

Rapport nr. 1930

HET EFFECT VAN EEN GROFZANDIGE ONDERGROND OP HET
VOCHTHOUDEND VERMOGEN VAN DE BOVENGROND

A.J. Krabbenborg
A.W. Waenink

Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1986



28 FEB. 1986

1986 227031 *

Inhoud	Blz.
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	11
2.1 Materiaal	11
2.2 Methoden	13
2.2.1 Het organisch-stofgehalte en de granulaire samenstelling	13
2.2.2 De vochtkarakteristieken	13
2.2.3 Het capillair geleidingsvermogen K/h	13
2.2.4 De bewortelingsdiepte	14
2.2.5 De vochtspanningen in de onderscheiden horizonten	14
3 Resultaten	15
3.1 Bespreking van de resultaten	15
3.1.1 De analyses van het organisch-stofgehalte en de granulaire samenstelling	15
3.1.2 De vochtkarakteristieken	15
3.1.3 Het capillair geleidingsvermogen	19
3.1.4 De bewortelingsdiepte	27
3.1.5 De gemeten vochtspanningen	27
3.2 Interpretatie	31
3.2.1 Het vochtleverend vermogen	31
3.2.2 De vochtleverantie van de onderzochte pro- fielen	32
3.3 Discussie	36
4 Samenvatting en conclusie	39
Literatuur	41

Afbeeldingen	Blz.
Figuur 1 Schematische weergave van de vier onderzochte profielen.	12
Figuur 2 Vochtkarakteristieken van de horizonten van profiel 1.	17
Figuur 3 Schematische weergave van de procentuele poriënverdeling van profiel 1 en profiel 4.	20
Figuur 4 Het beloop van de K-waarden van profiel 1.	23
Figuur 5 Het beloop van K-waarden van profiel 4.	24
Figuur 6 Het beloop van de drukhoogte (h) bij een neerwaartse stroming met een snelheid (q_i) van 0,2 cm per dag van profiel 1.	25
Figuur 7 Het beloop van de drukhoogte (h) bij een neerwaartse stroming met een snelheid (q_i) van 0,2 cm per dag van profiel 4.	26
Figuur 8 Wortelbeeld profiel 2.	28
Figuur 9 Wortelbeeld profiel 4.	29
Figuur 10 Het beloop van de voorjaarsevenwichtsvochtspanning bij profiel 1 en profiel 4.	33

Tabellen	Blz.
Tabel 1 De vocht karakteristieken van de onderscheiden horizonten van de onderzochte profielen.	16
Tabel 2 Procentuele poriënverdeling in de horizonten van de vier profielen.	18
Tabel 3 K-waarden in cm per etmaal van de boven- en ondergronden van de vier profielen en van de grofzandige ondergrond.	21
Tabel 4 Drukhoogte (h) bij een neerwaartse stroming met een snelheid (q_1) van 0,2 cm per dag van de boven- en ondergronden van de vier profielen en van de grofzandige ondergrond.	22
Tabel 5 Overzicht van de gemeten vochtspanningen (geïndiceerde waarden) in de onderscheiden horizonten van de onderzochte profielen.	30
Tabel 6 Gradaties in vochtleverend vermogen.	32
Tabel 7 De beschikbare hoeveelheid vocht in de onderzochte profielen in de werkelijke situatie (A) en in een situatie wanneer het grove zand in de ondergrond zou ontbreken (B), alsmede het verschil tussen beide (A-B).	35

1 Inleiding.

De oostelijke helling van de stuwwal bij Nijmegen is rond Groesbeek bedekt met een pakket löss of lössachtig materiaal. Dit pakket, gemiddeld 80 à 100 cm dik, ligt op het leemarme grindhoudende grove zand van de stuwwal. Deze gronden zijn hoog gelegen ten opzichte van het grondwater. Hierdoor en vanwege het relatief dunne lösspakket zou droogtegevoeligheid kenmerkend moeten zijn voor dit gebied. Toch worden op deze gronden met succes de meer vochteisende cultuurgewassen geteeld. Ook loofboomsorten groeien in deze regio vaak aanmerkelijk beter dan op grond van de profielopbouw zou mogen worden verwacht. De betere groei van bomen evenals de succesvolle teelten van de meer vochteisende cultuurgewassen zou moeten worden toegeschreven aan een extra hoeveelheid beschikbaar vocht in het bewortelbare deel van het profiel.

In het verleden hebben verschillende onderzoekers zich bezig gehouden met het vochtleverend vermogen van gronden en de invloed van het bodemprofiel op de vochtleverantie van de grond aan een gewas.

In de meeste studies wordt daarbij uitgegaan van gronden met een uniforme of nagenoeg uniforme profielopbouw.

Van der Sluijs (1975) geeft weer hoe de vochtspanning is vast te stellen bij een profiel met granulair sterk van elkaar verschillende horizonten.

Over het effect van een grofzandige ondergrond op de vochtleverantie van de grond aan een gewas is weinig bekend. Het doel van dit onderzoek is vast te stellen of bij deze specifieke profielopbouw sprake is van een extra hoeveelheid beschikbaar vocht en om de grootte ervan te kwantificeren.

