

B-1

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.  
KIWA



ENIGE BESCHOUWINGEN OVER DE  
REGENVAL EN DE WATERHUISHOUDING  
IN DE GROND IN VERBAND MET DE  
PLANTENGROEI

MEDEDELING No 2  
VAN DE SUBCOMMISSIE TUINSPROEIJERS VAN DE  
ALGEMEEN TECHNISCHE COMMISSIE VAN HET KIWA

MOORMAN'S PERIODIEKE PERS N.V. - DEN HAAG

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.  
KIWA

Van Speykstraat 34 — 's-Gravenhage

ENIGE BESCHOUWINGEN OVER DE  
REGENVAL EN DE WATERHUISHOUDING  
IN DE GROND IN VERBAND MET DE  
PLANTENGROEI

MEDEDELING No 2  
VAN DE SUBCOMMISSIE TUINSPROEIEREN VAN DE  
ALGEMEEN TECHNISCHE COMMISSIE VAN HET KIWA

## 1. Doel

Om tuinen en in het bijzonder gazons zo rationeel mogelijk te besproeien, is het nodig de waterbehoefte van de planten te kennen. Is de in de bodem aanwezige watervoorraad niet meer voldoende om in deze behoefte te voorzien, dan is aanvulling door besproeiing nodig. De vereiste hoeveelheid sproeiwater hangt nauw samen met het vermogen van de grond om water op te nemen en vast te houden. In verband hiermede heeft het lid van de subcommissie, ir L. Wartena l.i., voor deze commissie over dit onderwerp een aantal beschouwingen gegeven, waarbij interessante dingen naar voren zijn gekomen. De subcommissie heeft gemeend de belanghebbenden deze beschouwingen niet te moeten onthouden en ze daarom tot een mededeling verwerkt.

## 2. Inleiding

Het lijkt op het eerste gezicht vreemd dat in Nederland met zijn regenachtig klimaat steeds meer aandacht wordt besteed aan de mogelijkheid van kunstmatig be-  
regenen. Toch is het een in de zomer vrij dikwijls voorkomend verschijnsel, dat de plantengroei geheel of gedeeltelijk ophoudt of dat zelfs plantendelen verwelken ten gevolge van gebrek aan water. De oorzaak van dit verschijnsel moet worden gezocht enerzijds in de grote hoeveelheid water, welke een plant voor de groei nodig heeft, anderzijds in de regenverdeling over het jaar.

In de herfst- en wintermaanden gebruiken de planten zeer weinig water, sommige, zoals bladverliezende heesters en afstervende vaste planten, zelfs in het geheel niets. Het water, dat in deze periode valt, zal aanvankelijk vrijwel geheel door de bodem worden opgenomen. Gewoonlijk valt er echter aanzienlijk meer water dan de grond kan vasthouden. Het overtollige water zakt weg naar het grondwater, vanwaar het afvloeit naar sloten, rivieren, enz. In het vroege voorjaar is de grond dan ook verzadigd met water. De aldus gevormde watervoorraad is voor de plantengroei beschikbaar. Deze voorraad is meestal niet voldoende om de plantengroei in stand te houden. In het groeiseizoen valt echter eveneens een aanzienlijke hoeveelheid regen — in het algemeen zelfs meer dan de helft van de jaarlijkse regenval — waardoor de watervoorraad weer wordt aangevuld.

Een gedeelte van deze zomerregenval gaat echter ver-

loren door rechtstreekse verdamping vanaf de grond en door afstroming en komt dus niet ten goede aan de planten.

Men heeft dus te maken met de balans:

*Voor de planten beschikbaar water = watervoorraad in de grond + regenval in het groeiseizoen — water, dat verloren gaat door verdamping en afstroming.*

Of de planten in een droge tijd watergebrek zullen krijgen, hangt af van de regenval in het groeiseizoen en de overige weersomstandigheden en de hoedanigheid van de grond en de aard van het gewas.

