

631.557:631.472
631.437
633.13:
633.2.03

INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

15240

Het verband tussen de opbrengst (haver en grasland) en de aan de hand van enkelvoudige profiel- kenmerken geschatte hoeveelheid beschikbaar vocht¹

*The relation between the yield of oats and grassland
and the amount of available water estimated from
easily determinable profile characteristics*

Summary see page 777

Th. J. FERRARI,
R. P. H. P. VAN DER SCHANS
en F. SONNEVELD

Instituut voor Bodemvruchtbaar-
heid en Stichting voor Bodem-
kartering

I INLEIDING

Vele zandgronden zijn voor de watervoorziening bij afwezigheid van neerslag tijdens het groeiseizoen voor een groot gedeelte aangewezen op het van de winter- en voorjaarsregens afkomstige water dat de bodem kan bewaren en aan het gewas ter beschikking kan stellen. De potentiële droogtegevoeligheid, d.w.z. de droogtegevoeligheid zonder invloed van grondwater, wordt bepaald door het gehalte aan voor het gewas beschikbaar vocht.

De hoeveelheid water, die door de grond in het voorjaar, na een voldoende aanvoer van winter- en voorjaarsneerslag vastgehouden kan worden, hangt van de eigenschappen van de grond af. Deze hoeveelheid water noemt men de *veldcapaciteit*. Deze veldcapaciteit geeft dus de bovengrens van het beschikbare water in een grond aan. Deze bovengrens kan op het laboratorium bepaald worden (vochtgehalte bij $pF \sim 2$).

Als het grondwater te diep staat of afwezig is en neerslag achterwege blijft, begint een groeiend gewas het door de bodem vastgehouden water aan te spreken. Dit onttrekken van water door de plant zal moeilijker gaan naarmate de grond droger wordt. Bij voortgaande onttrekking zal er een punt bereikt worden, waarbeneden de plant niet meer voldoende vocht kan opnemen. Dit

¹ Ter publikatie ontvangen 28 jan. 1957.

noemt men het *verwelkingspunt*. Op theoretische gronden kan men dit punt als benedengrens voor het beschikbare water aanhouden. Ook deze benedengrens, die weer met de eigenschappen van de grond samenhangt, is op het laboratorium te bepalen (vochtgehalte bij $pF = 4,2$).

Uit het bovenstaande volgt dat de hoeveelheid voor de plant beschikbaar water — hetgeen dus het vochtgehalte bij veldcapaciteit is, verminderd met het vochtgehalte bij verwelkingspunt — in het laboratorium bepaald kan worden. Het zou uit een oogpunt van besparing van tijd en geld van grote betekenis zijn, indien de mogelijkheid zou bestaan om aan de hand van enkele eenvoudige profielkenmerken (single values) een bruikbare schatting van deze hoeveelheid beschikbaar water te maken.

Een poging hiertoe is met de gronden in de Gelderse Vallei gedaan. Deze mogelijkheid bestond, omdat de gegevens van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek, dat in 1951–1953 in dit gebied uitgevoerd was, gebruikt konden worden om enerzijds het verband tussen de *geschatte* hoeveelheid water en de opbrengst van de gewassen bij verschillende diepten van de grondwaterstand en anderzijds het verband tussen de diepte van de grondwaterstand en de opbrengst bij verschillende hoeveelheden beschikbaar water na te gaan. Op deze wijze kon de toegepaste methode van vochtschattingen op haar landbouwkundige betekenis getoetst worden. Bij het schatten van de hoeveelheden beschikbaar water kon gebruik worden gemaakt van de resultaten, verkregen bij een voorlopige bewerking van de gegevens van het pF -onderzoek, dat in een aantal uitgezochte profielen o.a. van dit gebied uitgevoerd wordt. Hierbij wordt o.a. de betekenis van verschillende bodemkundige factoren voor de hoeveelheid beschikbaar vocht nagegaan².

