



Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

Voorlopig verslag van de

BEPALING VAN DE K(h)-RELATIE VAN

ENKELE BODEMEENHEDEN IN HET GROSSETO-GEBIED

Alfred Ankum

juni 1986

INHOUDSOPGAVE

	<u>blz</u>
1. INLEIDING	2
2. BEMONSTERING EN GEBRUIKTE METHODEN	2
2.1 Verzadigde doorlatendheid K_s	4
2.2 Onverzadigde doorlatendheid	4
2.3 Bepaling $K(h)$ -relatie uit vocht- karakteristiek	5
2.4 pF-ringen	5
3. RESULTATEN EN DISKUSSIE	5
3.1 Verzadigde doorlatendheid	6
3.2 Onverzadigde doorlatendheid	7
3.2.1 Korstmethode	7
3.2.2 Hete lucht methode	8
3.2.3 Sorptivity methode	9
3.3 $K(h)$ berekend uit pF-kurve volgens van Genuchten	9
3.4 Vergelijking met de literatuurgegevens	10
4. KORTE BESPREKING VAN $K(h)$ -RELATIE PER BODEMREINHEID	10
5. TOT SLOT	16

1. INLEIDING

Ten behoeve van de bepaling van de irrigatiegeschiktheid van een aantal bodemeenheden in het Grosseto-bekken (It.) zijn in het veld en in het laboratorium verschillende bodemfysiese metingen gedaan om de $K(h)$ -relatie te bepalen.

In dit verslag worden de meetmethoden en de resultaten van de metingen gepresenteerd en bediscussieerd. In de appendices worden de gebruikte meetmethoden gedetailleerd besproken.

2. BEMONSTERING EN GEBRUIKTE MEETMETHODEN

In overleg met de veldbodemkundigen die in het Grosseto-bekken eveneens onderzoek deden ter bepaling van de irrigatiegeschiktheid zijn 18 plaatsen geselecteerd waarop monsters zijn genomen en soms (veld)metingen zijn gedaan.

Op 15 plaatsen werd alleen de bovengrond bemonsterd, op 2 plaatsen alleen de ondergrond en op 1 plaats de boven- en ondergrond. Uiteindelijk zijn aan 17 plots bepalingen gedaan.

De ondergrond (80-100 cm) werd op enkele plaatsen bemonsterd met het oog op eventuele kapillaire opstijging.

Totaal werden aan 12 verschillende bodemeenheden bepalingen gedaan.

Voor alle plaatsen werden meerdere meetmethoden toegepast, zodat door onderlinge vergelijking van de resultaten sterk afwijkende meetwaarden meteen gesignaleerd konden worden. Op deze manier kon een zo betrouwbaar mogelijke $K(h)$ -relatie verkregen worden, hoewel er desondanks met een ruime foutenmarge rekening moet worden gehouden.

Een specificatie van de gebruikte meetmethoden per plaats wordt gegeven in tabel 1.

Er is geen aandacht besteed aan het ingewikkelde probleem van de variabiliteit.

Een beschrijving van de gebruikte meetmethoden, de werkwijze, methode van berekening en de voor- en nadelen van de methode is te vinden in de appendices.

Tabel 1. Specificatie van de per plaats gebruikte meetmethoden

C	S	plaats	unit	methode				
				Korst	HAM	Sorpt	Infiltr	v.Genucht
32	44	T52-t	A1b		X			X
42	43	V73-t	A1b	X				X
34	40	U12-t	A2c	X				X
22	45	R6-t	A2d	(X)				X
62	37	J57-t	G1a	(X)				X
61	39	F53-t	G1a	X			X	X
		(E100-s	C1d)	X		X		X
42 (32)	58 (67)	Q29B-t	G2a	X	X		X	X
32	61	F100-t	G2a	X	X		X	X
41	56	II2-t	G2b	X	X			X
	opgeest	(J101-s	G3; G2a	X	X			X
19	42	III-t	G3c	(X)		X		X
24	63	Q13-t	G3c	X	X			X
14	42	JJ5-t	F1c	X		X		X
52	36	R12-t	G2	X			X	X
15	37	BB5-t	IIc	X		X		X
18	42	BB6-t	IIc	X			X	X

Afkortingen; Korst: Laboratorium korstmethode; HAM: Hete lucht methode; Sorpt: Sorptivity methode; Infiltr.: Ring-infiltrrometer; v.Genucht: K(h)-relatie afgeleid uit vocht karakteristiek.