### **3. De regenval en de overige weersomstandigheden in het groeiseizoen**

De zomerregenval wisselt van jaar tot jaar en van plaats tot plaats. Zo viel gedurende de maand juli 1948 te Witmarsum (bij Harlingen) 35 mm en te Vaals 156 mm, terwijl in Noordoost-Brabant en in de omgeving van Arnhem meer dan 120 mm werd geregistreerd. Augustus 1948 gaf te Numansdorp een regenval van 23 mm en te Voorthuizen een regenval van 292 mm, terwijl de gemiddelden over de laatste 40 jaren voor deze plaatsen resp. ca 70 en 80 mm bedragen.

Behalve de totale hoeveelheid is ook de verdeling van dag tot dag en over de dag van belang.

Van zware buien gaat vaak een aanzienlijke hoeveelheid water verloren doordat dit bovengronds afstroomt en door gangen naar het grondwater zakt. Valt bv. op 4 opeenvolgende dagen in totaal 30 mm regen, dan is het nuttig effect daarvan groter dan wanneer deze 30 mm tijdens één bui op de grond komt.

Behalve de regen zijn ook de temperatuur, de luchtvochtigheid, de wind en de zonnestraling van belang. Hoe hoger de temperatuur, hoe lager de luchtvochtigheid en hoe sterker de wind en zonnestraling zijn, hoe groter de verdamping wordt. Zo zal een maand met koel, donker en droog weer weinig schade aan de planten doen, terwijl daarentegen een maand met normale regenval, maar met zeer hoge temperaturen en veel zon wel ernstige gevolgen kan hebben. Typische voorbeelden hiervan zijn de zomers 1947 en 1949. Terwijl de zomer van 1947 voor de landbouw zeer nadelig was, was de zomer van 1949 daarvoor in het algemeen niet ongunstig. Toch viel in 1949 vrijwel nergens meer en op sommige plaatsen zelfs minder regen dan in 1947, maar het was minder warm, er was minder wind en de zonnestraling was geringer.

Het effect van de schrale voorjaarswind is ook bekend. De temperatuur is dan weliswaar laag, maar de overige omstandigheden bevorderen desondanks een sterke verdamping.

#### 4. De hoedanigheid van de grond en de aard van het gewas

##### a. *Vaste deeltjes*

Grond bestaat uit een opeenstapeling van deeltjes van diverse grootte. Behalve bij veengronden zijn de meeste van deze deeltjes van minerale oorsprong. Bij zandgronden varieert de grootte van ongeveer 0,002 tot 1 mm, terwijl kleigronden bovendien deeltjes kleiner dan 0,002 mm bevatten.

De bodem kan opgebouwd zijn uit een losse opeenstapeling van deze deeltjes, zoals bij humus-arme zandgronden meestal het geval is (korrelstructuur). Is echter een bindmiddel aanwezig, zoals humus of kleideeltjes, dan worden door samenkitting van de deeltjes conglomeraten gevormd, welke afmetingen kunnen hebben die variëren van 0,1 mm tot meer dan 1 mm. Deze conglomeraten treden in de grond als zelfstandige eenheden op (kruielstructuur), zodat dus tussen deze eenheden grote poriën en in de eenheden kleine poriën voorkomen. Doordat zich in de grote poriën lucht bevindt, is deze structuur voor de plantenwortels zeer gunstig. In de praktijk komen allerlei ingewikkelde combinaties voor doordat bv. plaatselijk conglomeraten tot nog grotere bouwstenen samenkitten. Door deze ingewikkelde opbouw van de grond bevinden zich daarin poriën van zeer uiteenlopende vorm en grootte.

##### b. *Het water*

Het is een bekend verschijnsel, dat de oppervlakken van de meeste materialen gemakkelijk door water worden bevochtigd. Dit verschijnsel is een gevolg van de adhaesiekrachten, welke bestaan tussen de watermoleculen en de materiaalmoleculen, die het oppervlak vormen. Ook tussen het water en de oppervlakken van de gronddeeltjes bestaat deze adhaesie.