Achtereenvolgens worden nu besproken: het over het algemeen complexe karakter van een zandprofiel aan de hand van een beschrijving van de bodemgesteldheid van de Gelderse Vallei, de kwantitatieve aanduiding van de droogtegevoeligheid van een profiel via de schatting van het gehalte aan beschikbaar water en tenslotte de resultaten van de landbouwkundige toetsing van de gebruikte methode.

2 BODEMGESTELDHEID VAN DE GELDERSE VALLEI

Het is duidelijk dat de opbouw van het bodemprofiel in belangrijke mate de hoeveelheid beschikbaar vocht bepaalt. Het profiel is echter meestal ingewikkeld van opbouw. Deze ingewikkeldheid, die met de geologische opbouw, de topografie en de hydrologie van het gebied samenhangt, brengt bijzondere moeilijkheden met zich mee om de hoeveelheden beschikbaar vocht te berekenen.

Het diepe dal van de Gelderse Vallei, in de Riss-ijstijd ontstaan, is in de Würm-ijstijd grotendeels opgevuld. De bovenste meters van deze afzettingen bestaan uit dekzand (homogeen door de wind aangevoerd fijnkorrelig zand). De meeste korrels hebben een korrelgrootte van 100 à 200 μ (meer dan 50%), de fractie < 50 μ ontbreekt vrijwel.

Het dekzand heeft een typisch zwak gevend micro-reliëf. Kleine hoogteverschillen van 10 à 20 cm of meer zijn altijd aanwezig; er zijn hier en daar zelfs hoge ruggen en koppen, die 1 à 2 m boven de omgeving uitsteken. Zowel de kleine als grote hoogteverschillen hebben een belangrijke invloed op de profielontwikkeling gehad en zijn thans

² DR. P. K. PEERLKAMP en IR. P. BOEKEL zullen t.z.t. hierover mededeling doen. Zie ook noot op blz. 774.

nog van grote betekenis voor de landbouwkundige waarde van de grond, omdat verschillen in hoogteligging nagenoeg even grote verschillen in grondwaterstanden tot gevolg hebben.

De lage gronden zijn echter meestal wel zwak lemig (7,5–17,5% < 50 μ), tot lemig (17,5–32,5% < 50 μ). In de laagste delen van de lemige gronden komt op de overgang van het lemige dek naar de niet-lemige ondergrond vaak een 5 à 10 cm dikke leemlaag voor (meer dan 32,5% < 50 μ). Een en ander wordt veroorzaakt door een proces, waarbij water, dat in de loop der jaren van de hogere delen langs de rand van de Vallei is afgestroomd, fijne deeltjes heeft meegevoerd en in de lagere delen heeft gesedimenteerd. Naarmate men meer naar het lagere deel van de Vallei afdaalt, heeft de sedimentatie van fijne delen grotere vormen aangenomen. In het klein is dit ook in vele plaatsen gebeurd in kommetjes en lage stroken temidden van hoge ruggen. Het resultaat van dit alles is dat de lage gronden langs de randen van de Vallei voor het grootste gedeelte bestaan uit niet-lemige gronden en voor een klein gedeelte uit profielen, die een (zwak-)lemig dek van variërende dikte (meestal niet dikker dan 30 à 40 cm) op een niet-lemige ondergrond hebben. Over de gehele Vallei zijn de middel-hoge en hoge gronden overwegend niet-lemig, omdat deze zelfs in het laagste deel niet of nauwelijks door het water overstroomd zijn. Een uitzondering hierop vormen vooral de oude bouwlanden (zie hieronder).