Indien (X) bij korst, dan is er maar 1 meting geslaagd met de korstmethode.

2.1 Verzadigde doorlatendheid Ks

De verzadigde doorlatendheid werd alleen in het veld bepaald en wel met de dubbele ringinfiltrometer. Dit gebeurde in drievoud om tot zo betrouwbaar mogelijke resultaten te komen. Omdat dit een zeer tijdrovende methode is (het duurt lang voordat de grond verzadigd is en er stationaire stroming optreedt) is deze bepaling slechts op 5 plaatsen gedaan (in de belangrijkste eenheden).

Deze methode werd alleen toegepast op geïrrigeerde velden, nadat eerst met tensiometers was gecontroleerd dat de vochtspanning in de bodem tot 80 cm diep lager was dan -500 mbar. Op alle plaatsen werden de ringinfiltrometers pas geplaatst nadat de eventueel aanwezige slempkorst verwijderd was en geconstateerd was dat er geen scheuren aanwezig waren.

2.2 Onverzadigde doorlatendheid

Voor de bepaling van de onverzadigde doorlatendheid in het traject tussen pF 0 en ongeveer pF 1.5 ($0 < h < 30$ cm) werd voor alle plaatsen gebruik gemaakt van de laboratorium korstmethode.

Omdat deze methode toegepast wordt op relatief grote monsters en onder goed te reguleren randvoorwaarden is deze methode op zich behoorlijk nauwkeurig. Echter deze methode is pas goed tot ontwikkeling gekomen tijdens (en dankzij) dit onderzoek, waardoor de metingen die in een vroeg stadium van dit onderzoek gedaan zijn soms weinig nauwkeurig of soms zelfs ten dele mislukt zijn.

Voor de bepaling van de onverzadigde doorlatendheid in het wat drogere traject werd, indien mogelijk, gebruik gemaakt van:

- de Hot Air Method (traject van ong pF 2.7-3.0 tot pF 4.2) voor de meer siltige (en licht kleiige) gronden. (6 maal toegepast)
- de Sorptivity methode (traject van pF 1.5 tot pF 3-4) voor de meer zandige gronden. (4 maal toegepast)

Niet alle te onderzoeken eenheden lenen zich voor één van deze methoden: gronden met een hoog klei-percentages zijn niet geschikt. Daarnaast zijn ook de minder belangrijke eenheden niet op een van deze manieren geanalyseerd.

2.3 Bepaling van de $K(h)$ -relatie uit de vocht karakteristiek

Met behulp van de theorie van van Genuchten kan uit de vocht karakteristiek (pF-kurve) een $K(h)$ -relatie bepaald worden. De hierbij bepaalde onverzadigde doorlatendheid is relatief en kan omgerekend worden naar absolute onverzadigde doorlatendheid door de kurve op een bepaald bekend punt (of aantal punten) in de $K(h)$ -relatie te kalibreren. Bij voorkeur zijn dit punten verkregen m.b.v. de korstmethode.

2.4 pF-ringen

Volledigheidshalve dient vermeld te worden dat op een aantal plaatsen, o.a. bij de ringinfiltrometers, met 5 cm-ringen (pF-ringen) monsters zijn genomen ter bepaling van de bulkdichtheid en de sorptivity.

Om de sorptivity te bepalen werden de ringen op een zandbak 'met hun voeten in het water' gezet, zodat ze zich konden 'volslurpen'. Uit de gewichtstoename per tijdseenheid zou dan evt. de sorptivity berekend kunnen worden. Dit leidde echter tot resultaten, die sterk afweken van de resultaten verkregen met een van de andere meetmethoden, zodat hier verder niet meer op ingegaan wordt.

