van meer van de volgende omstandigheden sprake is:

- a. Minder sterk drogend weer, koel, weinig wind, hoge luchtvochtigheid, verdamping lager dan 3 mm per dag.
- b. Een niet gesloten beplanting (te wijd geplant of 3 tot 5-jarig gewas).
- c. Een matige tot lichte vruchtdracht.
- d. Weinig of geen ondergroei.
- e. Een bewortelingsdiepte van minstens 40 cm.

Het aanhouden van de laagste of hoogste grens kan in de praktijk een verschil in begin van watergeven betekenen van 4 tot 7 dagen. Ook voor de drie grondsoorten zijn de grenswaarden verschillend gekozen. De argumentatie hiervoor berust op de verwachte hoeveelheid nog beschikbaar vocht bij stijgende vochtspanning en op de zuurstofvoorziening. Ter verduidelijking dienen de volgende uit een aantal vochtspannings-(pF-)curven berekende hoeveelheden beschikbaar vocht tussen respectievelijk pF 2,3 en 2,7 en tussen pF 2,7 en 3,3. De berekening geldt voor een bewortelde laag van 40 cm.

Voor *zandgronden* (gem. 4% humus, 2% afslibbare delen): 23 en 15 mm.

Voor *zavelgronden* (gem. 2,5% humus, 20% afslibbare delen): 32 en 37 mm.

Voor *kleigronden* (gem. 3,1% humus, 42% afslibbare delen): 14 en 23 mm.

De lage voor zandgrond gekozen grenswaarden berusten nu op de overweging dat bij een bepaalde tensiometerstand nog maar weinig water, veel minder dan in zavel, ter beschikking van de boom staat. Bovendien neemt deze hoeveelheid bij stijgende vochtspanning snel af, de vochtvoorziening wordt snel kritiek.

In klei, en vooral zware klei, is de hoeveelheid beschikbaar water tussen lage pF-grenzen (water aanwezig in relatief grote poriën) nog belangrijk kleiner dan in zand. Daar staat tegenover dat tussen hoge pF-grenzen (in de fijne poriën) veel meer water aanwezig is. Bij goede doorworteling raakt de vochtvoorziening in klei bij stijgende vochtspanning minder snel kritiek dan in zand. In verband hiermee en met de omstandigheid dat de zuurstofvoorziening bij lage pF-waarden veel ongunstiger is dan in zand worden voor kleigronden iets hogere grenswaarden aangehouden.

Zavelgronden hebben als kenmerk dat niet alleen de hoeveelheid tussen lage pF-grenzen beschikbaar water groot is maar dat ook de resterende hoeveelheid bij stijgende pF vrij groot blijft. Bovendien is de doorworteling meestal goed. De grenswaarden voor uitdroging zijn daarom voor zavel het hoogst gesteld.

Voor tensiometers met onderin de wortelzone geplaatste potjes, 35 tot 45 cm diep, worden andere criteria aangehouden. Niet de nog opneembare vochtreserve (deze is op die diepte vaak beperkt toegankelijk door ijlere of weinig dieper gaande beworteling) maar de geschatte mogelijkheid van wateraanvoer uit het grondwater is hier het uitgangspunt voor het stellen van kritische grenswaarden. De in tabel I per grondsoort genoemde hoogte van het kwik zijn ruwe richtlijnen. Ze geven vochtgrenzen aan waartussen het capillaire geleidingsvermogen van de grond sterk daalt, van 1 à 2 mm per etmaal tot iets minder dan 0,1 mm. Het van de vochtspanning afhankelijke capillaire geleidingsvermogen geeft het verticale vochttransport aan dat ontstaat als er een drijvende (zuig-)kracht is overeenkomend met de eenheid van vochtpotentiaalverval (die eenheid is 1 cm waterdrukverval