2 Materiaal en methoden.

2.1 Materiaal.

Het onderzoek heeft zich toegespitst op vier representatieve bodemprofielen rond Groesbeek.

Profiel 1 is een kuilbrikgrond in zandige lössleem, op 95 cm diepte overgaand in leemarm, matig grof zand.

Profiel 2 is een holtpodzolgrond in zeer sterk lemig, matig fijn zand, op 105 cm diepte overgaand in leemarm, matig grof zand.

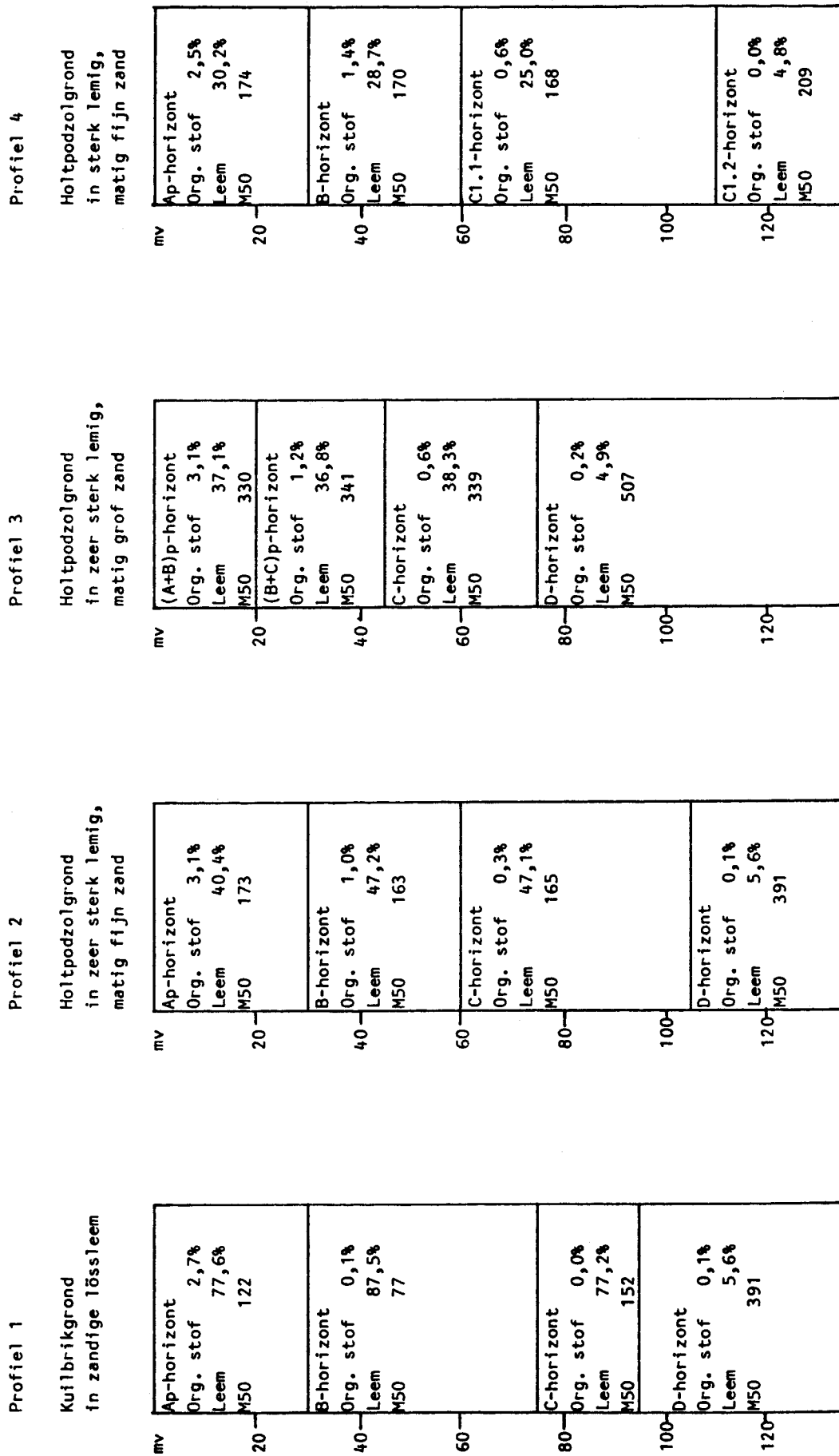
Profiel 3 is een holtpodzolgrond in zeer sterk lemig, matig grof zand, op 75 cm diepte overgaand in leemarm, grof zand. De gronden van dit type zijn voor zover deze onder bos liggen meestal over een diepte van 40 à 50 cm verwerkt.

Profiel 4 is een holtpodzolgrond in sterk lemig, matig fijn zand. Dit profiel heeft geen grofzandige ondergrond en fungeert in het onderzoek als controle-object (O-object).

In figuur 1 zijn de vier profielen schematisch weergegeven. Het bodemgebruik bij profiel 3 is bos; de overige drie profielen zijn in gebruik als bouwland.

Aan de vier profielen is gemeten:

- het organisch-stofgehalte;
- de granulaire samenstelling;
- de vocht karakteristieken;
- het capillair geleidingsvermogen;
- de bewortelingsdiepte;
- de vochtspanning.