Ten gevolge hiervan kost het enige moeite om water, dat zich in de grond aan de deeltjes heeft gehecht, daarvan te onttrekken.

Een belangrijk gedeelte van het water, dat door de grond wordt vastgehouden, bevindt zich in de onder a beschreven nauwere poriën in de conglomeraten, welke als capillairen zijn te beschouwen. Het water wordt in deze

capillairen dus vastgehouden door de adhaesie. Hoe groter het oppervlak is ten opzichte van de inhoud, derhalve hoe nauwer het capillair, des te groter de kracht, waarmee het water wordt vastgehouden. Om water aan een capillair te onttrekken is dus een zekere hoeveelheid energie nodig, die dient om de adhaesie-krachten te overwinnen.

Om water uit een nauw capillair te onttrekken is meer energie nodig dan uit een wijd capillair. Deze hoeveelheid energie, uitgedrukt per  $\text{cm}^3$  capillair gebonden water, blijkt een belangrijke maat voor de beschouwingen omtrent het gedrag van het water in de grond. Gewoonlijk wordt niet deze hoeveelheid energie zelf maar de logarithme ervan gebruikt, welke wordt aangeduid met het symbool  $pF$ .

De betekenis van de  $pF$  kan nader worden toegelicht door het gedrag van water te beschouwen in een rechte capillaire buis met cirkelvormige doorsnede, die verticaal is opgesteld in een bak met water bij constante temperatuur.

Stel: de middellijn van het capillair =  $2r$   
 de dichtheid van het water =  $\rho$   
 de oppervlaktespanning van het water =  $s$   
 de versnelling van de zwaartekracht =  $g$ .

Aangenomen is dat alle eenheden zijn uitgedrukt in c.g.s.-stelsel.

Het zich in het capillair bevindende water wordt nu door de zwaartekracht naar beneden getrokken. De zich langs de wand bevindende moleculen verzetten zich hier tegen (adhaesiekracht). Dientengevolge zal het wateroppervlak zich dusdanig vervormen dat de oppervlaktespanning een verticale component krijgt. In de evenwichtstoestand blijkt deze verticale component in grootte gelijk te zijn aan de zwaartekracht. De zwaartekracht — het gewicht van het in het capillair opgestegen water — kan, indien de hoogte van deze waterkolom  $h$  bedraagt, worden voorgesteld door  $\pi r^2 h \rho g$ .

Als de hoek tussen het oppervlak en de wand wordt voorgesteld door  $\alpha$  dan bedraagt de verticale component van de oppervlaktespanning:  $2 \pi r s \cos \alpha$ .

Hieruit volgt:  $\pi r^2 h \rho g - 2 \pi r s \cos \alpha = 0$ .  
 De maximale stijghoogte wordt bereikt indien  $\cos \alpha = 1$ , dan is  $\pi r^2 h \rho g - 2 \pi r s = 0$ .

$$\rho h = \frac{2s}{rg}$$

Nu leert de thermo-dynamica dat het verschil tussen de hoeveelheid energie, die nodig is om  $1 \text{ cm}^3$  zuiver wa-

ter aan een vrij wateroppervlak te onttrekken en die welke nodig is om 1 cm<sup>3</sup> zuiver water van gelijke temperatuur aan een capillair te onttrekken, juist gelijk is aan  $\rho h$ . Op grond hiervan is:

$$pF = \log \rho h = \log \frac{2s}{rg}$$

Dat zoals hiervoor is opgemerkt nauwe capillairen het water sterker vasthouden dan wijde, blijkt uit deze formule. Immers naarmate de  $r$  kleiner wordt, neemt de  $pF$  toe en is er meer energie nodig om het water aan de grond te onttrekken.

Voor water geldt  $\rho \approx 1,0$ , zodat

$$pF \approx \log h$$

Voor een capillair is de  $pF$  dus ongeveer gelijk aan de logarithme van de maximale stijghoogte.