Onder invloed van het grondwater (diepte onder maaiveld, fluctuatie en kwaliteit) zijn een aantal profieltypen ontstaan. Men spreekt van hoge, middelhoge en lage gronden, naarmate de grondwaterinvloed, die dus sterk van het reliëf afhangt, afwezig of min of meer belangrijk is geweest. De grondwaterstanden fluctueren, zoals in alle zandgebieden, in de loop van het seizoen vrij sterk. In de lage gronden bedraagt deze fluctuatie meestal 75–100 cm met een hoogste grondwaterstand van ca. 10 cm —m.v.; in de middelhoge en hoge gronden iets meer. De hoogste grondwaterstand ligt hier dieper onder maaiveld. Langs de ooststrand is de fluctuatie echter iets groter en bedraagt in de lage gronden ca. 125 à 150 cm, in de hogere naar verhouding meer.

In het gebied waar de lage gronden niet-lemig zijn (voornamelijk in het oosten), zijn van laag naar hoog vrijwel overal humuspodzolen ontstaan. De habitus hangt sterk van de hoogte boven het grondwater af. De hoge humuspodzolen bestaan uit een dunne

humeuze bovengrond op een sterk uitgeloopte horizont (loodzand), op een bruine ondergrond op geel zand. Deze bruine ondergrond is vrij dun en het gehele profiel meestal niet dikker dan 50 cm. Door ploegen is meestal de loodzand-laag met de humeuze bovengrond verwerkt, waardoor een matig humeuze (3 à 5%) bovengrond van 20 cm dikte op een vrij dunne bruine ondergrond (1 à 2% humus) is ontstaan. De middelhoge profielen hebben nagenoeg dezelfde eigenschappen, maar de bruine laag is vaak iets dikker en plaatselijk sterk verkit. Bij de lage humuspodzolen komt de loodzandlaag meestal in het profiel niet meer voor. De profielen bestaan dan uit een 30 à 40 cm dikke, goed humeuze (7 à 10%) bovengrond op meestal meer of minder bruingrijs getint zand (ca. 1% humus).

Indien de lage gedeelten uit (zwak-)lemige gronden bestaan, dan heeft daarin een andere profielontwikkeling plaats gehad. De bruine onderlaag ontbreekt en het profiel bestaat uit een 30 à 50 cm dikke humeuze (zwak-)lemige bovengrond op grijs gereduceerd zand; de profielen zijn soms wat dikker. Op oudere graslanden komen vrij geregeld dunnere of dikkere mestdekken voor. De humus in de bovengrond van de laagste lemige gronden is zwart (zwarte gleygronden); die van de hoogste meestal bruin (bruine gleygronden). Het humusgehalte van de normale lage (zwak-)leemhoudende zandgronden bedraagt meestal 4 à 7%. De humusgehalten van de laagste zijn hoger (tot 15%), waarna ze overgaan in venige gleygronden en nog lager in zuiver veen. Dit veen komt slechts op kleinere oppervlakten in de diepste kommen voor en kan sterk in dikte variëren van 30 cm tot soms meer dan 120 cm.

De mens heeft op alle mogelijke manieren invloed op deze gronden uitgeoefend. Hij heeft o.a. op grote schaal grond van woeste gedeelten en ook van natuurlijke graslanden via de plaggen en de potstal vooral naar het bouwland vervoerd, dat op de hogere gronden was gelegen. Deze oude bouwlanden (engen) hebben hierdoor geleidelijk een dikke humeuze bovengrond gekregen, die thans, naarmate de gronden langer in cultuur zijn, meer of minder dik is. Op de ruggen en koppen in de Vallei bedraagt de dikte vaak meer dan 50 cm; de engen langs de rand hebben een dikker dek, dat soms meer dan 100 cm dik is. Afhankelijk van de plaats, waar de plaggen gestoken zijn (zie hierboven), zijn de oude bouwlanden niet- of zwak-lemig; de eerste beperken zich voornamelijk tot een strook langs de Veluwe.