Figuur 1 Schematische weergave van de vier onderzochte profielen.

2.2 Methoden.

2.2.1 Het organisch-stofgehalte en de granulaire samenstelling.

Van de verschillende horizonten van genoemde profielen is het organisch-stofgehalte bepaald met behulp van de gloeiverliesmethode. De granulaire samenstelling door middel van een Uitgebreid Granulair Onderzoek (U.G.O.), uitgevoerd door het Bedrijflaboratorium voor Grond- en gewasonderzoek te Oosterbeek.

2.2.2 De vocht karakteristieken.

Van de vier profielen is voor elke horizont de vocht karakteristiek bepaald in drievoud volgens de "onderdruk-" en "overdruk-methode". (Stakman et al., 1969)

2.2.3 Het capillair geleidingsvermogen K/h.

Van elk profiel zijn op twee verschillende diepten (bovengrond en ondergrond) in duplo grondkolommen uitgesneden. Voor de grofzandige ondergrond behorende bij de profielen 1 t/m 3 is één kolom bemonsterd. De K/h-bepalingen zijn uitgevoerd volgens de korstenmethode voor het natte traject en middels de hete lucht-methode voor het overige deel van de curve. (Bouma, 1977)

2.2.4 De bewortelingsdiepte.

Het tekenen van de wortelbeelden en het vaststellen van de bewortelingsdiepte vonden plaats volgens de plastic folie- of tekenmethode (Reijmerink, A. en G.A. van Soesbergen, 1977).

2.2.5 De vochtspanningen in de onderscheiden horizonten.

De vochtspanning in de onderscheiden horizonten is bepaald aan het begin en aan het eind van het groeiseizoen. Deze bepalingen zijn weergegeven in gewichtsprocenten (A-cijfer), vervolgens omgerekend naar volumeprocenten, waarna de vochtspanning van de vocht karakteristiek kon worden afgeleid.

3. Resultaten.

3.1 Bespreking van de resultaten

3.1.1 Organisch-stofgehalte en de granulaire samenstelling.

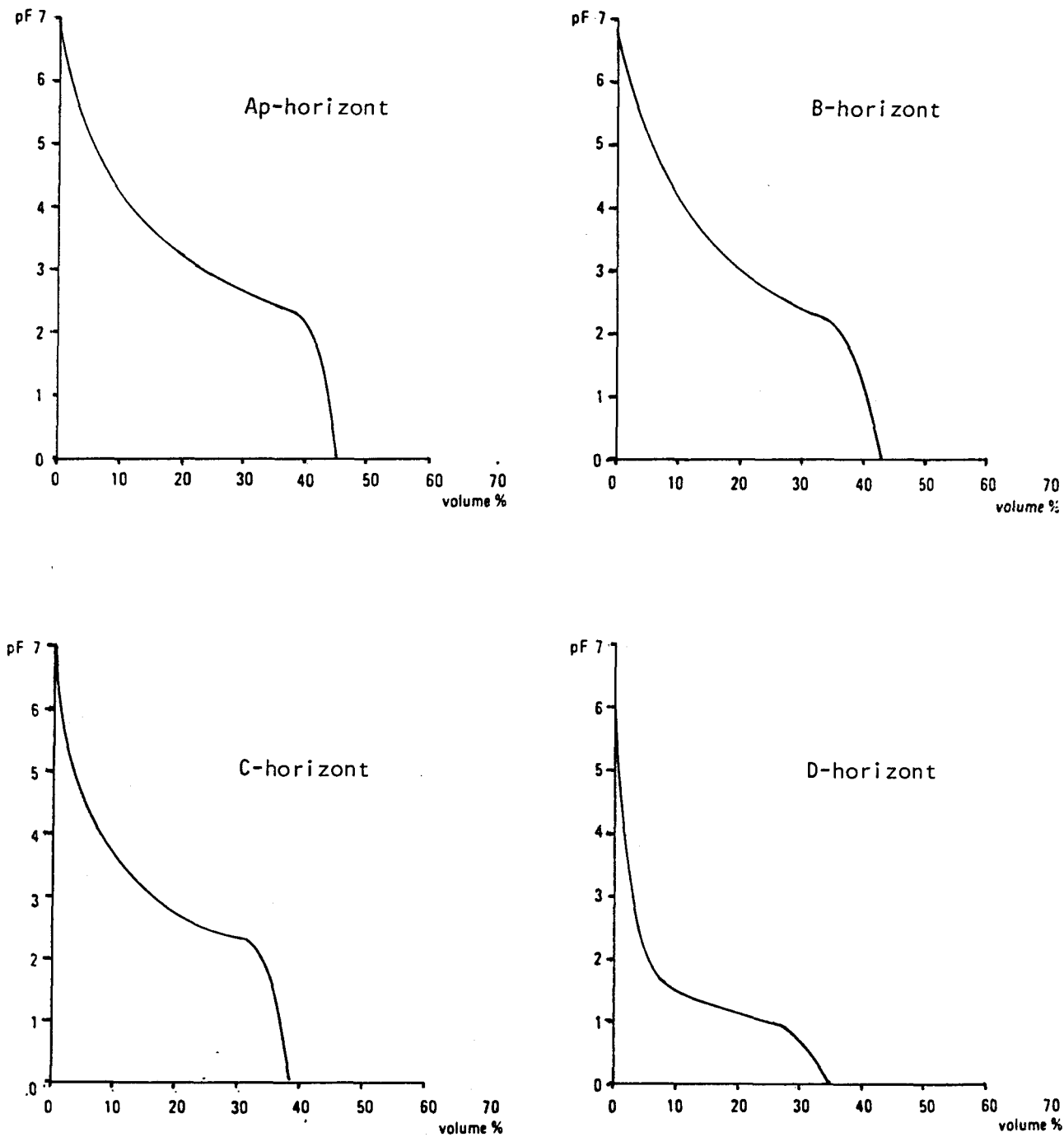
Deze gegevens, nodig voor de beschrijving van de bodemkundige eenheden, zijn verwerkt in de schematische weergave van de onderzochte profielen (figuur 1).