Nemen wij als voorbeeld water van 18 °C, een temperatuur welke in de zomer in de bouwvoor regelmatig voorkomt. De oppervlaktetension is dan bepaald en de  $pF$  hangt alleen af van de middellijn van het beschouwde capillair.

$$pF = \log \frac{2s}{rg} = \log \frac{2s}{g} - \log r = -0,83 - \log r$$

Voor een capillair met een middellijn van 0,001 cm draagt de  $pF$  onder deze omstandigheden 2.17.

Opgemerkt zij, dat niet alleen capillair water een zekere  $pF$  bezit, maar alle op enigerlei wijze gebonden water. Men kan de  $pF$  nu omschrijven als de logarithme van de hoeveelheid energie die nodig is om 1 cm<sup>3</sup> zuiver water isothermisch uit zijn binding te bevrijden.

Evenals water zich alleen van een wijd naar een nauw capillair kan verplaatsen en niet omgekeerd, is opneming van water door de plantenwortels alleen mogelijk als de  $pF$  van het water in de plantenwortel hoger is dan van het water in de grond. Behalve de bouw van de plantenwortels spelen hierbij o.m. ook de bouw van de verdere plant, de temperatuur, de luchtvochtigheid, het gedrag van de huidmondjes en de osmotische waarde van het celvocht een rol.

In de grond komen poriën voor van uiteenlopende grootte. Derhalve bevindt zich in de grond water van verschillende  $pF$ , naar gelang het zich in nauwere of wijdere poriën bevindt.

Onder de  $pF$  van de grond op een zeker moment wordt nu verstaan de kleinste  $pF$  die bij het daarin voorkomende water wordt aangetroffen. Doordat het water met de

kleinste  $pF$  het gemakkelijkst door de planten wordt opgenomen, stijgt de  $pF$  bij voortgaande wateronttrekking.

De plant is in het algemeen niet in staat water op te nemen uit grond met een  $pF$  groter dan 4,2 en begint dan te verwelken. In werkelijkheid is er geen scherpe grens en beginnen de eerste verwelkingsverschijnselen zich reeds bij een  $pF = 4,0$  voor te doen, terwijl de plant bij een  $pF$  van 4,5 sterft. Vanzelfsprekend hangt dit ook af van de tijd, gedurende welke de  $pF$  van de grond waarin de plantenwortels zich bevinden, deze hoge waarden behoudt. Ook reageren niet alle plantensoorten precies gelijk, de ene plant kan langer zonder water dan de andere.

De toestand van de grond, waarbij de  $pF = 4,2$ , wordt in dit verband meestal aangeduid als het *verwelkingspunt*.

Tijdens regen kan men tijdelijk een groot gedeelte van de in de bovengrond aanwezige ruimten met water opgevuld denken. Niet al dit water kan door de grond worden vastgehouden; het teveel zakt naar beneden onder invloed van de zwaartekracht.

Door de uiteenlopende vormen en afmetingen van de poriën blijft op verschillende plaatsen water achter. Is de grond geheel „uitgelekt” en een evenwichtstoestand bereikt, dan zegt men dat de grond op veldcapaciteit is. Men bedenke dat de veldcapaciteit een evenwichtstoestand aangeeft, welke in de praktijk wel ongeveer, maar zelden precies wordt bereikt.

De veldcapaciteit komt dus overeen met het voor de beschouwde grond in evenwichtstoestand maximaal te bereiken vochtgehalte, dat correspondeert met de kleinste waarde van de  $pF$ , die deze grond eveneens in evenwichtstoestand kan hebben.

De evenwichtstoestand wordt vrij snel benaderd, maar het kan vrij lang duren voordat deze geheel is bereikt. In die tijd kan nieuwe regenval weer een nieuwe verstoring naar lagere  $pF$  veroorzaken. Valt er geen regen, dan kan verdamping een evenwichtsverstoring naar hogere  $pF$  teweegbrengen.

Onder Nederlandse omstandigheden is de grond in de loop van het jaar herhaaldelijk niet op veldcapaciteit. Alleen in de maand februari is dit vrijwel altijd het geval.