3 SCHATTING VAN DE HOEVEELHEID BESCHIKBAAR VOCHT IN HET PROFIEL

Bij een vergelijking van de mate van vochtvoorziening van het gewas door het profiel van de verschillende veldjes, die in het onderzoek betrokken zijn, spelen alleen de hoeveelheid beschikbaar vocht in het profiel aanwezig en de eventuele aanvoer vanuit het grondwater een rol. Wij kunnen de aanvoer door de neerslag gedurende het groeiseizoen buiten beschouwing laten, omdat deze voor alle veldjes, die gelegen waren in een gebied van betrekkelijk geringe omvang, gelijk gesteld kan worden. Wij gebruiken als maat voor de grondwaterstand de gemiddelde grondwaterstand gedurende het groeiseizoen. Alleen de hoeveelheid in het profiel beschikbaar vocht dient dan nog bepaald te worden.

De hoeveelheid beschikbaar vocht in grondmonsters kan men in het laboratorium bepalen. Deze bepaling vraagt echter veel tijd en geld. Uit de hiervoor gegeven beschrijving blijkt wel dat de opbouw van de profielen bijzonder ingewikkeld en variabel is. Dit maakt voor elk profiel een groot aantal bepalingen nodig. Hier komt nog bij, dat de betekenis van de meeste profielkenmerken bij de wateropname door de plant nog grotendeels onbekend is. Men kan daarom stellen, dat de onnauwkeurigheid van een schatting van de hoeveelheid beschikbaar vocht de waarde van het gebruik van deze factor niet sterk zal verminderen tegenover de bepaling van deze factor in het laboratorium.

De (statistische) schatting komt bodemkundig neer op het berekenen van de veldcapaciteit met behulp van gemakkelijk te bepalen gegevens over gehalte aan afslibbare delen, humusgehalte, dikte humeuze laag en leemlaag. De betekenis van het gehalte aan afslibbare delen en humusgehalte (op het veld visueel geschat of in het laboratorium bepaald) voor de grootte van de veldcapaciteit moet dan bekend zijn. Men komt dus op deze wijze tot een single-value.

Van de zo berekende hoeveelheid vocht bij veldcapaciteit moet het niet voor de plant beschikbare gedeelte worden afgetrokken om de hoeveelheid beschikbaar vocht te krijgen.

Het pF-onderzoek, dat op verzoek van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding in Nederland (C.O.L.N.) in gronden van de Gelderse Vallei en in het gebied van Heeze is uitgevoerd³, heeft een indruk gegeven over de invloed van het slibgehalte en van het humusgehalte op het vochtgehalte bij veldcapaciteit. In het onderhavige gebied zijn globaal deze beide factoren bepalend voor het vochtbindend vermogen van de grond. Bij gronden met een zeer hoog gehalte van de fractie van 16 tot 50 μ zal dit fijne zand vermoedelijk ook een rol van betekenis spelen. In het gebied van de Gelderse Vallei is deze extra invloed echter gering en in feite gedeeltelijk reeds meegerekend bij het slibgehalte. Vermoedelijk zullen door gebruik te maken van U-cijfer, structuur enz. verfijningen aangebracht kunnen worden.

Men kan op grond hiervan stellen dat bij de hoge en middelhoge zandgronden 1% humus bij veldcapaciteit ongeveer 3 volume-percenten vocht vasthoudt. Voor de lagere zandgronden is dit ongeveer 4 volume-percenten, hetgeen

³ Het onderzoek had tot doel de vochtclassificatiekaart, gebaseerd op de Nebo-kaart van de Stichting voor Bodemkartering, te toetsen. De bewerking van de laboratoriumuitkomsten is door DR. P. K. PEERLKAMP en IR. P. BOEKEL uitgevoerd; de definitieve resultaten zullen nog gepubliceerd worden.

vooral veroorzaakt wordt door een grotere dichtheid van de lage zandgronden en mogelijk door verschil in aard van de humus. Het vochtbindend vermogen van 1% afslibbare delen bedraagt ongeveer 1½% volume-percent vocht⁴.

Met behulp van deze gegevens is het verder mogelijk om aan de hand van gedeeltelijk met analyses getoetste schattingen van humus- en slibgehalten een berekening te maken van de hoeveelheid vocht — uitgedrukt in mm — die in het voorjaar door het gehele profiel wordt vastgehouden, ongeacht de invloed van het grondwater.