3.1.2 De vocht karakteristieken.

De volumefracties vocht bij de verschillende onderdrukken van de vocht karakteristieken zijn gegeven in tabel 1. Ter illustratie zijn de vocht karakteristieken van profiel 1 grafisch weergegeven in figuur 2. Uit de vocht karakteristieken kan het poriënvolume worden afgelezen bij het snijpunt van de curve met de x-as. De poriënverdeling wordt berekend met behulp van de formule $h = \frac{0,3}{d}$. Daarin is h de grootte van de drukhoogte uitgedrukt in cm's water, 0,3 is een maat voor de oppervlaktespanning van water in de poriën (Koorevaar en Dirksen, 1982). Met d wordt de diameter van de poriën weergegeven. In tabel 2 is een deel van de procentuele verdeling van de poriën weergegeven. Het betreft het traject tussen drukhoogte ≤ -31 cm (pF 1,5) en ≥ -200 cm (pF 2,3). Uit deze tabel blijkt dat voor de A-, B- en C-horizonten van de profielen 1 en 2 een zeer groot percentage poriën met een diameter < 30 μm wordt afgeleid. Voor het grove zand - de D-horizont - van de profielen 1 t/m 3 wordt een zeer hoog percentage poriën met een diameter > 90 μm afgeleid. Bij profiel 3 (bodemgebruik bos) is het percentage poriën met een diameter > 90 μm in de A- en B-horizonten groter dan in vergelijkbare horizonten van de in bouwland liggende profielen 1 en 2 (minder bereiden).

Tabel 1 De vocht karakteristieken van de onderscheiden horizonzen van de onderzochte profielen

profiel nr.	horizont	diepte in cm - mv.	poriën- volume	Volume fracties water							dichtheid v.d. grond gr/cm ³
				pF 1,0	pF 1,5	pF 2,0	pF 2,3	pF 2,7	pF 3,4	pF 4,2	
1	Ap	0- 30	44	0,43	0,42	0,40	0,38	0,29	0,17	0,09	1,46
	B	30- 75	42	0,40	0,38	0,36	0,34	0,23	0,15	0,10	1,56
	C	75- 95	38	0,37	0,35	0,33	0,31	0,19	0,12	0,06	1,67
	D	>95	35	0,26	0,08	0,06	0,04	0,03	0,01	0,05	1,72
2	Ap	0- 30	42	0,41	0,40	0,34	0,29	0,23	0,14	0,08	1,50
	B	30- 65	47	0,46	0,38	0,27	0,22	0,15	0,12	0,08	1,41
	C	65-105	38	0,36	0,33	0,28	0,25	0,17	0,11	0,07	1,66
3	(A+B)p	0- 20	53	0,49	0,48	0,37	0,26	0,18	0,11	0,07	1,22
	(B+C)p	20- 45	49	0,42	0,40	0,26	0,19	0,13	0,09	0,06	1,35
	C	45- 75	40	0,33	0,32	0,23	0,18	0,11	0,08	0,05	1,59
	D	>75	40	0,27	0,10	0,07	0,06	0,05	0,03	0,01	1,60
4	Ap	0- 30	44	0,42	0,40	0,30	0,24	0,17	0,10	0,05	1,45
	B	30- 60	46	0,46	0,42	0,23	0,16	0,11	0,09	0,06	1,43
	C11	60-110	44	0,40	0,33	0,17	0,12	0,08	0,07	0,04	1,49
	C12	>110	40	0,33	0,28	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	1,61



Figuur 2 Vochtkarakteristieken van de horizonten van profiel 1.