Voorts bedenke men, dat voor een bepaalde grond de veldcapaciteit een veranderlijke grootte is, daar deze immers wordt beïnvloed door beworteling van diverse planten, door bemesting en mogelijk ook door grondbewerking.

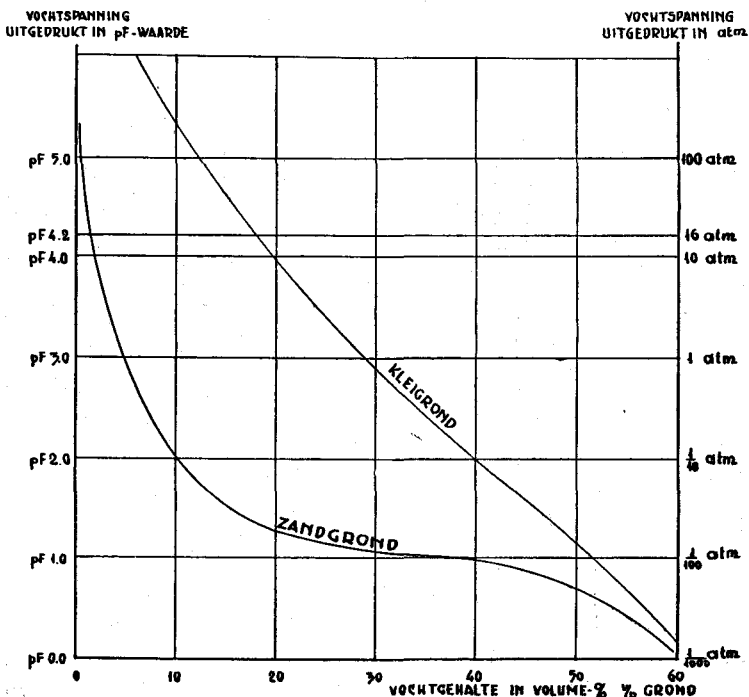


Zeer veel Nederlandse gronden zijn in het voorjaar veel natter — hebben dus een lagere  $pF$  — dan overeenkomt met de veldcapaciteit. De oorzaak hiervan is de hoogte van het grondwater. Bedraagt de diepte van het grondwater minder dan ongeveer 1,5 meter, dan is er na de winter in het algemeen sprake van een capillair evenwicht tussen de bovengrond en het grondwater, zodat geen afstroming naar het grondwater kan plaats vinden.

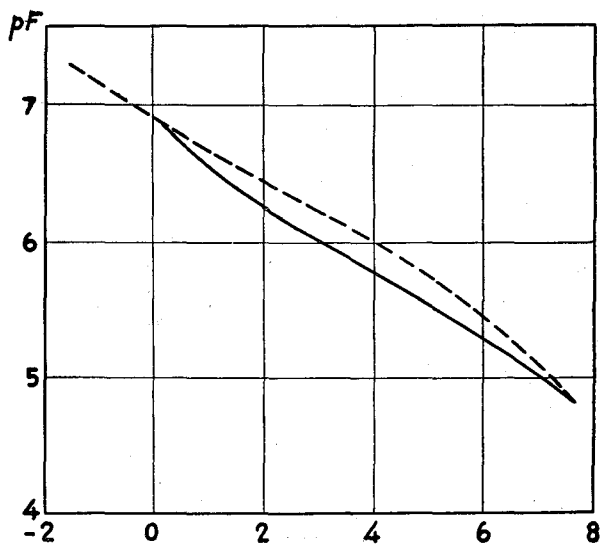
Wordt het grondwater bv. op 1 meter diepte aangehouden, dan zal de  $pF$  op 10 cm diepte ongeveer gelijk zijn aan  $\log 90 = 1,95$  zonder dat nog water tot afstroming komt. Het is best mogelijk dat de veldcapaciteit van deze grond ligt bij een  $pF = 2,5$ .

