

pF-curven van rivierkleigronden

Het lutumgehalte van de lagen, waarvan pF-curven werden bepaald liep uiteen van 5 tot 39% voor de bovengrond (0 tot 40 cm) en van 0 tot 54% voor de ondergrond. In figuur 1 en 2 zijn een aantal pF-curven weergegeven respectievelijk voor de boven- en ondergrond. Bij een laag lutumgehalte vertonen de curven dezelfde kenmerken als voor vele zandgronden wordt gevonden, namelijk een groot verschil in vochtgehalte over het spanningstraject pF 1.0 - pF 2.0 en in het hogere vochtspannings-traject een steil verloop van de curve. De curven voor de monsters met een hoog lutumgehalte hebben een steil verloop over het gehele traject. Het zandgrondkarakter komt niet meer voor bij een gehalte boven 15% lutum.

In het traject van lage vochtspanning, waar tussen pF 0.4 en pF 0 is geëxtrapoleerd, is bij vrijwel alle curven het verloop zeer steil. Het is zeer de vraag of dit reëel is. Bepalingen van het totaal-poriënvolume met behulp van soortelijk gewicht bepalingen wijzen er op, dat de voor pF 0.4 gevonden waarde in vele gevallen geen juiste aanduiding is voor het totaal poriënvolume (zie fig. 3). Dit geldt vooral voor de monsters uit de bovengrond, waar het uit de soortelijk gewicht bepalingen afgeleide totaal-poriënvolume doorgaans enkele procenten hoger is dan het uit de waarde voor pF 0.4 afgeleide poriënvolume. Dit verschil kan een gevolg zijn van het voorkomen van een aantal grote poriën, die bij een onderdruk van 2,5 cm reeds niet meer geheel met water zijn gevuld, terwijl mogelijk ook luchtinsluitingen een rol spelen. Voor de ondergrond waren de verschillen evenwel over het algemeen klein en hiervoor is het uit de pF 0.4-bepalingen afgeleide poriëngehalte mogelijk een betrouwbaarder waarde.

3. Vochtgehalten bij een bepaalde vochtspanning

De bij een bepaalde vochtspanning aan de grond gebonden hoeveelheid vocht hangt van verschillende factoren af, waarvan de voornaamste zijn het gehalte aan klei mineralen, het humusgehalte en grootte-verdeling van de minerale delen en waarschijnlijk ook verschillende met de structuur samenhangende factoren. In eerste instantie is het verband nagegaan tussen het bij een bepaalde vochtspanning voorkomende vochtgehalte en het lutumgehalte. Hierbij moet erop gewezen worden, dat het lutumgehalte nauw gecorreleerd is met andere bodemconstanten zoals het γ_0 $\leq 16 \mu$, γ_0 2 tot 50μ en het Fe-gehalte. Er werd onderscheid gemaakt tussen bovengrond (0 tot 40 cm) en ondergrond (40 tot 100 cm).

Hiermee werd min of meer een splitsing naar humusgehalte bereikt, maar uiteraard ook naar andere factoren die aan boven- en ondergrond gebonden zijn, zoals intensiteit van beworteling en mogelijk ook structuurinvloeden.