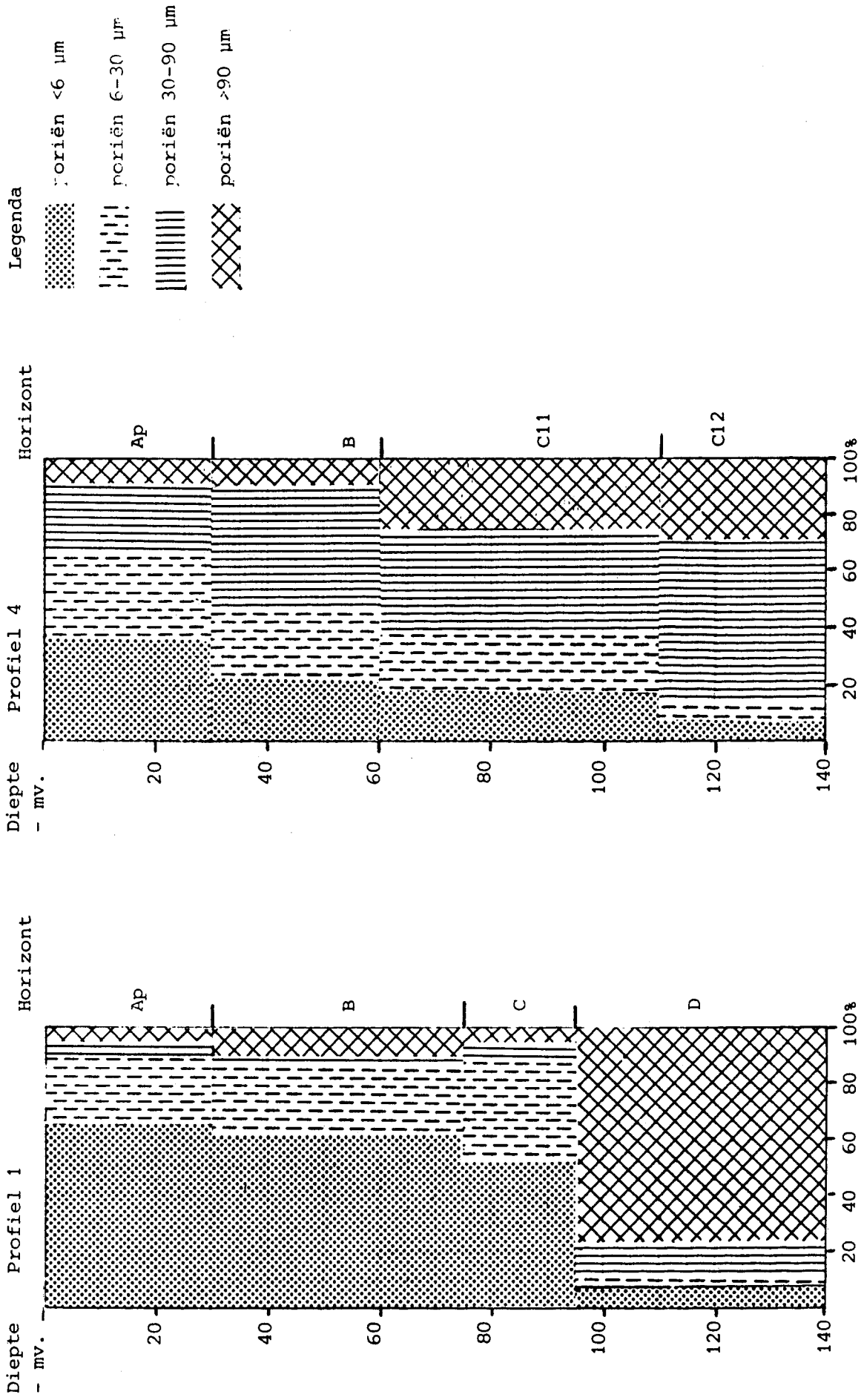
Tabel 2 Procentuele poriënverdeling in de horizonten van de vier profielen.

Profiel nr.	Horizont	Diepte in cm - mv.	<6 μm pF >2,3	6-30 μm pF 2,3 - 2,0	30-90 μm pF 2,0 - 1,5	>90 μm pF <1,5
1	Ap	0- 30	65	25	5	5
	B	30- 75	62	24	4	10
	C	75- 95	52	38	5	5
	D	>95	8	3	12	77
2	Ap	0- 30	55	26	14	5
	B	30- 65	32	26	24	18
	C	65-115	46	30	14	10
	D	>115	8	3	12	77
3	(A+B)p	0- 20	34	34	24	8
	(B+C)p	20- 45	26	26	30	18
	C	45- 75	26	32	22	20
	D	>75	8	3	12	77
4	Ap	0- 30	38	28	25	9
	B	30- 60	23	24	43	10
	C11	60-110	18	20	37	25
	C12	>110	7	8	56	29

In profiel 4 heeft de afname van de fijnere poriën in de B- en C-horizonten naar poriën met een grotere diameter een zeer geleidelijke verloop. In figuur 3 is de afgeleide poriënverdeling van de profielen 1 en 4 schematisch weergegeven.

