



Waterretentie en waterdoorlatendheids- karakteristieken van Telen met toekomst- proefvelden Meterik en Vredepeel



Telen met toekomst

J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink &
T.S. van Steenbergen

Waterretentie en waterdoorlatendheids- karakteristieken van Telen met toekomst- proefvelden Meterik en Vredepeel

J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink & T.S. van Steenbergen



Telen met toekomst

Colofon

Uitgever:

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

© 2002 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

In 'Telen met toekomst' werken agrarische ondernemers samen met Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Plant Research International B.V.) en DLV Adviesgroep nv aan duurzame bedrijfssystemen voor akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomteelt.

Informatie over Telen met toekomst

DLV Adviesgroep nv
Telefoon: (0317) 49 16 12
Fax: (0317) 46 04 00
Postbus 7001, 6700 CA WAGENINGEN
E-mail: info@telenmettoekomst.nl
Internet: www.telenmettoekomst.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Monstername	3
2.1 Meterik	3
2.2 Vredepeel	4
3. Bodemfysische meetmethoden	7
3.1 Waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethode ($-150 < h < 0$ cm)	7
3.2 Waterretentiekarakteristiek met overdrukmethode ($-15000 < h < -1000$ cm)	7
3.3 Waterretentiekarakteristiek en waterdoorlatendheidskarakteristiek volgens de verdampingsmethode ($-0 < h < -800$ cm)	7
3.4 Verzadigde waterdoorlatendheid	8
4. Resultaten	9
4.1 Meterik	9
4.1.1 Waterretentiekarakteristieken	9
4.1.2 Resultaten verdampingsmethode	12
4.1.3 Verzadigde waterdoorlatendheid K_s	13
4.1.4 Conclusies Meterik	13
4.2 Vredepeel	14
4.2.1 Waterretentiekarakteristieken	14
4.2.2 Resultaten verdampingsmethode	19
4.2.3 Verzadigde waterdoorlatendheid K_s	19
4.2.4 Conclusies Vredepeel	20
5. Conclusies en suggesties	21
6. Literatuur	23

1. Inleiding

Op proefvelden van het project Telen met toekomst in Meterik en Vredepeel zijn de waterretentie-karakteristieken en waterdoorlatendheidskarakteristieken bepaald aan monsters uit verschillende bodemlagen. Deze gegevens zullen gebruikt worden in de modelberekeningen voor waterstroming, stoffentransport en gewasgroei. In deze rapportage zullen de monsternamen, de meetmethoden en de meetresultaten worden beschreven. Naar aanleiding van de resultaten zullen conclusies en eventuele suggesties voor aanvullende metingen worden gegeven.

2. Monstername

2.1 Meterik

Op de percelen 22 en 35 zijn monsters genomen voor de bodemfysische bepalingen. Voor de waterretentiekarakteristiek zijn per perceel 2 ringen met een hoogte van 5 cm gestoken (251 cm³), 2 ringen van 8 cm hoogte (666 cm³) voor de verdampingsmethode, en 2 ringen van 10 cm hoogte voor de verzadigde waterdoorlatendheid (2865 cm³). Bij de monstername zijn direct profielbeschrijvingen (Tabel 1 en 2) gemaakt. De bemonstering vond 12 november 2001 plaats.

Tabel 1. Profielbeschrijving Meterik, perceel 22.

Profielbeschrijvingsformulier								
Datum	12/11/2001			Grondnaam	Bruine enkeerd			
Opsteller	ste			Puntencode	4r 423			
Project	Telen met toekomst			Vlakcode	bEZ35			
Plaats	Meterik							
Perceel	22 rogge							
Horizont	Diepte (cm)	O.S. %	Mediaan			Kalk	Rijping	Geolog. Opmerkingen
			< 2	< 50	M50			
1Aap	0 - 30		3,5	20	145			bouwvoor
1Aa	30 - 45		2,5	16	145			zwart/bruin
1Ahb	45 - 60		3,5	20	145			bruin
1Cg1	60 - 120			25	125			geel/oranje
1Cg2	120 - 130			20	160			met gleyvlekken
1Cg3	130 - 180			24	140			witachtig met roest en reductievlekken

Omdat de beschrijving gebaseerd is op schattingen kunnen er geen rechten aan worden verleend.

Tabel 2. Profielbeschrijving Meterik, perceel 35.

Profielbeschrijvingsformulier									
Datum	12/11/2001			Grondnaam	Bruine enkeerd				
Opsteller	ste			Puntencode	4r 423				
Project	Telen met toekomst			Vlakcode	bEZ35				
Plaats	Meterik								
Perceel	35 braak								
Horizont	Diepte (cm)	O.S. %	Mediaan			Kalk	Rijping	Geolog.	Opmerkingen
			< 2	< 50	M50			Formatie	
1Aap	0 - 28	3,5	20	145				zwart met houtskoolbrokjes	
1Aa	28 - 48	2,5	16	145				bruin met houtskoolbrokjes	
Ahb	48 - 55	3,5	20	145				bruin	
1Cg1	55 -100		25	130				gleyvlekken/roest	
1Cg2	100 -130		30	130				ijzerbrokjes	
1Cgc	130 -180		14	180				veel ijzer	

Omdat de beschrijving gebaseerd is op schattingen kunnen er geen rechten aan worden verleend.

2.2 Vredepeel

Op de percelen 18 en 28 zijn monsters genomen voor de bodemfysische bepalingen. Voor de waterretentiekarakteristiek zijn per perceel 2 ringen met een hoogte van 5 cm gestoken (251 cm³), 2 ringen van 8 cm hoogte (666 cm³) voor de verdampingsmethode, en 2 ringen van 20 cm hoogte voor de verzadigde waterdoorlatendheid (2865 cm³). Bij de monsternamen zijn direct profielbeschrijvingen (Tabel 3 en 4) gemaakt. De bemonstering vond 29 oktober 2001 plaats.

Tabel 3. Profielbeschrijving Vredepeel, perceel 18.S1.