Het is verder uit bovengenoemd pF-onderzoek gebleken, dat er voor deze zandgronden met overwegend vrij lage humus- en slibgehalten een betrekkelijk constante verhouding bestaat tussen de hoeveelheden vocht, die nog vastgehouden worden bij het verwelkingspunt (het niet-opneembare vocht) en bij de veldcapaciteit. Uit het onderzoek is naar voren gekomen, dat ongeveer 26% van het vochtgehalte niet beschikbaar is. Gemakshalve is telkens van het berekende vochtgehalte bij veldcapaciteit ¼ gedeelte afgetrokken, waarna de totale hoeveelheid vocht, in het voorjaar beschikbaar voor de plant, bekend is.

De berekening wordt steeds uitgevoerd voor de doorwortelde laag. Voor bouwland stelt men de bewortelingsdiepte op maximaal 1 m, voor grasland op 50 cm. In het algemeen kan men echter aannemen dat de beworteling beperkt blijft tot het humeuze dek en/of tot op een sterk storende laag, zodat veelal aanmerkelijk geringere bewortelingsdiepten dan 1 m resp. 0,50 cm in rekening zijn gebracht.

4 LANDBOUWKUNDIGE BETEKENIS VAN DE SCHATTINGEN

De landbouwkundige betekenis van de beschreven schattingen van de hoeveelheden beschikbaar vocht is onderzocht door het verband tussen deze hoeveelheden en de opbrengsten van grasland en haver na te gaan. Deze gegevens (\pm 240 proefplekken) zijn van het reeds eerder genoemde bodemvruchtbaarheidsonderzoek afkomstig. In deze toetsing is nagegaan of de gebruikte single-value voor de hoeveelheid beschikbaar vocht een maat is om de vochtvoorziening door het profiel (droogtegevoeligheid van het profiel) aan te duiden.

Zoals reeds besproken is, is de neerslag hierbij niet als variabele gebruikt, omdat verondersteld is dat hij voor alle gronden hetzelfde was.

De directe en indirecte invloed van het grondwater is geëlimineerd door de invloed van het gehalte aan beschikbaar vocht op de opbrengst vast te stellen op gronden, die ongeveer dezelfde grondwaterdiepte hadden (4 groepen). Anderzijds werd de invloed van de diepte van het grondwater op de opbrengst nagegaan bij gronden, die ongeveer dezelfde hoeveelheden beschikbaar vocht hadden. Op deze wijze zijn de invloeden van het gehalte beschikbaar vocht en van de diepte van de grondwaterstand op de opbrengst met hun interacties te beschrijven.

De invloed van andere groeifactoren is zoveel mogelijk geëlimineerd; deze bewerking is nog niet volledig klaar, zodat de aangegeven invloeden een voorlopig karakter dragen. De gegevens betreffen de 3 jaren 1951 tot 1953, normale tot iets natte jaren. De opbrengst is in schattingseenheden weergegeven.

⁴ PEERLKAMP en BOEKEL geven hiervan nogal sterk afwijkende waarden op. Daar hun onderzoek nauwkeurig is geweest, lijkt het ons gewenst in de toekomst alleen zijn waarden te gebruiken. Wij verwijzen hiervoor naar de desbetreffende publikatie.

FIG. 1. INVLOED VAN DE GEMIDDELDE ZOMERGRONDWATERSTAND OP DE OPBRENGST VAN HAVER BIJ PROFIELEN MET VERSCHILLENDE HOEVEELHEDEN BESCHIKBAAR VOCHT. Een taxatie-eenheid bedraagt ongeveer 65 kg korrel per ha; de gemiddelde taxatie van 64 komt met 3680 kg per ha overeen.