Ook de bepaling van de bulkdichtheid heeft vooralsnog niet tot informatie over de $K(h)$ -relatie geleid. Het idee was om uit de bulkdichtheid en bekende $K(h)$ -relatie op een bepaalde plaats met behulp van geostatistische relaties de $K(h)$ -relatie op een andere plaats te bepalen uit de bulkdichtheid op die plaats. Hiertoe is het tot nu toe niet gekomen.

3. RESULTATEN EN DISKUSSIE

In de figuren 1 a t/m q worden de per plot verkregen $K(h)$ -relaties weergegeven. Hoewel bij de bepalingen uiterste nauwkeurigheid en opperste precisie is betracht moet bij de verkregen resultaten toch rekening gehouden worden met een foutenmarge van ongeveer 0.5 tot 1 logK, hetgeen onvermijdelijk is bij dit soort bodemfysische bepalingen.

Totaal zijn dus aan monsters van 17 plots bepalingen gedaan. Bij 4 hiervan (te weten T52, R6, J57, III) laten de bepalingen met de korstmethode te wensen over. Hierdoor moest de relatieve $K(h)$ -kurve (van Genuchten) gekalibreerd worden aan of slechts 1 enkel punt verkregen met de korstmethode of de $K(h)$ -relatie verkregen met HAM of sorptivity, hetgeen als weinig nauwkeurig betiteld kan worden. De resultaten van die plots moeten dus met de nodige voorzichtigheid bekeken worden.

De 13 resterende $K(h)$ -relaties kunnen wel als redelijk tot zeer betrouwbaar gezien worden: de van Genuchten-kurve is veelal redelijk door de resultaten verkregen m.b.v. meerdere methoden te fitten. Op de resultaten die per bodemeenheid verkregen zijn wordt in paragraaf 4 teruggekommen.

3.1 Verzadigde doorlatendheid

De met de ringinfiltrometer verkregen waarden voor de verzadigde doorlatendheid worden weergegeven in tabel 2 en staan tevens geplot in figuur 1.

Tabel 2. Berekende waarden voor K_s verkregen m.b.v. ringinfiltrometer

lokatie	K (cm/dag)	$\log K$ (cm/dag)
Q29 A	55.64	1.74
B	4.12	0.61
BB6 A	3.09	0.49
B	5.03	0.70
C	5.33	0.73
F100A	0.40	-0.40
B	1.11	0.05
F53 B	0.18	-0.74
K12 B	0.07	-1.15
C	0.09	-1.05

Hoewel in principe op elk plot met 3 ringinfiltrimeters is gewerkt worden niet op elk plot 3 resultaten gegeven a.g.v. onvolkomenheden/fouten in het veld, onvoldoende invoergegevens of een niet 100% perfecte berekeningsmethode via de komputer.

De onderlinge verschillen per plot zijn gering, m.u.v. Q29A en B waar een verschillende textuur voorkomt onder de ringen.

Het is jammer dat er vanwege de grote arbeidsintensiviteit van deze methode niet meer gegevens van andere plots van de Ks bekend zijn. De verkregen resultaten geven nl. aanleiding tot de veronderstelling dat voor Ks niet alleen de textuur een belangrijke faktor is, maar ook de bewerking van de grond in hoge mate bepalend is. Indikaties daarvoor zijn dat ondanks het feit dat de textuur van Q29 fijner is dan die van BB6 de Ks van Q29 groter is dan die van BB6. Op Q29 wordt een minimum-tillage bewerking toegepast, op BB6 wordt regelmatig met landbouwtrekkers etc. gereden. Hetzelfde geldt voor K12, dat ondanks een lager kleipercentage (51.8%) dan F53 (61.0% klei) toch een lagere Ks heeft. Ook K12 is helemaal 'dichtgereden' met trekkers etc., terwijl dit bij F53 iets minder het geval was.