Profielbeschrijvingsformulier									
Datum	29/10/2001			Grondnaam	Velpodzolgrond				
Opsteller	ste			Puntencode	2R 432				
Project	Telen met toekomst			Vlakcode	Hn53				
Plaats	Vredepeel			Grondgebruik					
Perceel	18.1S								
Horizont	Diepte (cm)	O.S. %	Mediaan			Kalk	Rijping	Geolog.	Opmerkingen
			< 2	< 50	M50				
1Ap	0 - 35	3,5	12	180			Dekzand	bouwvoor	
1A/E/B/C	35 - 50	1	10	180			Verw.	verwerkt/veenbrokjes	
1BC	50 - 65	0,5	7	180			Dekzand	wortelgangen	
1Ce	65 -110		7	180			Dekzand		
1Cu	110 -125	2	30	125			Dekzand	lossleemachtig/houtresten	
Cr	125 - ?		7	160			Dekzand	grijs/gereduceerd	

* grondwater vanaf 125 cm - mv. maakt graven onmogelijk.

Omdat de beschrijving gebaseerd is op schattingen kunnen er geen rechten aan worden verleend.

Tabel 4. Profielbeschrijving Vredepeel, perceel 28.A2.

Profielbeschrijvingsformulier									
Datum	29/10/2001			Grondnaam	Veldpodzolgrond				
Opsteller	ste			Puntencode	2R 432				
Project	Telen met toekomst			Vlakcode	Hn 53				
Plaats	Vredepeel			Grondgebruik	Braak				
Perceel	28.2A2								
Horizont	Diepte (cm)	O.S. %	Mediaan			Kalk	Rijping	Geolog.	Opmerkingen
			< 2	< 50	M50				
Ap	0 - 30	3	12	180			Dekzand	bouwvoor	
BC	30 - 40	0,5	8	180			Dekzand	versleten podzol	
Ce	40 -120		8	180			Dekzand		
Cer	120 - ?						Dekzand	geel/grijs	

Omdat de beschrijving gebaseerd is op schattingen kunnen er geen rechten aan worden verleend.

3. Bodemfysische meetmethoden

3.1 Waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethodode ($-150 < h < 0$ cm)

Bij deze methode worden de onverstoorde 251 cm³ ringmonsters (hoogte 5 cm, diameter 8 cm) op een poreuze filterplaat geplaatst en vervolgens wordt na verzadiging de desorptie en absorptiecurve bepaald bij een aantal ingestelde onderdrukken. Door de bepaling van de absorptiecurve krijgen we inzicht in de mate van hysteresis in het betreffende drukhoogte traject van $-150 < h < 0$ cm. De hoeveelheden water worden direct in een buret afgelezen. De bepalingen zijn uitgevoerd volgens NEN 5786, waarin ook een uitgebreide beschrijving van de meetmethode te vinden is.

Aangezien het met deze methode niet mogelijk is het volumetrisch watergehalte bij verzadiging (θ) te bepalen, is θ berekend uit de gemeten droge bulkdichtheid van het monster en een schatting van de volumieke massa van de bodemdeeltjes.

3.2 Waterretentiekarakteristiek met overdrukmethodode ($-15000 < h < -1000$ cm)

Bij deze methode worden verstoorde monsters verzadigd en wordt een kleine hoeveelheid (10 tot 15 gram) op een filterplaat in een drukpan aangebracht. De drukpan wordt gesloten en er wordt een luchtoverdruk in de pan aangebracht. Als er evenwicht is bereikt wordt het monster uit de drukpan gehaald en het gravimetrisch watergehalte bepaald (NEN 5781). Met behulp van de bekend veronderstelde droge bulkdichtheid van de bodemlaag kan dan het volumetrisch watergehalte worden berekend. Voor elke drukstap worden nieuwe monsters gebruikt. De bepalingen zijn uitgevoerd volgens NEN 5788, waarin ook een uitgebreide beschrijving van de meetmethode te vinden is.

3.3 Waterretentiekarakteristiek en waterdoorlatendheidskarakteristiek volgens de verdampingsmethode ($-0 < h < -800$ cm)

Bij deze methode wordt een onverstoord monster op een balans geplaatst. In het monster worden 4 tensiometers aangebracht om potentiaalverschillen in het monster te meten. Het bodemwater aan de bovenzijde van het monster kan vrij verdampen. Met behulp van de afname van het gewicht van het monster en de meetreeksen van de tensiometers kan simultaan zowel de waterretentiekarakteristiek (desorptiecurve) als de onverzadigde doorlatendheid worden berekend. De bepalingen zijn uitgevoerd volgens NEN 5791, waarin ook een uitgebreide beschrijving van de meetmethode te vinden is.

De meetresultaten van deze meetmethode zijn vervolgens beschreven met de Van Genuchten en Mualem-functies voor de waterretentie en waterdoorlatendheidskarakteristiek, waarbij de gevonden waarden van deze functies zijn gegeven. Bij het optimaliseren van deze parameters is gebruik gemaakt van een wegingsfactor 5 voor de waterretentiekarakteristiek t.o.v. de waterdoorlatendheidskarakteristiek, dat wil dus zeggen dat de retentiekarakteristiek zwaarder wordt meegewogen.

3.4 Verzadigde waterdoorlatendheid

Bij deze methode wordt een constante waterhoogte op een onverstoord bodemonster gehandhaafd en wordt via een vaste uitstroomopening een constant potentiaalverschil over de hoogte van het bodemonster ingesteld. Uit het debiet en de afmetingen van het monster is de verzadigde doorlatendheid K_s te berekenen. De bepalingen zijn uitgevoerd volgens een aangepaste vorm van NEN 5789, zoals beschreven in De Vos (1997).