3.1 Vochtgehalten bij hoge vochtspanning

De hoeveelheid vocht, die bij een vochtspanning van 1000 atm. wordt gebonden, hangt nauw samen met het gehalte aan lutum, een verschijnsel dat overigens reeds lang bekend is. Ook voor de hoeveelheid vocht gebonden bij 15 atm. bestaat een goed verband met het lutumgehalte. Dit is weergegeven in figuur 4. Het is waarschijnlijk dat de bij hoge vochtspanning aan de grond gebonden hoeveelheid vocht wordt bepaald door het actieve oppervlak van de kleifractie. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat het nauwe verband tussen hoeveelheid gebonden vocht bij pF 4.2 en lutumgehalte algemeen voorkomt. LUND (1959) vond voor alluviale gronden bijvoorbeeld een correlatiecoëfficiënt van 0,93. Voor monsters van sterk uiteenlopende gronden (humicgley soil, podzol, brunizen, planosol) geven BARTELLI en PETERS (1958) correlatiecoëfficiënten van 0,60 tot 0,88. Ook NIELSON en SHAW (1958) noemen waarden van dezelfde orde van grootte. In figuur 5 zijn een aantal van de in de literatuur gevonden relaties weergegeven (1 en 2 Rivierkleigrond, 3 Brunizen volgens Bartelli en Peters, 4 Alluviale gronden volgens Lund, 5 Estuariumgronden volgens Sonneveld). Er blijkt nogal wat variatie in helling te bestaan, mogelijk ten dele door verschillen in bepalingsmethodiek, maar waarschijnlijk ook door verschillen in eigenschappen van de lutumfractie. Het specifiek oppervlak van klei-mineralen kan immers sterk uiteenlopen; volgens VAN DER MAREL (1957) bijvoorbeeld bedraagt het oppervlak van zuivere mineralen van de montmorilloniet groep $700 \text{ à } 900 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, van illiet $120 \text{ à } 350 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ en van kaoliniet $60 \text{ à } 100 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Dit grote inwendig oppervlak houdt dus in dat bij een vochtspanning van 15 atm. slechts een dun huidje vocht om de klei-mineraaldeeltjes aanwezig kan zijn. Voor een grond met 50% < 2 μ m specifiek oppervlak van de kleifractie van $100 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, voor rivierkleigrond een zeker niet te hoge waarde, zou de dikte van deze laag niet meer dan ca 40 Å kunnen bedragen.

Voor het verband tussen vochtgehalte bij 15 atm. en humus (H)- en lutumgehalte (L) geldt $V = 0,5H + 0,6L + 3$. Aan het kalkgehalte kon geen

invloed toegeschreven worden. De betekenis van de humus voor de vochtbinding bij hoge spanning zal alleen in het lage traject tot uiting komen.

De hierboven gegeven vergelijking heeft slechts regionale betekenis en geldt in geen geval zonder meer voor andere grondsoorten. De door SOMNEVELD (1958) voor gronden uit het Land van Heusden en Altena gegeven lijn illustreert dit duidelijk (figuur 5). Bij een grond van 30% $< 2 \mu$ wordt hier bijvoorbeeld ruim 60 gram H_2O gebonden per 100 gram lutum, bij rivierkleigrond is dit maar 45 g.

Bepalingen van het vochtgehalte bij pF 4.2 worden uitgevoerd aan geroerde monsters. Er wordt algemeen aangenomen dat hierdoor geen afwijkingen van betekenis optreden, ten opzichte van bepalingen aan ongestoorde monsters. Het goede verband met het lutumgehalte wijst ook wel in deze richting. In een onderzoek van ELRICK en TANNER (1955) is dit overigens ook voor een aantal gronden aangetoond.

3.2. Vochtgehalten bij lagere vochtspanning

In de figuren 6 en 7 zijn lijnen voor vochtgehalten bij gelijke pF weergegeven. De lijnen zijn grafisch vereffend, door de aard van de bewerking is het beeld geschematiseerd. Voor enkele lijnen zijn de punten ingetekend. De afwijkingen zijn vrij groot en daaruit blijkt wel, dat hier bij de vochtbinding andere factoren dan het lutumgehalte een grotere rol gaan spelen. Een nauwkeurige analyse van de oorzaken van de afwijkingen is met het beschikbare materiaal niet mogelijk. Daarvoor zou een onderzoek op grotere schaal nodig zijn, waarbij ook de structuurvormen in een of andere maat vastgelegd zouden moeten worden. Voor een eerste oriëntatie blijkt het verkregen beeld echter wel bruikbaar.

Met een toename van het lutumgehalte gaat een sterke afname gepaard van het effectief poriënvolume, (figuur 8). Bij de zwaardere gronden is dit slechts 15 à 20%. Deze waarden zijn opvallend laag en om hiervoor genoemde reden wellicht iets te laag. Lagen met dergelijke poriënvolumina hebben overigens vaak een slechte structuur, wat aanleiding kan geven tot moeilijkheden bij de beworteling van vruchtbomen (HULSHOF, c.s. 1960).