Ten opzichte van de, op de met de korstmethode verkregen punten geijkte, van Genuchten-kurve liggen de Ks-waarden van BB6 en F100 perfekt. De Ks van K12 is veel te laag, hetgeen verklaard zou kunnen worden doordat de bovengrond daar tot 20 cm helemaal dichtgereden is, terwijl de rest van de gegevens betrekking heeft op monsters afkomstig van dieper dan 20 cm. Hetzelfde zou kunnen gelden voor F53, terwijl juist bij Q29 de te hoge waarden van Ks t.o.v. de van Genuchten-kurve verklaard zouden kunnen worden door de minimum-tillage aldaar. Het lijkt er dus op dat vooral de gronden met een hoog kleipercentage te lage Ks-waarden kunnen geven en dat minimum-tillage de grootte van de Ks doet toenemen.

3.2 Onverzadigde doorlatendheid

3.2.1 Korstmethode

Deze methode is in principe toegepast bij alle plots. De met deze methode verkregen resultaten staan geplot in de figuren 1 a t/m q. Hierin staan alleen die punten weergegeven waarbij de metingen met deze methode goed geslaagd zijn en aan alle gestelde voorwaarden is voldaan. Punten

die twijfelachtig waren (de meetmethode is pas tijdens dit onderzoek goed ontwikkeld) zijn weggelaten, dus de gepresenteerde data moeten als redelijk tot zeer nauwkeurig beschouwd worden. Desondanks komt er bij enkele plots toch nog wel een behoorlijke spreiding in de punten voor, waarvoor geen logiese verklaring te geven is.

In het algemeen echter tonen de punten per plot een $K(h)$ -relatie die redelijk goed overeenkomt met de vorm van de van Genuchten-kurve, die daardoor dus makkelijk te fitten is op die punten.

In 3 gevallen (R6, V73, III) is per plot slechts 1 meting met de korstmethode goed geslaagd. Dit lijkt te weinig om daar de van Genuchten-kurve aan op te hangen, maar omdat er ook geen andere gegevens bekend waren is dit uit noodzaak toch gebeurd. Bij T52 is geen enkele meting met deze methode 100% geslaagd.

Aangezien met deze methode bepalingen zijn gedaan tot pF 1.5 ($h = -30$ cm) kan gesteld worden dat de $K(h)$ -relatie in het natte traject ($0 < h < -30$ cm) redelijk nauwkeurig bekend is.

3.2.2 Hete Lucht Methode

De HAM is gebruikt bij een zestal plots, die zich daartoe door hun meer siltige textuur leenden. De resultaten van deze methode worden eveneens gegeven in figuur 1.

De metingen zijn goed geslaagd en ze vertonen slechts een kleine spreiding. Nadat de van Genuchten-kurve was geïjkt 'op de korstpunten' liep deze in alle gevallen ook door het $K(h)$ -traject dat met de HAM bepaald is.

Bij deze methode worden door de komputer volgens meerdere functies desorptiecurven bepaald. Bij de latere berekening is gebruik gemaakt van die functie, die de beste desorptiekromme tot gevolg had, soms was dit de KPSI-functie, in andere gevallen de DEXP-functie. Indien per plot de resultaten van beide functies vergeleken worden blijkt het verschil erg klein te zijn.

Wanneer de resultaten van de 6 onderzochte plots vergeleken worden zijn de verschillen klein: in de gemeten trajecten zit maximaal 0.5 $\log K$ verschil. Dit is niet verbazingwekkend, want ze hebben allemaal een vergelijkbare textuur.

Wel blijkt dat het traject dat de HAM in de $K(h)$ -grafiek oplevert vlakker ligt (kleinere afname van $\log K$ bij toename pF) dan het verloop van de van Genuchten-kurve.

In het algemeen loopt het met de HAM bepaalde traject tussen pF 2.5-3.0 en pF 4.2. De HAM geeft dus een goede indicatie voor het verloop van de $K(h)$ -relatie in het drogere traject.

3.2.3 Sorptivity methode

De sorptivity methode is gebruikt voor de analyse van een viertal monsters met een zandige textuur, te weten E100-s, III, JJ5 en BB5. De resultaten hiervan worden weer gegeven in figuur 1. Omdat het een regressiekurve is, moet hier rekening worden gehouden met een zekere foutenmarge.