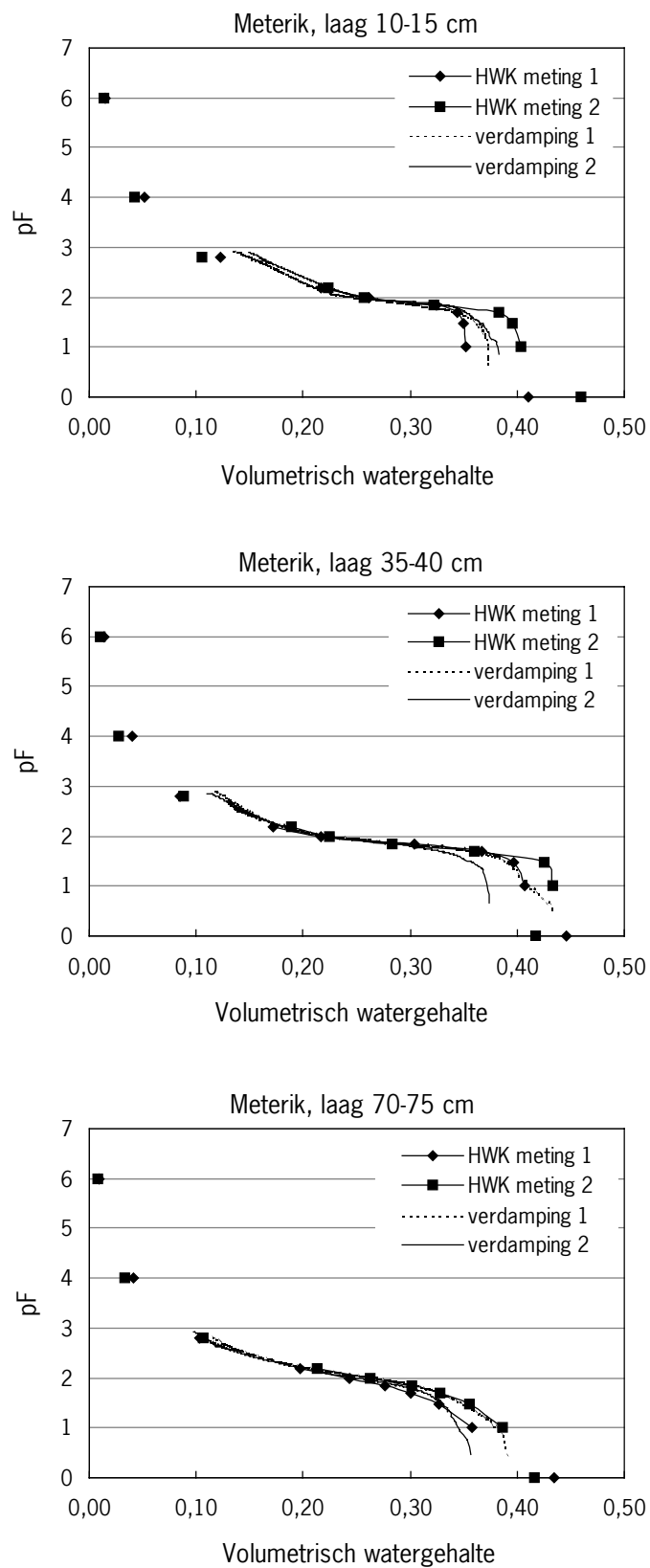
4. Resultaten

4.1 Meterik

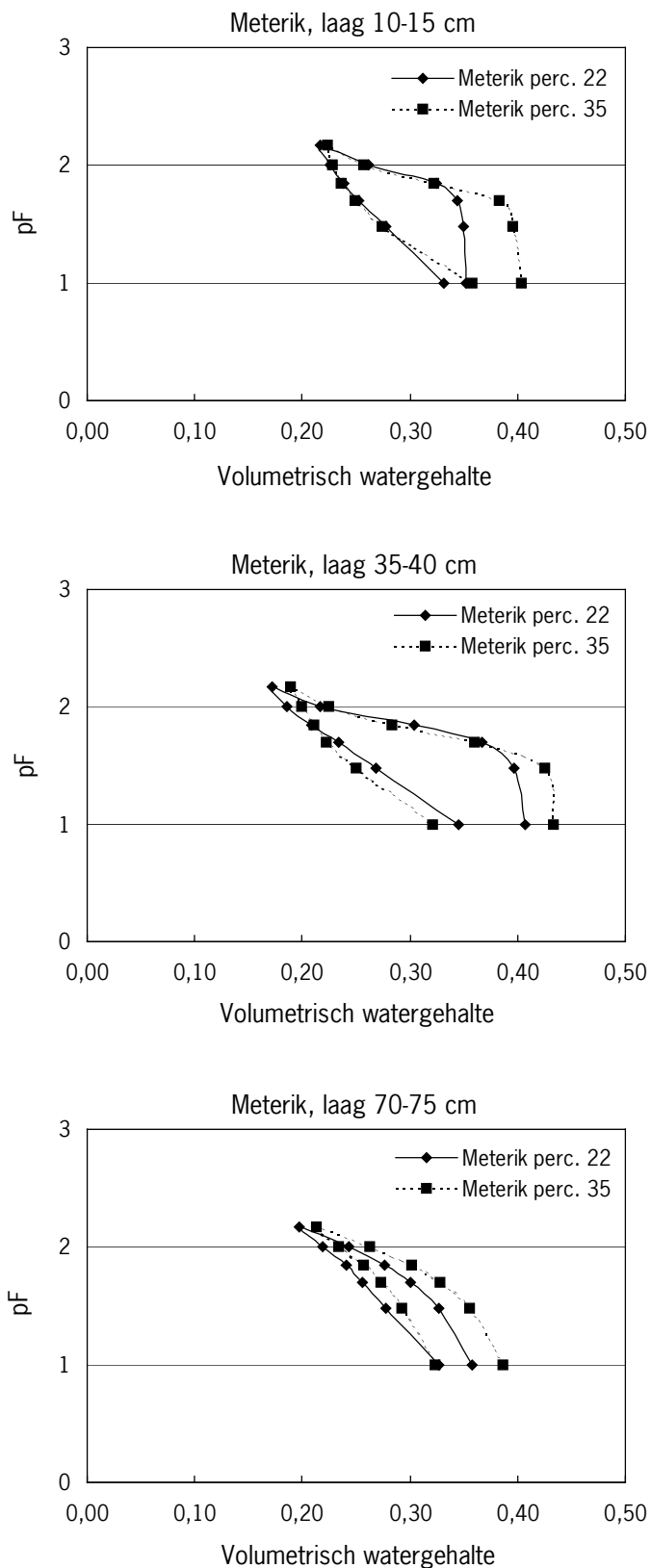
4.1.1 Waterretentiekarakteristieken

De waterretentiekarakteristieken voor de verschillende bodemlagen hebben vrijwel dezelfde vorm. De droge bulkdichtheid in de bovengrond (10-15 cm; 35-40 cm) ligt hoger dan in de ondergrond (70-75 cm), waardoor ook het verzadigd watergehalte in de bovengrond lager is. De bovengrond vertoont in sterke mate hysteresis; wat in de ondergrond minder het geval is. Er kunnen verschillen in volumetrisch watergehalte van 0,10-0,15 optreden bij gelijke drukhoogte t.g.v. hysteresis. Dit kan grote gevolgen hebben voor waterberging en modelberekeningen. Rond verzadiging vertonen de waterretentiecurves soms een niet-vloeiend verloop. Dit kan te maken hebben met het niet geheel bereiken van verzadiging tijdens de experimenten, terwijl wel met het (berekende) poriënvolume ε wordt gerekend als verzadigd watergehalte. Onder veldomstandigheden zal deze maximale θ nooit bereikt worden.