### c. De vocht karakteristiek

Het inzicht in de vochtigheidstoestand in de grond kan belangrijk worden vergroot door de zg. vocht karakteristiek, die het verband weergeeft dat er bestaat tussen de  $pF$  van de grond en het vochtgehalte, uitgedrukt in volume-procenten. Een voorbeeld hiervan vindt men in afb. 1.



Afb. 1 Vocht karakteristiek



Vochtgehalte van de grond in grammen water per 100 gram grond

----- Toeneming vochtgehalte grond

———— Afnemning vochtgehalte grond  
gebaseerd op verlies aan gewicht bij 100 °C

Afb. 2 Hysteresis-pF curve, verkregen door nat maken en drogen (gegevens proefst. Rothamsted)

Hierbij kan zich nog een complicatie voordoen.

Is van een grond, welke geruime tijd nat is geweest (bv. in het voorjaar), de vochtkarakteristiek bepaald door de grond geleidelijk uit te drogen tot het verwelkingspunt en wordt nu door geleidelijk bevochtigen de vochtkarakteristiek nogmaals bepaald, dan blijkt, dat de pF bij een gelijk vochtgehalte bij de eerste kromme aanzienlijk hoger ligt, of, wat op hetzelfde neerkomt, bij gelijke pF het vochtgehalte aanzienlijk groter is. Dit verschijnsel wordt de hysteresis van de vochtkarakteristiek genoemd. In afb. 2 zijn beide krommen getekend. De hysteresis is niet bij alle gronden in gelijke mate aanwezig. Na enige maanden ongeveer op veldcapaciteit verkeerd te hebben (dus „nat” te zijn geweest) wordt de „natte kromme” wederom bereikt.

#### d. Beschikbaar water

Het voor de plant beschikbare water is de grootste hoeveelheid water die in de bewortelde laag vastgehouden kan worden, verminderd met de hoeveelheid welke deze laag bij het verwelkingspunt bevat. Het wordt uit-

gedrukt in volume-procenten van de laag of in mm waterhoogte.

Deze hoeveelheden lopen voor verschillende grondsoorten vrij sterk uiteen. Volgens de literatuur en op grond van verschillende onderzoeken kunnen globaal de hiernavolgende cijfers worden aangehouden.

Grondsoort	Volume beschikbaar water in %	mm waterhoogte in een bewortelde laag van 1 meter dikte
Zeer lichte zandgrond	7—10	70—100
Gemiddelde zandgrond	± 15	150
Zavel en lichte klei	20—25	200—250
Middelzware kleigrond	± 27,5	275
Zeer zware kleigrond	20—22,5	200—225

Het is niet gewenst de plant de volledige voorraad beschikbaar water te laten opnemen. Weliswaar zal de plant, als de pF stijgt tot bv. 3,8, niet dood gaan, maar haar ontwikkeling wordt geremd en de plant kan daarvan uiteindelijk schade ondervinden. Met kunstmatige aanvulling van het water moet daarom begonnen worden zodra de helft van het beschikbare water is verbruikt.

De hoeveelheid beschikbaar water hangt nog van een andere factor af, namelijk van de beworteling. Een zandgrond wordt naar beneden toe gewoonlijk armer aan organische stof. Is de hoeveelheid organische stof al te zeer afgenomen, dan houdt de beworteling op. In diepere lagen aanwezig water is dus voor de plant onbereikbaar. Zo kan het voorkomen, dat in zandgronden afgedekt met een laagje cultuurgrond van 25 cm de beworteling ook niet dieper dan 25 cm gaat. Dat de hoeveelheid beschikbaar water dan gering is, behoeft geen betoog. Er is bij deze beschouwingen van uit gegaan, dat geen capillaire opstijging van uit het grondwater plaatsvindt. Dit geldt voor zeer veel zandgronden in Nederland.