In het algemeen valt te zeggen dat de kurven redelijk in de buurt liggen van de absolute van Genuchten-kurve en deze soms snijden. Van pF 1 tot pF 2 ligt de bepaalde kurve vlakker dan en boven die van van Genuchten; boven de pF 2 loopt hij echter veel steiler dan de van Genuchten-kurve en komt hij eronder te liggen. Hoe meer zand des te steiler de kurve.

Een onderlinge vergelijking leert dat de sorptivity kurven vrijwel dezelfde vorm hebben, maar duidelijke verschillen vertonen in $\log K$ -waarden bij dezelfde pF -waarde. Er is met deze 4 kurven echter nog geen duidelijk verband te vinden in de trant van: hogere $\log K$ -waarden bij groter percentage zand. Misschien dat dit wel het geval zou zijn als er meer monsters op deze manier geanalyseerd waren.

Voor het traject tussen pF 1-1.5 en pF 3-3.5 geeft de sorptivity-methode voor de zandiger gronden een redelijke indicatie van de $K(h)$ -relatie, maar niet meer dan dat. De resultaten moeten met de nodige voorzichtigheid bekeken worden.

3.3 $K(h)$ berekend uit pF -kurve volgens van Genuchten

Voor alle plots is met de komputer de $K(h)$ -relatie berekend uit de vocht karakteristiek volgens de theorie van van Genuchten. Deze relatieve $K(h)$ -relatie is in vrijwel alle gevallen gekalibreerd op de punten ver-

kregen met de korstmethode. Het blijkt dat na die kalibratie de kurve ook redelijk goed ligt t.o.v. de met de ringinfiltrometer verkregen waarden voor K_s en de met HAM en sorptivity methode verkregen $K(h)$ -relaties, zodat de ligging van de kurven in het algemeen als redelijk nauwkeurig beschouwd moet worden.

3.4 Vergelijking met literatuurgegevens

Een vergelijking van de in dit onderzoek bepaalde gegevens met in de literatuur gepubliceerde gegevens over $K(h)$ -relaties in Mediterrane bodems is vooralsnog niet gemaakt. Een eerste rondgang door de bibliotheek van het Fygebola na adviezen van J. Sevink heeft helaas geen geschikte gegevens opgeleverd. Kennelijk zijn er tot nu toe nog maar weinig of geen onderzoeken gedaan op bodemfysies gebied in Mediterrane gebieden, althans daar is niets over gepubliceerd.

Een vergelijking met literatuurgegevens over de Nederlandse situatie lijkt weinig zinvol.

4. KORTE BESPREKING VAN DE $K(h)$ -RELATIE PER BODEMEENHEID

Hieronder volgt een korte bespreking van de bepaalde $K(h)$ -relaties van de door de veldbodembodkundigen onderscheiden bodemeenheden. In een aantal gevallen zijn er per bodemeenheid slechts op 1 plot metingen gedaan, in andere gevallen zijn er op meerdere plots metingen gedaan zodat, indien de textuurverschillen niet te groot zijn, de metingen vergeleken kunnen worden.

Het spreekt vanzelf dat indien er meer plots per bodemeenheid onderzocht zijn de nauwkeurigheid van de bepaalde $K(h)$ -relatie in die eenheid groter is dan indien er maar 1 plot onderzocht is. Zoals echter al eerder gesteld is moet indien hier gesproken wordt van nauwkeurig toch rekening gehouden worden met een behoorlijke foutenmarge (van maximaal 1 logK = ong. 1000%) hetgeen nu eenmaal als normaal beschouwd moet worden in de bodemfysika.

eenheid: Alb

In Alb zijn 2 plots onderzocht, te weten T52 en V73, waarbij de textuur van T52 volgens de FAO-guidelines aangemerkt moet worden als clay loam en V73 een silty textuur heeft. De verschillen zijn echter klein.

Van T52 zijn helaas geen punten verkregen met de korstmethode bekend; de van Genuchten-kurve is daarom gekalibreerd aan de via de HAM verkregen gegevens; dit is echter geenszins betrouwbaar.

Van V73 zijn een vijftal goede 'korstpunten' bekend en de van Genuchten-kurve is hier redelijk nauwkeurig te kalibreren.