Het traject tussen pF 0.4 en pF 2.0 is vooral bij de zwaardere gronden bijzonder klein (figuur 9) en het is de vraag of uit deze pF-curven betrouwbare waarden kunnen worden afgeleid voor het luchtvolume bij een bepaalde vochtigheidstoestand van de grond. Door het indrukken van de ringen kan de grond bijvoorbeeld worden samengeperst, waardoor voor het volumegewicht een te hoge waarde wordt gevonden. Bovendien vermijdt men bij het nemen van het monster de scheuren en grote gangen. Het feit dat doorgaans bij de duplo-monsters slechts kleine afwijkingen gevonden worden vormt op zich zelf nog geen voldoende waarborg, dat representatieve monsters genomen zijn. De overdracht van de laboratoriumbepalingen van de lage waarden naar veldomstandigheden blijft een moeilijk punt en het zou wellicht de moeite lonen door het nemen van monsters met veel grotere ringen het werkelijk volumegewicht te bepalen. Bij de bepaling van het vochtgehalte bij pF 0.4 (bij "verzadiging") is het verder mogelijk, dat door luchtinsluitingen een te lage waarde gevonden wordt. Op grond van deze overwegingen mag het dus wel in twijfel worden getrokken of de gebruikelijke pF-bepalingen de werkelijke toestand in het traject van lage vochtspanning met voldoende nauwkeurigheid weer kunnen geven.

Er wordt tegenwoordig veel aandacht geschonken aan een beoordeling van de structuur. Tot nu toe is dit evenwel in hoofdzaak een visuele, morfologische beoordeling en aan een fysische karakterisering van verschillende structuren is nog weinig aandacht besteed. Het is ons inziens waarschijnlijk, dat de invloed van de structuur op de fysische eigenschappen vooral tot uiting zal komen in verschillen in het lage pF-traject, die met de huidige techniek slecht vastgelegd kunnen worden. Voor het verband tussen capillaairgeleidingsvermogen en pF-curve zal men wellicht eveneens op moeilijkheden kunnen stuiten bij de bepaling in het lage pF-traject.

Om al deze redenen lijkt het ons van belang de bepalingen van het verband tussen vochtspanning en vochtgehalte bij kleigronden in het met de afzuigmethode onderzochte traject nauwkeuriger te onderzoeken. In de eerste plaats lijkt het daarbij nodig ringen van een grotere diameter te gebruiken waardoor de invloed van samendrukking minder zal worden en meer van de structuur behouden zal blijven. De zandbak-methode kan hier misschien wel een bijzonder nut afwerpen (ringen bijvoorbeeld 10 cm doorsnede, 5 cm hoog, inhoud ca. 400 cc).

4. De hoeveelheid beschikbaar vocht

Een gebruikelijke maat voor de hoeveelheid water die een bepaalde profiellaag in voor de planten beschikbare vorm kan vasthouden is de hoeveelheid vocht tussen de spanningsgrenzen pF 4.2 en pF 2.0 of 2.3. De keuze van dit laatste punt is arbitrair, in dit rapport is het vochtgehalte bij pF 2.0 als onderste grens voor de berekening van de hoeveelheid beschikbaar vocht genomen. Het begrip beschikbaar vocht mag eigenlijk alleen toegepast worden op gronden met een diepe grondwaterstand, een situatie die zich overigens in het rivierkleigebied - althans in sommige delen daarvan - frequent voordoet. Volgens de gegevens van de C.O.L.N. heeft 28% van de oppervlakte van het Krommerijng gebied bijvoorbeeld een gemiddelde zomervaterstand van dieper dan 2 m en 46% een grondwaterstand van 1,40 tot 2,00 m. Voor de Oost- en West Detuwe zijn deze cijfers respectievelijk 32 en 39%, en 39 en 43%. In het overige deel van de rivierkleistreek is de situatie in dit opzicht gunstiger.