Door organische stof in de diepere lagen te werken, bv. plantgaten ruim te maken en met aan organische stof rijk zand te vullen, kan men hier wel iets bereiken, hoewel de totale hoeveelheid beschikbaar water gewoonlijk toch ontoereikend blijft. Op kleigronden komt het meermalen voor, dat de structuur van de grond zo slecht is, dat de grond niet goed met wortels wordt doorweven. In dat geval zal men meermalen een diepe beworteling zien, maar boven in de grond bevindt zich in kluiten nog water met een pF < 4,2 dat niettemin voor de plant onbereikbaar blijft. Men bedenke dat, waar de grond zeer dicht is, vaak alleen met water gevulde poriën aanwezig

zijn en daar kan een plantenwortel moeilijk bij komen bij gebrek aan zuurstof. De structuur kan, al naar de omstandigheden, worden verbeterd door een organische stofbemesting, een kalkbemesting of een oordeelkundige grondbewerking of door een combinatie van deze en andere factoren.

Januari 1957.

## SAMENVATTING

van

*Mededeling No 2 van de Subcommissie Tuinsproeiers van de Algemeen Technische Commissie (A.T.C.) van het KIWA:*

*„Enige beschouwingen over de regenval en de waterhuishouding in de grond in verband met de plantengroei”.*

In de herfst en in de wintermaanden, als de plantengroei vrijwel stilstaat, kan de voor de plantengroei beschikbare watervoorraad zich weer aanvullen. In het vroege voorjaar raakt de bovenste grondlaag waar de planten in wortelen verzadigd met water, dat capillair wordt vastgehouden in de daarin aanwezige poriën. Om het water uit deze poriën te onttrekken is een zekere hoeveelheid energie nodig om de adhaesiekrachten te overwinnen. De logaritme van deze hoeveelheid energie wordt de  $pF$  van de grond genoemd. Naarmate de wateronttrekking voortgaat, stijgt de  $pF$  en wordt het voor de planten moeilijker water op te nemen. Stijgt de  $pF$  boven 4.2, dan is het verwelkingspunt bereikt en zijn de planten niet meer in staat water op te nemen. Als de grond met water verzadigd is heeft de  $pF$  zijn kleinste waarde. De grond is dan op veldcapaciteit.

De voor de plantengroei beschikbare hoeveelheid water is het verschil tussen de hoeveelheid water die de bewortelde laag vasthoudt indien de grond op veldcapaciteit is en de hoeveelheid welke in deze laag bij het verwelkingspunt nog aanwezig is. Deze hoeveelheden hangen af van de grondsoort.

Vóórdat de beschikbare hoeveelheid water opgebruikt is, moet deze worden aangevuld.

Om te voorkomen dat de planten in hun ontwikkeling worden geremd moet reeds met kunstmatige beregening worden begonnen zodra de helft van de beschikbare waterhoeveelheid is verbruikt.

## SUMMARY

of

*Communication No 2 of the Sub-Committee on Garden  
Sprinklers of the General Technical Committee  
of the KIWA.*

*„Some considerations on rainfall and the behaviour of  
the soil-water in connection with vegetation”.*

In autumn and winter, when the growth of vegetation has practically come to a stop, the supply of water necessary for it renews itself. In early spring the top-soil, in which plants are rooted, gets saturated with water, which is retained in the pores of that layer of soil by capillary attraction. A certain amount of energy is required in order to withdraw the water from the pores, i.e. to overcome the forces of adhesion. The logarithm of that amount of energy is called the pF of the soil. According as the withdrawal of water proceeds, the pF increases and it becomes more difficult for plants to absorb water. If the pF rises above 4.2, the withering-point is reached and plants can no longer do so. When the soil is saturated with water, the pF has its smallest value, in which case the soil is said to be at fieldcapacity.

The quantity of water available for the growth of vegetation is formed by the difference between the quantity of water retained by the top-soil when the soil is at field capacity, and the quantity of water left in that layer when the withering-point has been reached. These quantities depend upon the kind of soil.

Before the available quantity of water has been used up, it must be replenished.

In order to prevent plants from being arrested in their development, the sprinkling of gardens should be taken in hand as soon as half the available quantity of water has been used.