Bij onderlinge vergelijking (zie fig. 2a) blijkt de vorm van de van Genuchten-kurve van beide plots vrijwel gelijk te zijn en blijkt dat de ligging van de kurve van T52 goed overeenkomt met die van V73, die door de korstpunten bepaald is. Ook het HAM-trajekt van T52, dat wel vastligt, past mooi in het beeld van V73.

Samen geven deze 2 plots dus een redelijk nauwkeurige $K(h)$ -relatie van eenheid Alb.

A2c

In A2c is 1 plot onderzocht, t.w. U12 met een clay loam textuur. De van Genuchten-kurve is hier gekalibreerd op 3 korstpunten; verder geen gegevens. Toch lijkt deze kurve redelijk betrouwbaar.

De kurve wijkt licht af van de clay loam van T52 (Alb).

A2d

In A2d is ook maar 1 plot onderzocht en wel R6 met een loam textuur. Bij R6 is maar 1 meting met de korstmethode geslaagd en zijn verder geen gegevens bepaald. De gepresenteerde absolute van Genuchten-kurve is dus niet erg betrouwbaar.

C1a

De in deze eenheid onderzochte plots, t.w. J57 en F53 hebben bijna gelijke textuur, resp. 37% silt en 62% klei en 39% silt en 61% klei (FAO: clay) en zouden dus eventueel te vergelijken moeten zijn.

De van Genuchten-kurve van F53 lijkt redelijk nauwkeurig bepaald door 4 korstpunten en vertoont een lichte afwijking t.o.v. de K_s (zie voor verklaring 3.2.1). De van Genuchten-kurve van J57 is echter slecht bepaald door 1 matig korstpunt en de ligging ervan is dus zeer onbetrouwbaar.

Ondanks gelijke textuur wijkt de vorm van beide van Genuchten-kurven echter behoorlijk af (zie fig. 2b); die van J57 loopt veel steiler. Hier is vooralsnog geen verklaring voor gevonden.

De $K(h)$ -relatie wordt dus het best gegeven door die van F53, omdat daarvan de meeste gegevens bepaald zijn.

C1d

Hiervan is alleen de ondergrond onderzocht in plot E100-s. Deze heeft een loamy sand textuur (73.5% zand). Het is een relatief onbelangrijke eenheid.

De van Genuchten-kurve loopt, zoals te verwachten valt bij een hoog percentage zand, behoorlijk steil, maar is goed gefit door 4 korstpunten. Ook de bepaalde $K(h)$ -relatie van de sorptivity methode loopt steil, maar vertoont bij pF-waarden van ≤ 1.7 toch wel een zeer sterke afwijking t.o.v. de korstpunten en de van Genuchten-kurve. Echter in beide gevallen duiden de gegevens op een zeer grote doorlatendheid van deze zandgrond.

C2a

In deze eenheid zijn 2 plots onderzocht, t.w. Q29B en F100, beiden met een silty clay textuur.

De van Genuchten-kurve van F100 wordt goed gekalibreerd door 2 vlak bij elkaar liggende korstpunten en komt dan redelijk goed overeen met de bepaalde K_s -waarden en iets minder goed met de verkregen HAM-waarden.

De van Genuchten-kurve van Q29B laat zich minder makkelijk kalibreren omdat de 3 korstpunten een grote spreiding vertonen. Daarom is deze kurve mede gekalibreerd aan de laagste en meest reeele K_s -waarde (zie 3.2.1). Hij past tevens goed door het HAM-trajekt, maar dat vertoont bij Q29 eveneens een relatief grote spreiding.

Indien beide plots vergeleken worden (zie fig. 2c) valt op dat de van Genuchten-kurven vrijwel gelijke ligging en vorm hebben, hetgeen ook geldt voor de HAM-trajekten van beide plots. Zoals in 3.2.1 reeds uiteengezet liggen de K_s -waarden van Q29 beduidend hoger dan die van F100 veroorzaakt door de minimum-tillage bij Q29. Wellicht dat deze minimum-tillage ook invloed heeft op de K -waarden bij pF lager dan 1, hetgeen de afwijkende ligging van het korstpunt bij pF 0.6 zou kunnen verklaren. De

K(h)-relatie zou in dat geval voor Q29 tussen pF 0 en 1 (veel) steiler lopen dan dat hij nu weergegeven wordt door de van Genuchten-kurve. Samen geven deze 2 plots echter een nauwkeurige K(h)-relatie voor eenheid C2a in het algemeen.