Het waterhoudend vermogen in de bovenlaag (10-15 cm) tussen pF 2,0 en pF 4,2 van deze bodem ligt rond de 15 mm per 10 cm bodemlaag en is laag.



Figuur 1. Waterretentiekarakteristieken voor drie bodemlagen (10-15 cm; 35-40; en 70-75 cm) op de twee percelen van Meterik; bepaald volgens de waterretentiekarakteristiek met onderdruk-methode en overdruk-methode en de verdampingsmethode.



Figuur 2. Waterretentiekarakteristieken in het natte gebied inclusief hysteresis voor drie bodemlagen (10-15 cm; 35-40; en 70-75 cm) op de twee percelen van Meterik; bepaald volgens de waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethode.

4.1.2 Resultaten verdampingsmethode

De resultaten van de verdampingsmethode laten zien dat de binnen de lagen 10-18 cm en 65-73 cm geringe verschillen optreden tussen de resultaten van zowel de retentie- als de doorlatendheidskarakteristiek (Tabel 5). Tussen de twee monsters van de laag 35-43 cm treden verschillen op, vooral in de doorlatendheidskarakteristiek. Echter de grote spreiding in de meetpunten van deze doorlatendheidskarakteristiek geeft aanleiding tot grote onzekerheden in het gebied $b < -100$ cm ten gevolge van ruis. De verzadigde watergehalten θ liggen lager dan berekend op basis van de droge bulkdichtheid (Fig. 1). Dit komt o.a. door het ontbreken van meetpunten rond verzadiging bij de verdampingsmethode, waardoor ook de fits van de waterretentiekarakteristiek rond verzadiging onzeker zijn. Wel ondersteunen de lagere θ , de veronderstelling dat de schatting van θ , m.b.v. het poriënvolume een overschatting van het verzadigde watergehalte zal geven.

Tabel 5. *Geoptimaliseerde parameters van de Van Genuchten en Mualem-functies zoals bepaald voor de verschillende bodemlagen van Meterik.*

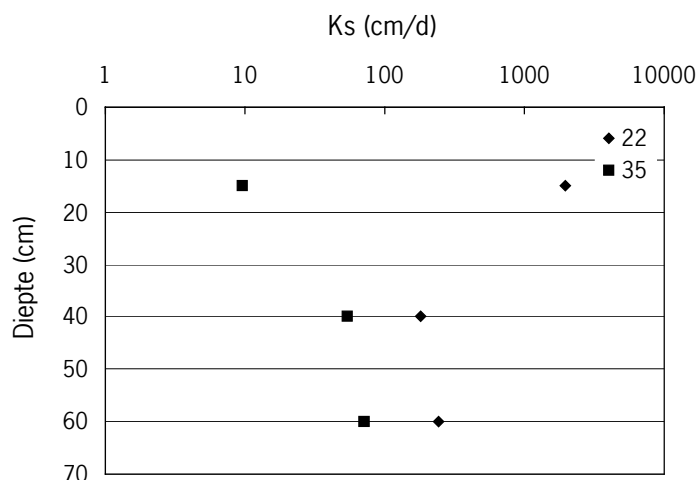
Monster	Perceel	Laag (cm)	θ_r	θ_s	α (cm ⁻¹)	n	l	K_r (cm d ⁻¹)
M-14	22	10-18	0,100	0,375	0,0148	1,829	-2,341	23
M-15	35	10-18	0,100	0,380	0,0136	1,809	-2,592	13
M-17	22	35-43	0,120	0,410	0,0145	2,930	-2,132	4
M-6	35	35-43	0,100	0,380	0,0159	2,251	-1,288	54
M-16	35	65-73	0,075	0,341	0,0106	2,161	-1,764	23
M-18	22	65-73	0,100	0,360	0,0102	2,488	-1,663	18

4.1.3 Verzadigde waterdoorlatendheid K_s

De waarde $K_s = 1976$ (cm/d) voor de bovenlaag geeft aan zich daar dat een macro-porie in het monster heeft bevonden die het resultaat van de meting heeft bepaald (Tabel 6). In het algemeen vinden we hogere waarden dan bij de verdampingsmethode. Bij de verdampingsmethode wordt K_s gevonden door een passende waarde te vinden voor de fit van de Mualem-curve voor het onverzadigde deel van de doorlatendheidscurve. In het gebied dicht bij verzadiging zijn er weinig meetpunten. Het is bekend dat bij verzadiging andere poriën aan het watertransport kunnen gaan bijdragen en dat er een sterke toename in doorlatendheid zal zijn bij verzadiging t.o.v. de doorlatendheid nabij verzadiging.

Tabel 6. *Verzadigde waterdoorlatendheid K_s voor drie bodemlagen op de twee percelen van Meterik; bepaald volgens de Vos (1997), inclusief het ingestelde stijghoogte(H-)gradient.*

Monster	Perceel	Laag (cm)	K_s (cm d ⁻¹)	H-gradiënt
1	22	10-20	1976	1,0
2	35	10-20	10	19,1
3	22	35-45	180	8,6
4	35	35-45	54	10,8
5	35	65-75	242	8,9
6	22	65-75	71	10,0



Figuur 3. K_s als functie van de diepte op de twee percelen van Meterik.

4.1.4 Conclusies Meterik

De bovengronden van de van de percelen in Meterik hebben een laag watervasthoudendvermogen. De doorlatendheid neemt snel af bij lagere drukhoogte; de grond moet dus als droogtegevoelig beschouwd worden. Hysterese in de waterretentiekarakteristiek is aanzienlijk en hiermee zal in simulaties rekening gehouden moeten worden. De vraag is of deze bodem ook waterafstotend is en er of preferente stroming op kan treden. De spreiding in waterretentiekarakteristiek en doorlatendheidskarakteristiek is relatief klein en het lijkt er op dat van een vrij homogene bodemsamenstelling uitgegaan kan worden. De verzadigde doorlatendheid heeft een grote spreiding, maar dit is gebruikelijk.