## RÉSUMÉ

de la

*Communication No 2 de la Sous-Commission Arroseurs  
de Jardins de la Commission Technique Générale  
de la KIWA*

*„Quelques considérations sur les chutes de pluie et  
l'économie de l'eau dans le sol en relation avec la  
croissance des plantes.”*

En automne et en hiver, lorsque la croissance des plantes est pratiquement arrêtée, les réserves d'eau disponibles pour cette croissance peuvent se reconstituer. Au début du printemps, la partie supérieure du sol où les plantes ont leurs racines est saturée d'eau, retenue par capillarité dans les pores du sol. Pour enlever l'eau de ces pores, une certaine énergie est nécessaire pour combattre les forces d'adhésion. Le logarithme de cette quantité d'énergie est appelé le  $pF$  du sol. A mesure que le prélèvement de l'eau s'effectue, le  $pF$  augmente et il devient de plus en plus difficile pour les plantes de prendre de l'eau. Si le  $pF$  s'élève au-dessus de 4,2, le point de flétrissement est atteint et les plantes ne sont plus en état de prendre de l'eau. Lorsque le sol est saturé d'eau, le  $pF$  atteint sa plus petite valeur. Le sol atteint alors sa capacité normale de rétention.

La quantité d'eau disponible pour la croissance des plantes est la différence entre la quantité d'eau qui se trouve dans la couche du sol où croissent les racines quand le sol est à la capacité normale de rétention et la quantité encore présente dans cette couche quand elle atteint le point de flétrissement. Ces quantités dépendent de la nature du sol.

Il faut renouveler l'eau avant que la quantité disponible soit épuisée.

Pour éviter que la plante soit freinée dans son développement, il faut commencer à l'arroser aussitôt que la moitié de la quantité disponible est utilisée.

## ZUSAMMENFASSUNG

von

*Mitteilung Nr. 2 des Unterausschusses für Rasensprenger  
der Allgemein Technischen Kommission (A.T.C.)  
des KIWA:*

*„Einige Betrachtungen über den Regenfall und die  
Wasserwirtschaft im Boden im Zusammenhang mit dem  
Pflanzenwuchs.“*

Im Herbst und in den Wintermonaten, wenn der Pflanzenwuchs nahezu stockt, kann der für den Pflanzenwuchs verfügbare Wasservorrat sich wieder ergänzen. Anfang Frühjahr hat sich die obere Bodenschicht, wo die Pflanzen wurzeln, mit Wasser, welches kapillar festgehalten wird in den in dieser Schicht vorhandenen Poren gesättigt. Um dieses Wasser den Poren zu entziehen, wird eine gewisse Energiemenge benötigt welche die Adhaesionskräfte überwinden soll. Den Logarithmus dieser Energiemenge nennt man die  $pF$  des Bodens. Bei fortschreitendem Wasserentzug steigt die  $pF$  und wird es für die Pflanzen schwieriger, Wasser aufzunehmen. Steigt die  $pF$  über 4.2, dann ist der Verwelkungspunkt erreicht, und sind die Pflanzen nicht mehr imstande, Wasser aufzunehmen. Wenn der Boden mit Wasser gesättigt ist, erreicht die  $pF$  ihren Kleinstwert. Der Boden ist dann auf Feldkapazität.

Die für den Pflanzenwuchs verfügbare Wassermenge ist der Unterschied zwischen der Wassermenge, welche von der bewurzelten Schicht bei Feldkapazität des Bodens wird festgehalten, und der Menge, welche in dieser Schicht beim Verwelkungspunkt noch vorhanden ist. Diese Mengen sind abhängig von der Bodenart.

Bevor die verfügbare Wassermenge verbraucht worden ist, soll diese aufgefüllt werden.

Um zu verhindern dass die Pflanzen in ihrer Entwicklung gehemmt werden, muss bereits mit künstlicher Beregnung begonnen werden sobald die Hälfte der verfügbaren Wassermenge verbraucht worden ist.