C2b

Eenheid C2b wordt slechts gekarakteriseerd door 1 plot: II2 met eveneens een silty clay textuur.

De van Genuchten-kurve wordt uitstekend gekalibreerd door een vijftal korstpunten en loopt dan ook nog door het HAM-trajekt. Deze kurve lijkt dus zeer nauwkeurig.

Indien deze K(h)-relatie vergeleken wordt met de K(h)-relaties van eenheid C2a (Q29 en F100, met eveneens silty clay) dan heeft II2 weliswaar iets hogere logK-waarden bij lagere pF en de van Genuchten-kurve een iets steiler verloop, maar verder vertonen beide relaties toch redelijke overeenkomst.

C3

In C3 is alleen een ondergrond bekeken en wel op plot J101 met een silty clay loam tot silt loam textuur.

De van Genuchten-kurve wordt redelijk goed gekalibreerd door 3 korstpunten en past daarbij ook redelijk in het HAM-trajekt. Het lijkt dus een redelijk nauwkeurige K(h)-relatie, die representatief geacht kan worden voor de ondergrond van C3.

C3c

In deze eenheid is gewerkt op 2 plots, t.w. III en Q13 met resp. een duidelijke loam en een duidelijke silt loam textuur.

Bij Q13 wordt de van Genuchten-kurve matig gekalibreerd door 2 korstpunten, waarbij deze een matige overeenkomst vertoont met de met HAM verkregen resultaten.

Bij III is slechts 1 meting met de korstmethode gelukt, die bovendien tamelijk hoog ligt. Daarnaast heeft de sorptiviteitsmethode gegevens opgeleverd. Gezien de ligging van de van Genuchten-kurven t.o.v. de sorptiviteits K(h)-gegevens in andere eenheden is besloten de van Genuchten-kurve hieraan op te hangen, maar dit moet als tamelijk onbetrouwbaar gezien worden.

Het verloop van beide van Genuchten-kurven vertoont een klein verschil (zie fig. 2d); die van Q13 loopt steiler (ondanks een kleiner percentage

De $K(h)$ -relatie gegeven in Q13 moet gezien worden als representatief voor deze eenheid, maar lijkt slechts matig nauwkeurig te zijn.

F1c

Deze eenheid wordt slechts gerepresenteerd door JJ5 met een loam textuur.

De van Genuchten-kurve wordt hier matig gekalibreerd door 2 korstpunten, die een kleine spreiding tonen. Daarnaast vertoont de $K(h)$ -relatie verkregen door de sorptivity methode ongeveer hetzelfde verloop als de van Genuchten-kurve, maar deze ligt iets hoger.

G2

G2 wordt hier door 1 plot gerepresenteerd: K12; een Vertisol met een clay textuur (52% klei).

De van Genuchten-kurve wordt goed gekalibreerd door een drietal korstpunten. De gevonden K_s -waarden liggen ten opzichte daarvan dan te laag, maar zoals in 3.2.1 al uiteengezet kan dat verklaard worden doordat de grond daar helemaal dichtgereden is. Het verloop van de van Genuchten-kurve is kenmerkend voor de gronden met een hoger kleipercentage; tamelijk vlak. Het verloop is echter niet opvallend vlakker dan de van Genuchten-kurven van bv. F53, Q29B of F100.

Het lijkt er dus op dat de $K(h)$ -relatie van deze eenheid goed weergegeven wordt door K12, waarbij de grondbewerking wel in de gaten gehouden moet worden.

I1c

In deze eenheid zijn 2 plots onderzocht, BB5 en BB6 beiden met een loam textuur.

Bij BB6 hebben de 2 korstpunten een kleine spreiding, maar omdat ook 3 dicht bij elkaar gelegen waarden van de K_s bekend zijn, zijn deze mede gebruikt om de van Genuchten-kurve te kalibreren.