3.1.3 Het capillair geleidingsvermogen.

Het capillair geleidingsvermogen (K/h) geeft het verband tussen de doorlatendheid (K) en de drukhoogte (h). De waarden voor K bij een aantal drukhoogten zijn voor de boven- en ondergronden van de vier profielen, alsmede voor de grofzandige ondergrond, gegeven in tabel 3. Bij K -verz. ($h = -1$) worden vrij grote verschillen in doorlatendheid aangetroffen. Voor een deel kan dit worden verklaard door textuurverschillen (vergelijk profiel 1 met profiel 4). Wormgangen en ook fossiele wortelgangen zijn mede oorzaak van grote verschillen in de verzadigde doorlatendheid. In figuur 4 zijn de K/h -relaties voor profiel 1 en in figuur 5 die van profiel 4 gegeven. In het algemeen neemt de onverzadigde doorlatendheid snel af bij toename van de drukhoogte. Zowel uit de gegevens van tabel 3 als uit figuur 4 blijkt dat in gronden met een zeer uniforme poriënverdeling - zoals bij de profielen 1 en 2 - K een relatief grote waarde blijft behouden, ook bij een duidelijke toename van de drukhoogte (bij $h = -50$ cm is bij de profielen 1 en 2 zowel voor de bovengrond als voor de ondiepe ondergrond $K = \pm 2$ cm/etmaal). Bij het leemarme, grove zand neemt de waarde voor K zeer sterk af bij een geringe toename van de drukhoogte (bij $h = -50$ cm is K 0.2 cm/etmaal) (figuur 4). Uit de K/h -relatie kan de drukhoogte bij een verticale neerwaartse stroming met een bepaalde snelheid per etmaal worden berekend. Met behulp van deze gegevens kan de vochtspanning in de evenwichtssituatie (voorjaar) in een profiel worden vastgesteld. In tabel 4 zijn de drukhoogten van de boven- en de ondiepe ondergronden van de 4 profielen en van het grove zand gegeven bij een verticale neerwaartse stroming met een willekeurige snelheid (q_i) van 0,2 cm per dag. Uit de cijfers blijkt dat



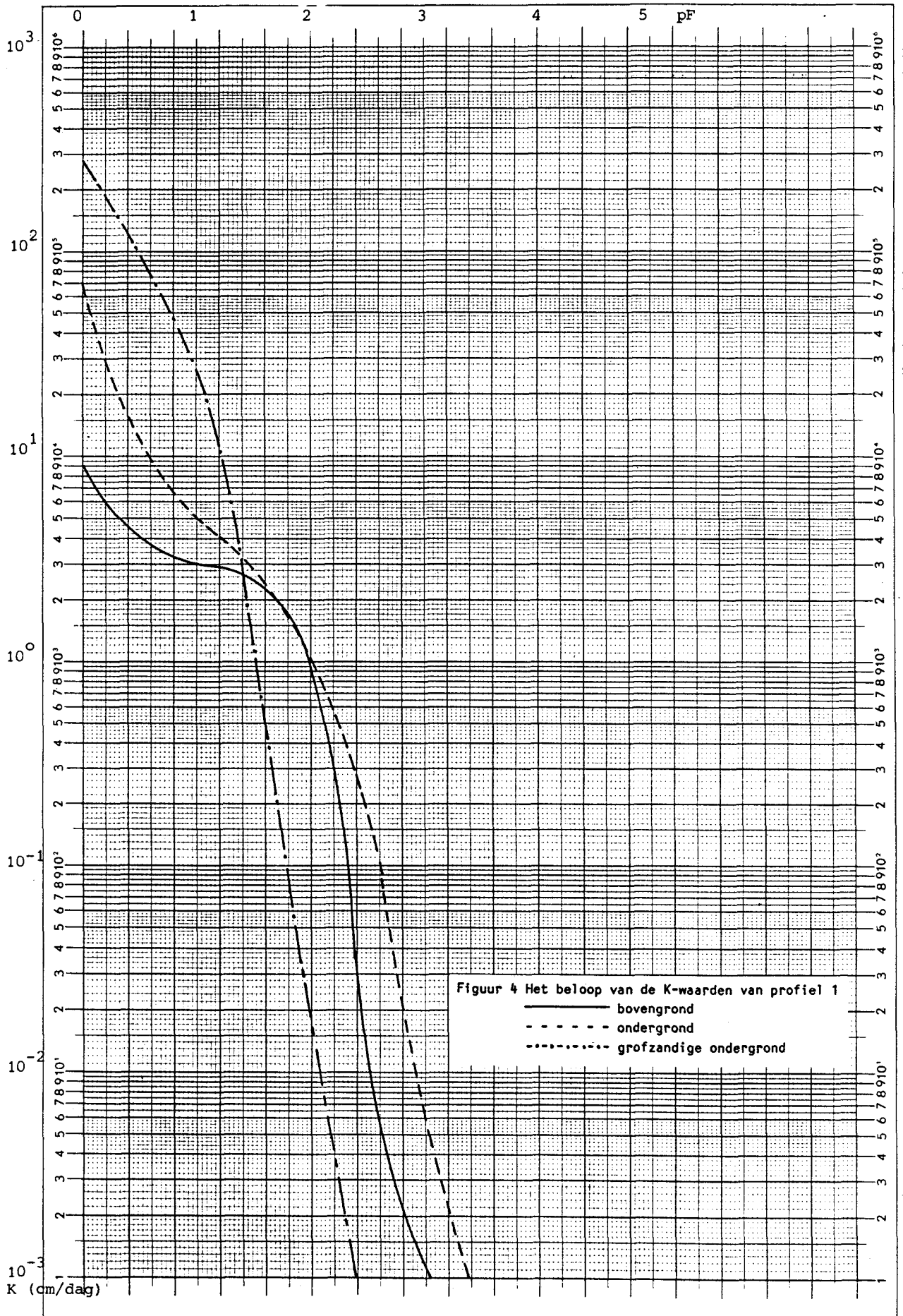
Figuur 3 Schematische weergave van de procentuele poriënverdeling van profiel 1 en profiel 4.