De hoeveelheid "beschikbaar vocht" blijkt overigens weinig te variëren zoals in figuur 10 is te zien. Voor de bovengrond liggen de cijfers iets gunstiger als voor de ondergrond, maar de hoeveelheden zijn toch maar uiterst gering. Slechts voor één groep werden grotere hoeveelheden gevonden, namelijk voor de kalkhoudende lagen in de ondergronden (5% CaCO_3 of meer). Deze lagen zijn alle gekenmerkt door wat men wel noemt sponsstructuren (JONGERIUS, 1957). De pF-curve van monsters, afkomstig uit deze lagen, vertonen een afwijkend verloop. De waarden voor pF 4.2 en pF 2.0 sluiten redelijk aan bij het algemeen beeld, maar de voor de andere pF-trappen gevonden waarden vertonen vrij grote afwijkingen. Dit is het enige voorbeeld in ons materiaal van een duidelijke afwijking in vochtbinding, die met grote waarschijnlijkheid aan structuur kan worden toegeschreven.

Over het algemeen is het vochthoudend vermogen van de rivierkleigronden dus bijzonder laag, lager dan van vele sandgronden, waarvoor vaak aanzienlijk hogere cijfers worden gevonden. Ook SOMMERELD (1958) vindt voor de meeste van de in het Land van Eindhoven en Altona onderzochte monsters lage waarden. Hier vormen de kalkrijke ondergronden van de estuariumgronden de sterk afwijkende uitzondering. Het ligt voor de hand om hier ook de invloed van de structuur als oorzaak te zien.

Voor Amerikaanse gronden wordt door verschillende auteurs (LUND, 1959; BARTILLI, en PETERS, 1958) een vrij goed verband gevonden tussen de hoe-

veelheid "beschikbaar vocht" en het percentage silt (fractie 2 tot 50μ), maar niet tussen deze hoeveelheid en het percentage lutum. Voor de rivierkleigronden waar het lutumgehalte nauw is gecorreleerd met het percentage 2 tot 50μ , geldt dit zeker niet.

De rivierkleigronden zijn dus te kenschetsen als matig droogtegevoelig, althans voor zover de beworteling ondiep is en er geen of weinig invloed van de grondwaterstand is. Voor berekeningen over de hoeveelheid beschikbaar vocht bij invloed van de grondwaterstand ontbreken voldoende nauwkeurige gegevens over de in de formules te gebruiken waarden.

5. Samenvatting

Van een aantal profielen in het rivierkleigebied werden de bij een reeks vochtspanningen voorkomende vochtgehalten bepaald.

Er bleek een vrij goed verband te bestaan tussen het lutumgehalte en de bij pF 4.2, respectievelijk pF 6.0 gebonden hoeveelheid vocht. Bij lagere vochtspanningen is het lutumgehalte geen goede maat voor de hoeveelheid gebonden vocht, vermoedelijk omdat hier de structuur van de grond een veel grotere rol speelt bij de vochtbinding. Schatting van de hoeveelheid beschikbaar vocht uit het percentage lutum is dus niet goed mogelijk.

De hoeveelheid "beschikbaar vocht" is over het algemeen bijzonder laag. Waar capillaire opstijging door diepe grondwaterstand en/of voorkomen van lagen grof zand niet of in geringe mate van betekenis is en de bewortelingsdiepte beperkt is moeten de rivierkleigronden dus als droogtegevoelig worden beschouwd.

De kalkrijke ondergronden, die gekenmerkt zijn door een sponsstructuur, wijken wat betreft hun vochtbinding sterk af in gunstige zin.

De gegevens voor het traject van lage vochtspanning moeten met veel reserve worden bezien. Het verdient aanbeveling een methode voor een nauwkeuriger onderzoek uit te werken.

Er moet rekening mee gehouden worden dat voor een goede verklaring van verschillen in vochtbindende eigenschappen bij bepaalde vochtspanningen bepaalde structuurkenmerken van betekenis kunnen zijn. Een nader onderzoek hiervan wordt van belang geacht.