Bij BB5 wordt de van Genuchten-kurve goed gekalibreerd door 2 korstpunten. Daarnaast loopt de kurve verkregen met de sorptivity methode bij pF-waarden lager dan 2 veel vlakker en onder de van Genuchten-kurve en van pF 2 tot 3 steiler en boven van Genuchten. Er is hier dus een kleine range in de $K(h)$ -relatie.

Met elkaar vergeleken (zie fig. 2e) hebben beide van Genuchten-kurven vrijwel hetzelfde verloop. De korstpunten (en dus ook van Genuchten)

liggen bij BB5 echter hoger dan bij BB6 (dus hogere K-waarden in het natte traject). Wellicht dat ook dit verklaard kan worden doordat bij BB6 door intensieve grondbewerking de bovengrond, waarin de perspexringsen gestoken zijn, meer dichtgereden is dan bij BB5, waar op het eerste gezicht de grond minder intensief bewerkt werd.

Samen geven deze 2 plots echter een zeer nauwkeurige $K(h)$ -relatie voor IIc.

5. TOT SLOT

De bij dit onderzoek gevonden $K(h)$ -relaties voor iedere bodemeenheid vertonen vaak een range van K -waarden bij een bepaalde pF . Dit wordt veroorzaakt doordat per plot de doorlatendheid soms met meerdere methoden bepaald is, maar ook doordat er per eenheid soms 2 plots onderzocht zijn. Voor verdere evaluatie van de in dit onderzoek gevonden resultaten zou echter een éénduidige $K(h)$ -relatie zeer makkelijk zijn. Om deze te bepalen is echter een zeer moeilijke zaak. In eerste instantie zou men geneigd zijn voor elk plot hiervoor de van Genuchten-kurve te nemen. In het natte traject (tot pF 1.5) lijkt dit geen slechte zaak; immers vaak vertonen de gevonden korstpunten ongeveer hetzelfde verloop als de van Genuchten-kurve (om dit echter statistisch goed te bewijzen zouden veel meer metingen met de korstmethode nodig zijn); ook de K_s -waarden komen hiermee goed overeen, indien er geen versturende factoren optreden.

Echter bij hogere pF -waarden vertoont de van Genuchten-kurve toch vaak een andere ligging dan de relaties verkregen via de sorptivity methode en de HAM. Nu is de sorptivity methode allesbehalve perfect en vertonen de met deze methode verkregen $K(h)$ -relaties vaak een wild onbetrouwbaar verloop (eerst vlak, dan heel steil), zodat dat eventueel nog verwaarloosd kan worden, maar de HAM is wel redelijk betrouwbaar. Aangezien de met de HAM verkregen waarden gemeten zijn en de $K(h)$ -relatie volgens van Genuchten slechts theoretisch afgeleid is uit de vocht karakteristiek, moet in het traject boven de pF 2.5 de voorkeur gegeven worden aan de $K(h)$ -waarden verkregen met de HAM.

Probleem is echter dat lang niet voor alle eenheden de HAM-waarden bekend zijn. Aangezien echter toch algemeen gesteld kan worden dat de van Genuchten-kurve bij hogere pF te steil loopt moet in dat geval de van Genuchten-kurve vanaf pF 3 maar een willekeurig vlakker verloop gegeven worden om toch nog een beetje volgens de realiteit te kunnen werken.

Indien per eenheid meerdere plots onderzocht zijn lijkt het onrealistisch om dan het gemiddelde te nemen van de afzonderlijk verkregen éénduidige $K(h)$ -relaties van die plots. Gewerkt moet dan worden met beide $K(h)$ -relaties die de range aangeven waarbinnen de $K(h)$ -waarden van die eenheid kunnen liggen.

Als de $K(h)$ -relatie eenmaal eenduidig bekend is kan deze samen met de vocht karakteristiek en een vochtprofiel als invoer dienen voor het computer-simulatieprogramma 'ONZAT', waarmee bv. een infiltratie-enveloppe bepaald kan worden.

9 1

9 1