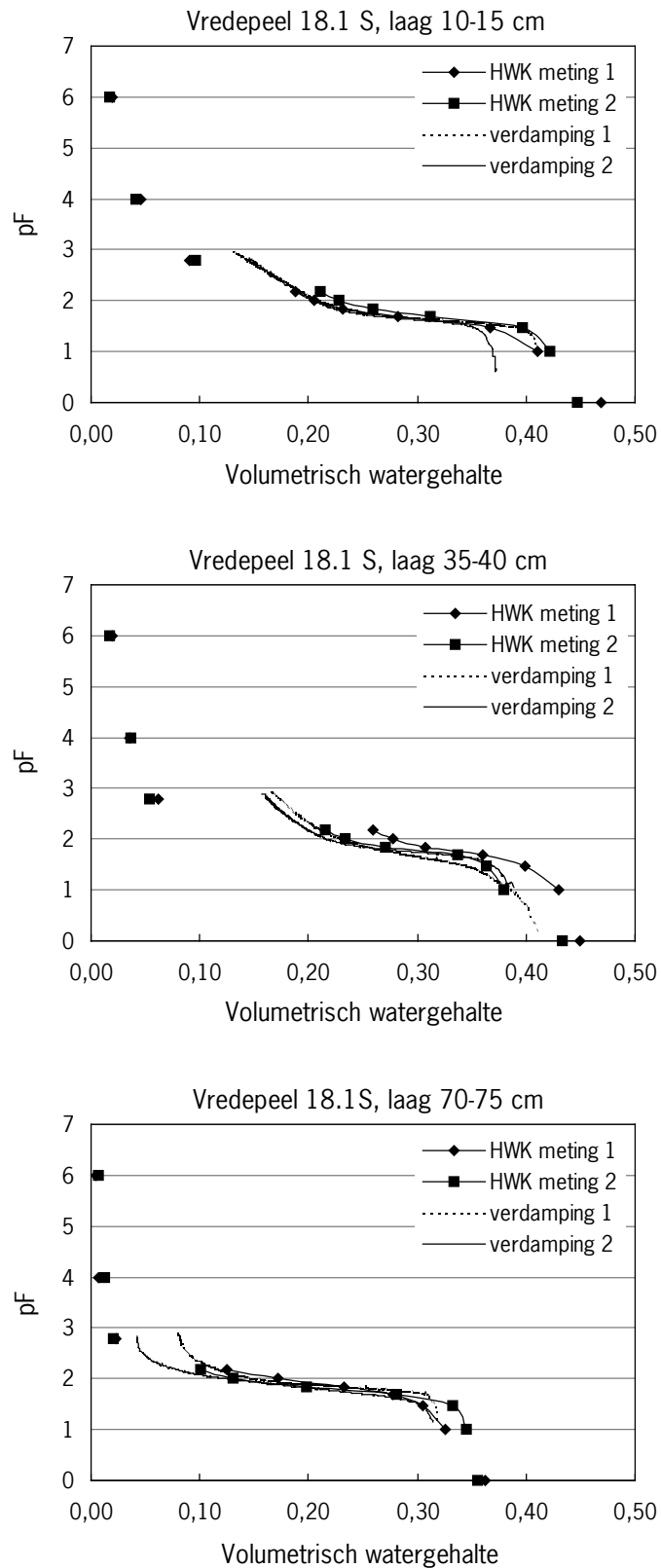
4.2 Vredepeel

4.2.1 Waterretentiekarakteristieken

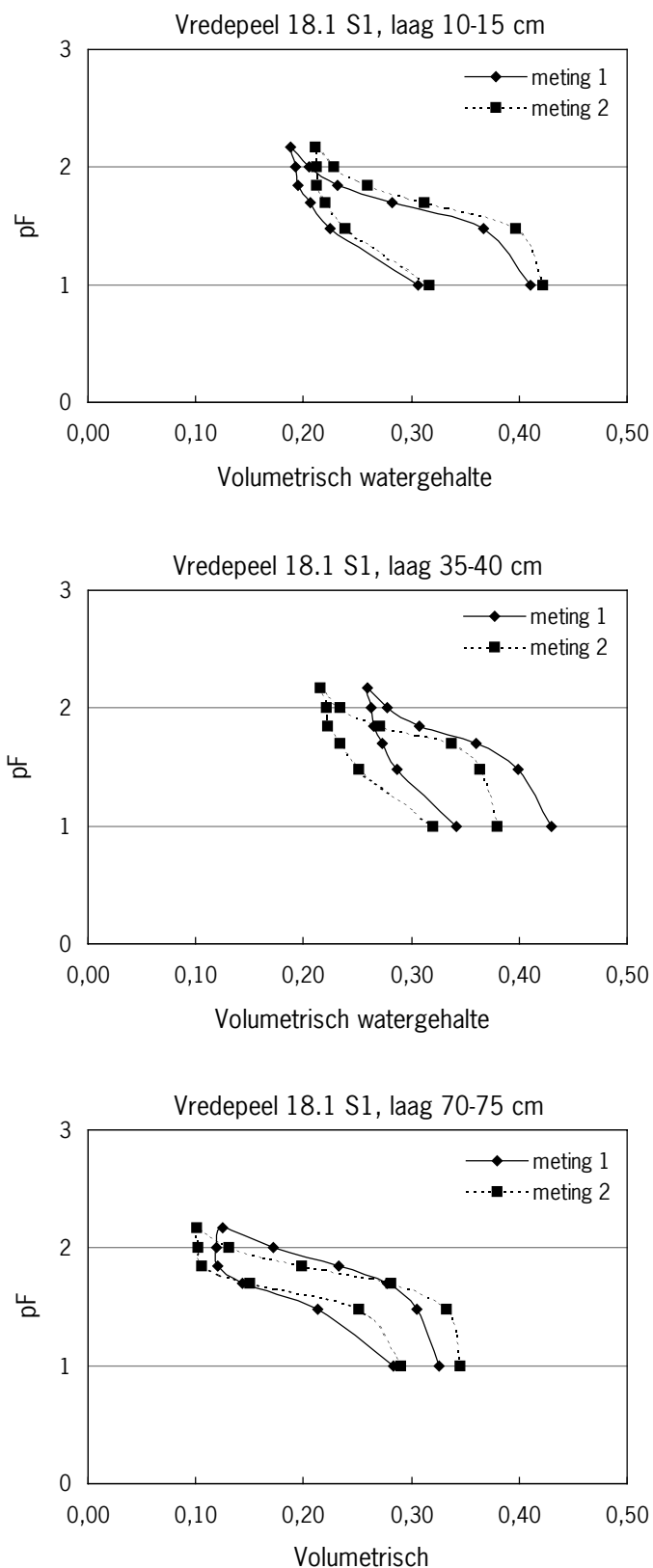
De waterretentiekarakteristieken voor de verschillende bodemlagen hebben vertonen aanzienlijke verschillende vorm. De droge bulkdichtheid in de bovengrond (10-15 cm; 35-40 cm) ligt hoger dan in de ondergrond (70-75 cm), waardoor ook het verzadigd watergehalte in de bovengrond hoger is. De droge bulkdichtheid neemt toe met de diepte en dit blijkt ook uit de steeds lagere θ_s met toenemende diepte. In de laag 70-75 zijn hoge droge bulkdichtheden van 1740 kg/m³ gemeten.