per laag van 1 cm dikte). Uit de in de tabel genoemde grenzen kan men niet direct de hoeveelheid capillair water afleiden die in werkelijkheid per etmaal naar de laag op 40 cm diepte toestroomt. Deze hangt, behalve van het capillaire geleidingsvermogen mede af van de grootte van de drijvende kracht, dus van het verticale potentiaalverval (pF-verschillen tussen opvolgende bodemlagen zoals aangegeven in de figuren 5 en 7), en verder van bodemeigenschappen in de capillaire zone en van de diepte van het grondwater onder de betreffende laag. Er mag echter wel worden aangenomen dat als de bovengrond flink is ingedroogd, de vermelde kwikhoogten ten naaste bij het traject aangeven waarin de capillaire wateraanvoer daalt van enkele mm tot minder dan 1 mm per etmaal. Overschrijding van de hoogste grens betekent dat het grondwater vrijwel geen rol meer speelt bij de vochtvoorziening (de potentiële dagelijkse behoefte van een goed ontwikkeld producerend fruitgewas bedraagt in ons land 2 tot 5 mm) en dat de vochtreserve onderin de wortelzone moet worden aangesproken. Deze zal snel zijn verbruikt.

De juistheid van de gekozen grenzen, vastgesteld met gegevens van Wind (G.P. Wind: Verslagen en Mededelingen No. 5, 1960. Commissie Hydrol. Onderzoek TNO) zou nog nader moeten worden getoetst. Er komen bijzondere bodemsituaties voor die de opdrachtigheid gunstig of ongunstig beïnvloeden. Ook de worteldichtheid ter hoogte van het diepste potje speelt een rol. Voorlopig lijkt het juist de onderste (veilige) grens aan te houden voor sterk, en de bovenste voor matig droogtegevoelige boomgaardsituaties.

Een bruikbaar uitgangspunt voor een indruk over de capillaire nalevering kan ook zijn het verloop van de tensiometerstand in de tijd. Als het kwik voor de \pm 40 cm diepte vrij constant op enkele cm hoogte blijft staan en weinig neiging vertoont tot stijgen kan dit een teken zijn dat er vrijwel geen wortels zitten en dat het potje te diep staat. Is dit niet het geval dan is het vrij constante niveau een teken dat er in deze laag vrijwel geen uitputting van water plaatsvindt hetzij doordat het gewas uit de wortelzone erboven nog gemakkelijk water kan opnemen, hetzij dat er nog ruime capillaire aanvoer is. Pas als de vochtopname in de bovengrond veel moeilijker gaat, ontstaat er voldoende zuigkracht voor capillaire aanvoer. Door de dalende grondwaterstand neemt deze aanvoer dan echter snel af, wat in een versnelde stijging van het kwik merkbaar wordt (vergelijk figuren 5 en 7 voor de tensiometers op 40 cm diepte).

4.2. Jonge aanplant

Voor gewassen in het jaar van planten en waarschijnlijk ook nog in het tweede jaar mag een nog vrij ondiepe beworteling worden verondersteld, die bovendien nog sterk in het plantgat is geconcentreerd. De bijdrage van capillair toestromend water is dan van minder betekenis dan bij een volgroeid gewas. Voor zulke gevallen wordt geadviseerd uitsluitend of overwegend op tensiometeraanwijzingen van ondiepe potjes (20-25 cm) af te gaan. Staat het potje in het plantgat (wortelpruik) dan wordt per grondsoort in tabel I een relatief hoge stand voor matig droogtegevoelige omstandigheden aangehouden als criterium voor watergeven. Onder invloed van snelle vochtonttrekking door de nabije wortels suggereert de tensiometer dan een grotere droogte dan er buiten het plantgat heerst, waar nog ruim voldoende gemakkelijk opneembaar water aanwezig kan zijn. Dit bevordert juist wortelgroei uit het plantgat. Zou men zeer vroeg met druppelen bij de stam beginnen, dan bevordert men enigszins dat de wortels in het plantgat blijven.