Tabel 3 K-waarden in cm per etmaal van de boven- en ondergronden van de vier profielen en van de grofzandige ondergrond.

h in cm	Profiel 1		Profiel 2		Profiel 3		Profiel 4		grofzand
	bovengrond	ondergrond	bovengrond	ondergrond	bovengrond	ondergrond	bovengrond	ondergrond	
- 1	9	70	200	70	50	300	100	500	280
- 10	3	5	30	10	20	100	20	90	28
- 50	2	2	3	2	6	7	7	10	0,2
- 100	1	1	0,8	1	2	0,9	0,5	0,7	0,02
- 250	0,04	0,3	0,01	0,3	0,2	0,09	0,04	0,02	0,00015
- 500	0,004	0,02	0,004	0,09	0,006	0,02	0,005	0,004	0,00001
- 1000	0,001	0,01	0,002	0,01	0,001	0,004	0,0007	0,0005	0,000001

Tabel 4 Drukhoogten (h) bij een neerwaartse stroming met een snelheid (qi) van 0,2 cm per dag van de boven- en ondergronden van de vier profielen en van de grofzandige ondergrond.

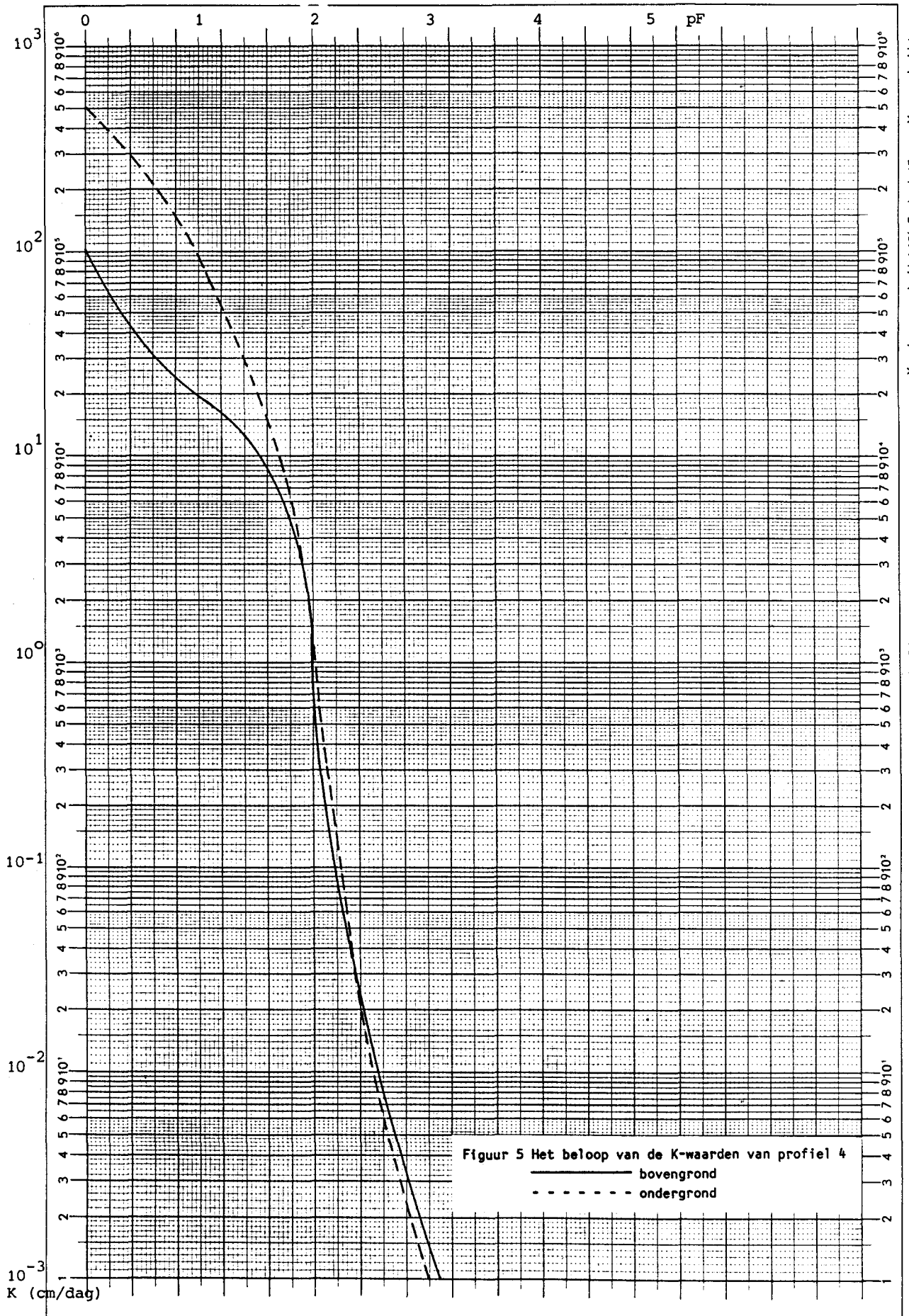
Profiel nr. Z	1		2		3		4		grof zand ondergrond
	bovengrond	ondergrond	bovengrond	ondergrond	bovengrond	ondergrond	bovengrond	ondergrond	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	9,5	9,8	10,0	9,9	9,9	10,0	9,9	10,0	10,0
20	18,8	19,4	19,8	19,6	19,8	20,0	19,8	19,9	19,7
31	28,9	29,8	30,6	30,1	30,6	30,9	30,6	30,9	29,5
50	46,1	47,5	48,8	47,8	49,1	49,6	48,7	49,7	41,8
100	90,2	92,4	92,4	92,2	96,4	95,0	90,6	95,1	53,6
250	161,8	200,6	138,7	198,7	199,0	175,8	149,4	143,3	56,0
500	178,7	268,5	147,0	304,8	235,1	215,2	168,0	151,2	56,0
1 000	184,7	294,7	152,9	371,0	241,6	233,4	173,0	154,0	56,0
2 500	190,0	313,7	157,7	388,4	245,5	245,6	175,3	156,1	56,0
5 000	192,6	321,7	159,7	391,0	248,0	251,2	176,9	157,3	56,0
10 000	194,4	325,9	161,0	392,2	251,0	255,3	178,5	158,5	56,0
16 000	195,2	327,4	161,3	393,0	253,7	257,4	179,7	159,4	56,0