De bovengrond vertoont in sterke mate hysteresis; wat in de ondergrond minder het geval is. Er kunnen verschillen in volumetrisch watergehalte van 0,10-0,15 optreden bij gelijke drukhoogte t.g.v. hysteresis. Dit kan grote gevolgen hebben voor waterberging en modelberekeningen. Rond verzadiging vertonen de waterretentiecurves soms een niet-vloeiend verloop. Dit kan te maken hebben met het niet geheel bereiken van verzadiging tijdens de experimenten, terwijl wel met het (berekende) poriënvolume ε wordt gerekend als verzadigd watergehalte. Onder veldomstandigheden zal deze maximale θ_s nooit bereikt worden.

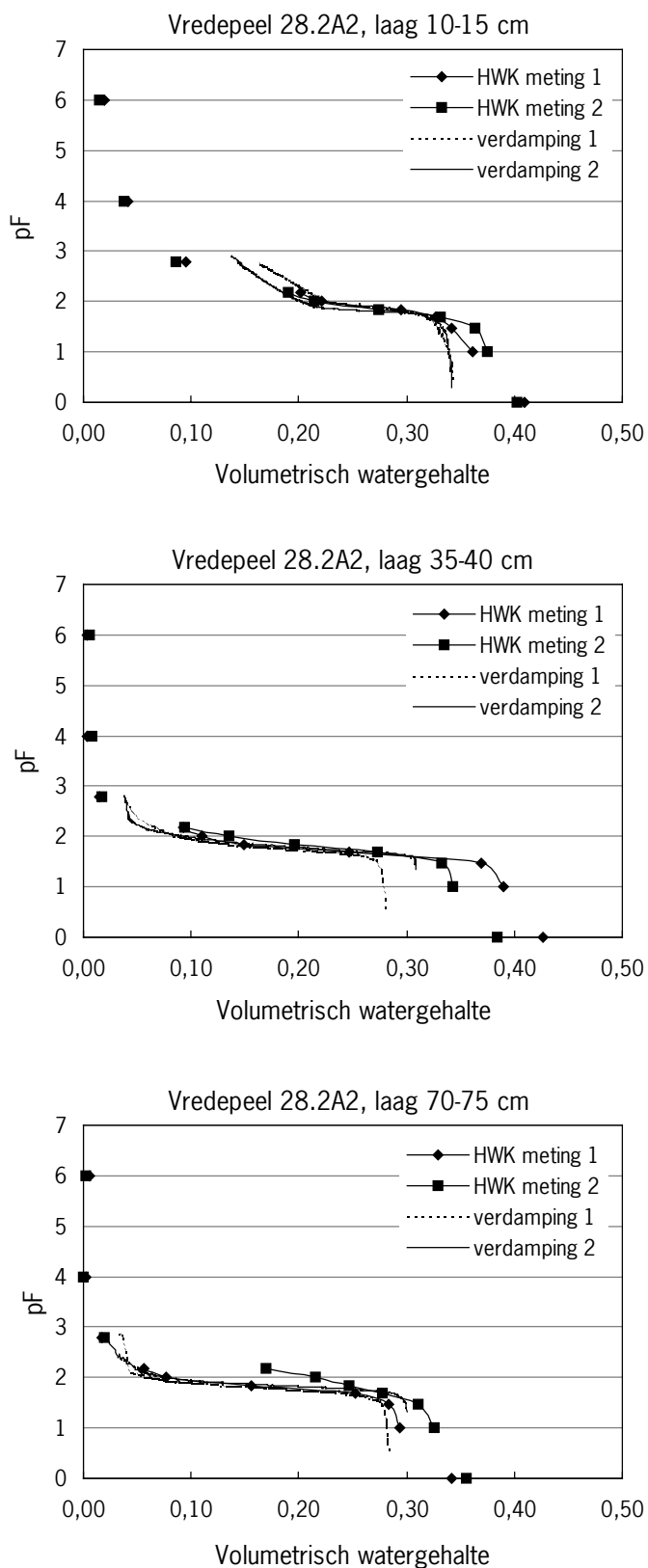
Het waterhoudend vermogen in de bovenlaag (10-15 cm) tussen pF 2,0 en pF 4,2 van deze bodem ligt rond de 20 mm per 10 cm bodemlaag en is relatief laag voor zowel perceel 18.1S als 28.2A2. De bovengrond (10-15 cm) van perceel 18.1S heeft een hogere θ_s dan perceel 28.2A2, wat consistent met de hogere droge bulkdichtheid in de bovengrond van perceel 28.2A2.