Staat het potje dichtbij, maar buiten het plantgat in voorlopig nog niet of ijl bewortelde grond dan wordt als grens een relatief lage stand, voor droogtegevoelige omstandigheden, aangehouden. De vochttoestand in de buurt van de wortels kan dan veel ongunstiger zijn dan door de tensiometerstand wordt gesuggereerd. Uiteraard wordt rekening gehouden met de invloed van neerslag die de bovengrond flink kan bevochtigen zonder dat dit op 25 cm diepte door de tensiometerstand wordt weerspiegeld. Bijzonder zwaar dient men bij pas geplante bomen in het voorjaar de invloed van het weer en de bladontplooiing te laten wegen. Als droogte en warm weer al vroeg optreden dient men, ongeacht de tensiometerstand, spoedig met druppelen te beginnen. De scheuten moeten vanaf het begin regelmatig aan de groei blijven en op tijd kunnen afsluiten. Te laat beginnen met druppelen veroorzaakt door- of hergroei, waardoor voor meeldauw gevoelige scheuttoppen ontstaan.

4.3. Volgroeide aanplant

Bij volledig in de diepte ontwikkelde beworteling wordt pas water gegeven als de gestelde grenzen in tabel I voor beide tensiometerdiepten

gezamenlijk zijn overschreden, althans in de meestal heersende bodemsituatie dat capillaire nalevering uit het grondwater een belangrijke vochtbron voor het gewas is. Deze dubbele voorwaarde geldt speciaal als het om de vruchtgroei gaat. De argumentatie hiervoor steunt mede op de in hoofdstuk 3 vermelde ervaringen. Dient de extra watertoevoer om de scheutgroei te bevorderen dan moeten wat strengere eisen worden gesteld. De tensiometeraanwijzing voor het ondiepe potje zal dan doorslaggevend moeten zijn, of eventueel wordt voor het diepe potje steeds de laagste grenswaarde, die voor droogtegevoelige situaties, aangehouden.

Ook bij zware kleigrond doet men er goed aan de stand van de diepst geplaatste tensiometer niet al te zwaar te laten meetellen. De capillaire toestroming van grondwater naar de diepere wortels is hier over een breed traject van grondwaterstanden traag en blijft bij warm weer al spoedig achter bij de vochtbehoefte van het gewas. Bij sterke verdamping dient men dan niet te lang met druppelen te wachten.

Een bijzondere situatie treedt op als er na een lange droge periode enige regen valt en de stand van het kwik in de ondiepe tensiometer tot beneden de veilige grens daalt terwijl die van de diepe tensiometer nog droogte blijft aanwijzen. Het druppelen dient dan niet te snel te worden onderbroken.

Is er geen grondwaterinvloed, dan wordt voor de ondiepe tensiometer een grenswaarde uit tabel I gekozen met inachtnaam van de factoren die de kans op droogte bepalen. Voor de diepe tensiometer wordt dan de lage vochtgrens voor droogtegevoelige gronden aangehouden.

5. SAMENVATTING

Voor het plaatsen en het in en buiten bedrijfstellen van tensiometers met kwikmanometer worden aanwijzingen gegeven. Als toelichting voor het gebruik, bij het vaststellen van het moment van watergeven, worden ervaringen uit het onderzoek te Wilhelminadorp medegedeeld. Deze hebben betrekking op de samenhang tussen de vochttoestand van de grond in de loop van twee seizoenen en de reactie van de vruchtgroei van Cox's Orange Pippin appels op watergeven door druppelbevloeiing. Kritische vochtgrenzen worden aangegeven voor tensiometers met potjesbuiten de invloed van druppelplekken en geplaatst op 20 à 25 cm en 35 à 45 diepte. Voor gewassen met ondiepe wortelstelsels zijn deze diepten representatief voor respectievelijk de hoofdmasse van de wortels en voor de laag waar de diepere wortels nog van capillair toestromend grondwater profiteren. Worden deze grenzen overschreden, dan dient met watergeven te worden begonnen. De grenzen zijn binnen het aangegeven traject variabel en afhankelijk van een aantal factoren welke de kans op vochttekort bepalen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen pas geplante en tweejarige bomen enerzijds en min of meer volgroeide aanplantingen anderzijds. Op de watergiften wordt niet ingegaan. Hierover is gepubliceerd in de Fruitteelt 70 (1980): 640-642 en 694-698, en 71 (1981): 282-285.