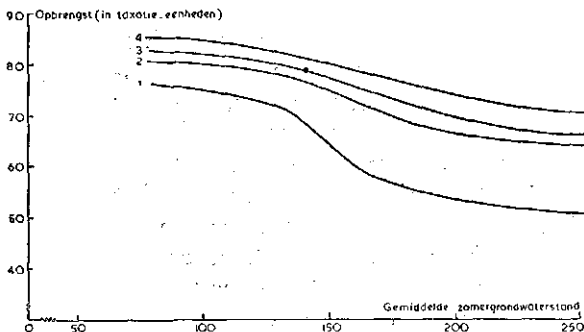


Fig. 1. Yield of oats (visual estimates) in dependence of the average groundwater table (during summer) on profiles with various amounts of available water; 1 is a low, 4 a high amount. One unit of yield estimate equals about 65 kg grain per ha; the average estimate of 64 equals 3680 kg grain per ha.

FIG. 2. INVLOED VAN DE HOEVEELHEID BESCHIKBAAR VOCHT IN HET PROFIEL OP DE OPBRENGST VAN HAVER BIJ VERSCHILLENDE GEMIDDELDE ZOMERGRONDWATERSTANDEN.

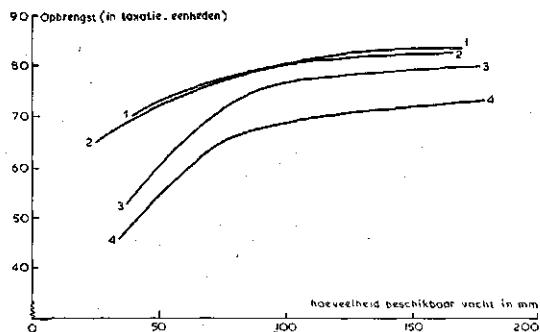


Fig. 2. Yield of oats (visual estimates) in dependence of the amount of available water at various groundwater tables; 1 is a high, 4 is a low groundwater table.

De resultaten van de bewerking gaven aan, dat er een duidelijk verband aanwezig is tussen de berekende hoeveelheden beschikbaar vocht en de opbrengsten. Enerzijds is er een duidelijk en goed te begrijpen invloed van de hoeveelheid beschikbaar vocht van het profiel op de reactie van het gewas bij te lage grondwaterstanden, anderzijds konden wij ook de directe invloed van de hoeveelheid beschikbaar vocht van het profiel op de opbrengst bij overeenkomstige grondwaterstanden aantonen. Uit deze resultaten blijkt tevens dat de gebruikte schattingsmethode geschikt is om de beschikbare hoeveelheden water en daarmee de potentiële droogtegevoeligheid van de grond kwantitatief te beschrijven.

In figuur 1 ziet men de invloed van de diepte van de grondwaterstand op de opbrengst van haver, bij droge, vochtige en natte gronden. Het gemiddelde gehalte beschikbaar vocht van de groepen 1 t/m 4 is resp. (tussen haakjes de grenzen): 48 (0-63), 74 (64-86), 101 (87-117) en 146 (118 en meer) mm. De grotere opbrengstdaling door een te lage grondwaterstand op de drogere profielen is duidelijk. Het blijkt verder, dat de vochtvoorziening op de meeste gronden in deze jaren niet voldoende door het profiel gewaarborgd wordt; ook op de betere gronden is aanvoer vanuit het grondwater noodzakelijk.

Dit komt nog duidelijker naar voren wanneer de directe invloed van het gehalte beschikbaar vocht op de opbrengst bij verschillende grondwaterstandsdiepten wordt nagegaan (figuur 2). De gemiddelde zomergrondwaterstand van

de groepen 1 t/m 4 is resp. (tussen haakjes de grenzen): 97 (0-111), 128 (112-140), 158 (141-159) en 227 (160 en meer) cm. De sterkste opbrengstdaling vindt men in het gebied, waarin het gehalte beschikbaar vocht minder dan 75 mm bedraagt. Het is echter opmerkelijk, dat de hoeveelheid beschikbaar vocht in de goed vochthoudende profielen (> 125 mm water) evenmin voldoende is; een verbetering van de vochtvoorziening via het profiel doet de opbrengst, ook bij de hogere grondwaterstanden, altijd nog iets stijgen. Een verklaring van dit verschijnsel kan men wellicht vinden in de ongunstige werking van droge perioden; deze geringe droogteschade vindt men niet meer indien de indeling wordt uitgevoerd volgens diepte van grondwaterstand *beneden de bewortelde laag*.