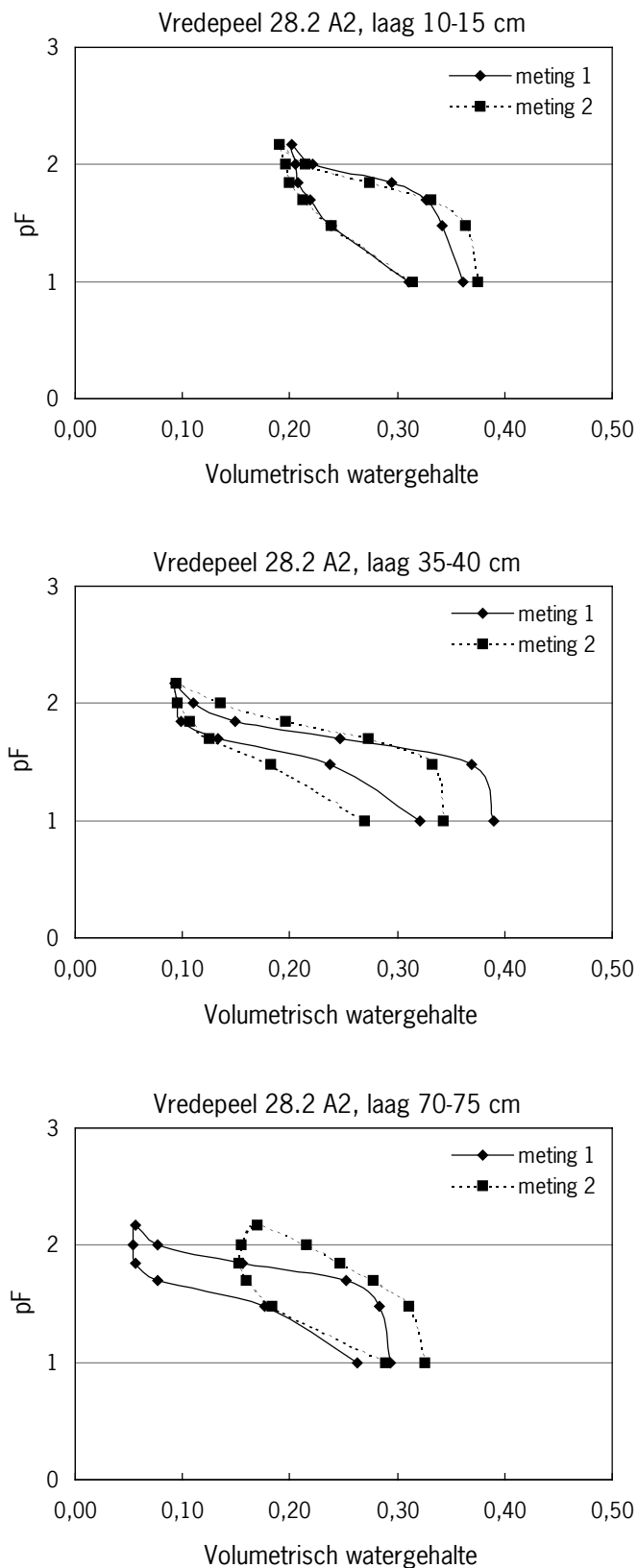
Figuur 4. Waterretentiekarakteristieken voor drie bodemlagen (10-15 cm; 35-40; en 70-75 cm) op perceel 18.1S van Vredepeel; bepaald volgens de waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethode, overdrukmethode en verdampingsmethode.



Figuur 5. Waterretentiekarakteristieken in het natte gebied inclusief hysteresis voor drie bodemlagen (10-15 cm; 35-40; en 70-75 cm) voor perceel 18.1S1 van Vredepeel; bepaald volgens de waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethode.



Figuur 6. Waterretentiekarakteristieken voor drie bodemlagen (10-15 cm; 35-40; en 70-75 cm) op perceel 28.2A2 van Vredepeel; bepaald volgens de waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethode, overdrukmethode en verdampingsmethode.



Figuur 7. Waterretentiekarakteristieken in het natte gebied inclusief hysteresis voor drie bodemlagen (10-15 cm; 35-40; en 70-75 cm) voor perceel 28.2.A2 van Vredepeel; bepaald volgens de waterretentiekarakteristiek met onderdrukmethode.

4.2.2 Resultaten verdampingsmethode

De resultaten van de verdampingsmethode (Tabel 6) laten zien dat de binnen de lagen 35-43 cm en 65-73 cm geringe verschillen optreden tussen de resultaten van zowel de retentie- als de doorlatendheidskarakteristiek. In de bovenlagen (10-18 cm) wordt een grotere variatie in de resultaten gevonden. Echter de grote spreiding in de meetpunten van deze doorlatendheidskarakteristiek geeft aanleiding tot grote onzekerheden in het gebied $h < -100$ cm ten gevolge van ruis. De verzadigde watergehalten θ_s liggen lager dan berekend op basis van de droge bulkdichtheid (Fig. 4). Dit komt o.a. door het ontbreken van meetpunten rond verzadiging bij de verdampingsmethode, waardoor ook de fits van de waterretentiekarakteristiek rond verzadiging onzeker zijn. Wel ondersteunen de lagere de gedachte dat de schatting m.b.v. het poriënvolume een overschatting van het verzadigde watergehalte zal geven.

Tabel 6. *Geoptimaliseerde parameters van de Van Genuchten en Mualem-functies zoals bepaald voor de verschillende bodemlagen van Vredepeel.*

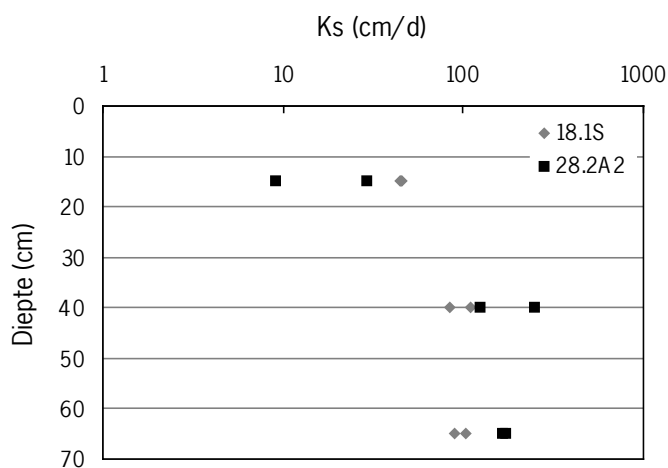
Monster	Perceel	Laag (cm)	θ_r	θ_s	α (cm ⁻¹)	n	l	K_s (cm d ⁻¹)
VP8-1	18.1S	10-18	0,140	0,370	0,0233	2,434	-2,094	12
VP11	18.1S	10-18	0,100	0,410	0,0281	1,775	-2,123	62
VP12	18.1S	35-43	0,150	0,410	0,0228	2,366	-2,349	7
VP2	18.1S	35-43	0,150	0,392	0,0265	2,045	-1,668	20
VP6	18.1S	65-73	0,004	0,315	0,0158	3,309	-1,877	2
VP5	18.1S	65-73	0,080	0,315	0,0132	4,357	-1,879	3
VP4	28.2A2	10-18	0,130	0,340	0,0159	2,499	-1,989	13
VP1	28.2A2	10-18	0,110	0,340	0,0154	1,750	-2,814	22
VP9	28.2A2	35-43	0,032	0,310	0,0159	4,198	-1,534	4
VP3	28.2A2	35-43	0,040	0,275	0,0166	4,395	-1,540	3
VP10	28.2A2	65-73	0,020	0,300	0,0141	5,653	-1,377	8
VP7	28.2A2	65-73	0,032	0,280	0,0160	5,721	-1,649	2

4.2.3 Verzadigde waterdoorlatendheid K_s

Bij de verdampingsmethode wordt K_s gevonden door een passende waarde te vinden voor de fit van de Mualem-curve voor het onverzadigde deel van de doorlatendheidscurve (Tabel 4). In het gebied dicht bij verzadiging zijn er weinig meetpunten. Het is bekend dat bij verzadiging andere poriën aan het watertransport kunnen gaan bijdragen en dat er een sterke toename in doorlatendheid zal zijn bij verzadiging t.o.v. de doorlatendheid nabij verzadiging.