De reacties van het grasland zijn overeenkomstig. Hier ligt de grens, waar beneden droogteschade optreedt, ongeveer bij de 100 mm vocht. De schade op gronden met meer dan 125 mm beschikbaar vocht ontbreekt hier echter. De gemiddelde grondwaterstanden, en bijgevolg de mogelijkheden voor aanvoer, zijn hier uiteraard veel hoger.

CONCLUSIE

De conclusie van dit onderzoek mag zijn, dat de beschreven schattingen bruikbaar zijn om de droogtegevoeligheid als een single-value aan te geven. Men vergelijk ook de publikaties van DE BOER EN FERRARI en DE BOER EN VAN DER SCHANS⁵.

In hoeverre de conclusies ook voor andere gebieden gelden is niet te zeggen. Hierover wordt nog onderzoek verricht, maar de eerste resultaten wijzen er op, dat elk zandgebied zijn eigen karakteristieke waarde heeft.

De opgegeven hoeveelheden beschikbaar vocht, waar beneden sterke droogteschade optreedt, gelden uiteraard alleen voor de drie onderzochte jaren. Het lijkt niet nodig deze grenswaarden voor elk soort jaar experimenteel vast te stellen. Een vergelijking van vochtbalansen zal hierbij de oplossing kunnen geven.

SUMMARY: THE RELATION BETWEEN THE YIELD OF OATS AND GRASSLAND AND THE AMOUNT OF AVAILABLE WATER ESTIMATED FROM EASILY DETERMINABLE PROFILE CHARACTERISTICS

Without supply from rains and groundwater the growth of the plant is dependent on the amount of water retained by the profile. This amount of available water, this is to say the amount at field capacity ($pF \sim 2.0$) diminished with that at wilting point ($pF = 4.2$), can be determined in the laboratory. However, this determination is taking up much time and money. The amount of available water in a certain profile layer is depending on the soil properties. Therefore, once these relations between amount of available water and soil

⁵ TH. A. DE BOER EN TH. J. FERRARI, Bodemvruchtbaarheid, vegetatiekarteringseenheid en opbrengst in een zandgebied (Gelderse Vallei). *Versl. Landbouwk. Onderz.*, No. 62. 15 (1956) 's-Gravenhage.

TH. A. DE BOER EN R. P. H. P. VAN DER SCHANS, De samenhang tussen de bodemeenheden en de graslandkarteringseenheden in de Midden Gelderse Vallei. *Landbouwvoorlichting* (nog niet verschenen).

characteristics are known, it should be possible to estimate this amount of available water from the more easily determinable soil characteristics without pF -determinations.

The usefulness of this method for sandy soils is tested with a large number of fields of oats and grassland of which the yield and the soil characteristics of each profile layer were known. Only in a small number of profiles the amount of available water is determined in the laboratory (pF). By a regression analysis the relations are found between available water and soil characteristics (humus and clay content). The amounts of available water of all fields are calculated with aid of these relations.

The influence of this (estimated) amount of available water in mm on the yield of oats (average of 3 years) is demonstrated in fig. 2; the four lines give the influences on fields with a high groundwater table (line 1) and with a low level (line 4). The influence of the depth of groundwater is given in fig. 1, by line 1 at profiles with a low amount of available water, by line 4 at profiles with a high amount.

These results demonstrate that in an agricultural respect the used estimations give a useful single value for the total amount of available water in the profile.