Tabel 7. Verzadigde waterdoorlatendheid K_s voor drie bodemlagen op de twee percelen van Vredepeel; bepaald volgens de Vos (1997), inclusief het ingestelde stijghoogte(H-)gradiënt.

Monster	Perceel	Laag (cm)	K_s (cm d ⁻¹)	H-gradiënt
1	18.1S	10-20	46	1,1
2	18.1S	10-20	45	1,5
3	18.1S	35-45	110	1,1
4	18.1S	35-45	85	0,9
5	18.1S	60-70	90	1,1
6	18.1S	60-70	104	1,0
7	28.2A2	10-20	9	2,2
8	28.2A2	10-20	29	1,7
9	28.2A2	35-45	250	0,7
10	28.2A2	35-45	124	1,0
11	28.2A2	60-70	166	0,7
12	28.2A2	60-70	173	0,9



Figuur 8. K_s als functie van de diepte op de twee percelen van Vredepeel.

4.2.4 Conclusies Vredepeel

De bovengronden van de percelen in Vredepeel hebben een laag watervasthoudendvermogen de doorlatendheid neemt snel af bij lagere drukhoogte; dus is deze grond droogtegevoelig. De droge bulkdichtheid neemt toe met de diepte en dit is consistent met de lagere watergehaltes die in de corresponderende waterretentiekarakteristieken worden gevonden. Hysterese in de waterretentiekarakteristiek is aanzienlijk en hiermee zal in simulaties rekening gehouden moeten worden. De vraag is of deze bodem ook waterafstotend is en er of preferente stroming op kan treden? De spreiding in waterretentiekarakteristiek en doorlatendheidskarakteristiek is relatief klein en het lijkt er op dat van een vrij homogene bodemsamenstelling uitgegaan kan worden. De verzadigde doorlatendheid heeft een grote spreiding, maar dit is gebruikelijk.

5. Conclusies en suggesties

De bodemfysische bepalingen zijn uitgevoerd aan een beperkt aantal monsters, soms maar twee per bodemlaag. Dit maakt het onmogelijk goed onderbouwde uitspraken te doen over verschillen tussen percelen en tussen bodemlagen. Opvallend is de grote mate van hysteresis die in alle bodemlagen optreedt. In de bovenlaag (10-15 cm) kunnen verschillen van 15 volumepercent water optreden bij gelijke drukhoogte. Alle bovengronden hebben een relatief laag watervasthoudend vermogen tussen pF 2,0 en pF 4,2. Dit betekent dat voor zowel waterstroming als voor nutriëntentransport bij droogte snel limiterende omstandigheden voor gewasgroei kunnen optreden. Het hysteresisgedrag van deze bovengronden versterkt dit effect. Waterbeheer door beregening en het controleren van de grondwaterstand kan op deze gronden een zeer gunstig effect hebben.

Het is wenselijk om extra doorlatendheidsmetingen te verrichten in het drukhoogte traject $-100 < h < 0$ cm m.b.v. de drip-infiltrometer, aangezien in dit belangrijke traject geen gegevens zijn verkregen m.b.v. de verdampingsmethode. Hysteresis is alleen bepaald in het drukhoogtetraject $(-150 < h < 0$ cm). Zodra het mogelijk is om metingen te verrichten in het traject $(-800 < h < 0$ cm) is het aan te bevelen om deze metingen aan enkele monsters uit de bovengrond uit te voeren, aangezien het effect van hysteresis nog wat sterker zo kunnen zijn als in dit ruimere bereik gemeten wordt. Eventueel kunnen aanvullende enkele eenvoudige waterafstotendheidsproefjes worden uitgevoerd, aangezien het waarschijnlijk is dat waterafstotendheid onder droge omstandigheden kan optreden. Bij verder onderzoek naar ruimtelijke variabiliteit in bodemfysische eigenschappen is het advies om dergelijk onderzoek vooral te richten op de bovengrond, met name de waterretentiekenmerken. Hier zullen verschillen (variatie) in waterbeschikbaarheid het sterkst effect hebben op de gewasontwikkeling. Verschillen in doorlatendheid zijn moeilijk te meten en moeilijker te interpreteren.

De verwachting is dat simulatieberekeningen laten zien dat de resultaten (gewasgroei en nutriëntopname) erg gevoelig zijn voor hysteresis, zeker voor gewassen die niet diep wortelen.

6. Literatuur

NEN-5786, 1991.

Bodem. Onverzadigde zone. Bepaling van de waterretentiekarakteristiek. Onderdrukmethode tot $h = -200$ cm. Bepaling met een poreuze plaat in combinatie met een buret. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft, The Netherlands.

NEN-5789, 1991.

Bodem. Bepaling van de verzadigde waterdoorlatendheid. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

NEN-5781, 1992.

Bodem. Onverzadigde zone. Gravimetrische bepaling van het watergehalte en de droge volumieke massa van grond. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

NEN-5788, 1994.

Bodem. Onverzadigde zone. Bepaling van de waterretentiekarakteristiek van $h = -500$ cm tot $h = -20000$ cm. Overdrukmethode. Gravimetrische laboratoriumbepaling met een pers. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

NEN- 5791, 1995.

Bodem. Onverzadigde zone; Bepaling van de onverzadigde waterdoorlatendheidskarakteristiek en de waterretentiekarakteristiek met de verdampingsmethode volgens Wind. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

Stolte, J., 1997.

Manual for soil physical measurements, Version 3. Technical document 356. DLO Winand Staring Centre, Wageningen.

Vos, J.A. de, 1997.

Water flow and nutrient transport in a layered silt loam soil. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, 287 pp.



Onderzoek en rapportage voor Telen met toekomst zijn uitgevoerd door ALTEERRA