X-as logar. verdeeld 1-10° Eenheid 45 mm. Y-as verdeeld in mm.

No. 34

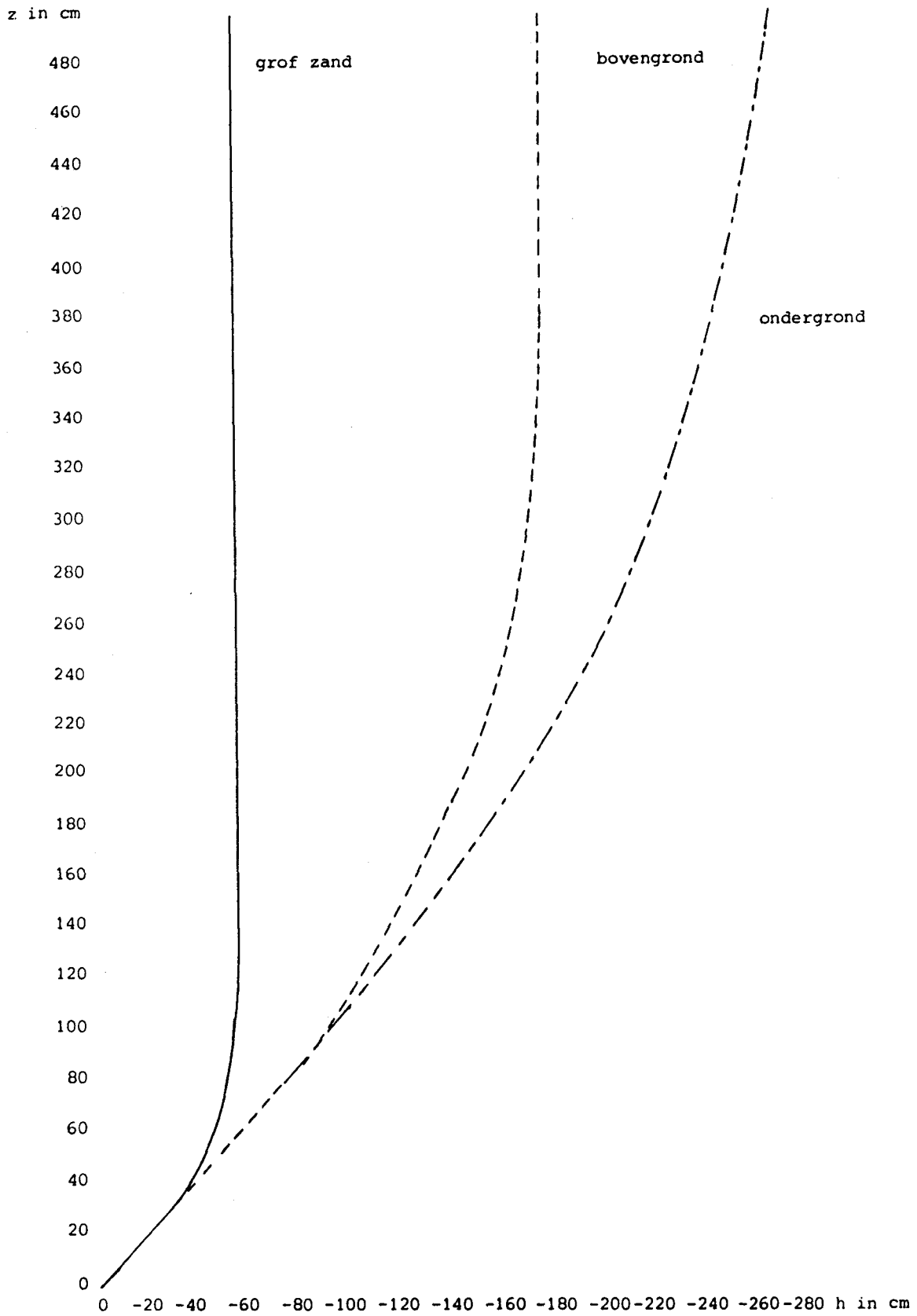
N.V. Drukkerij „Mercurius“ Wormerveer



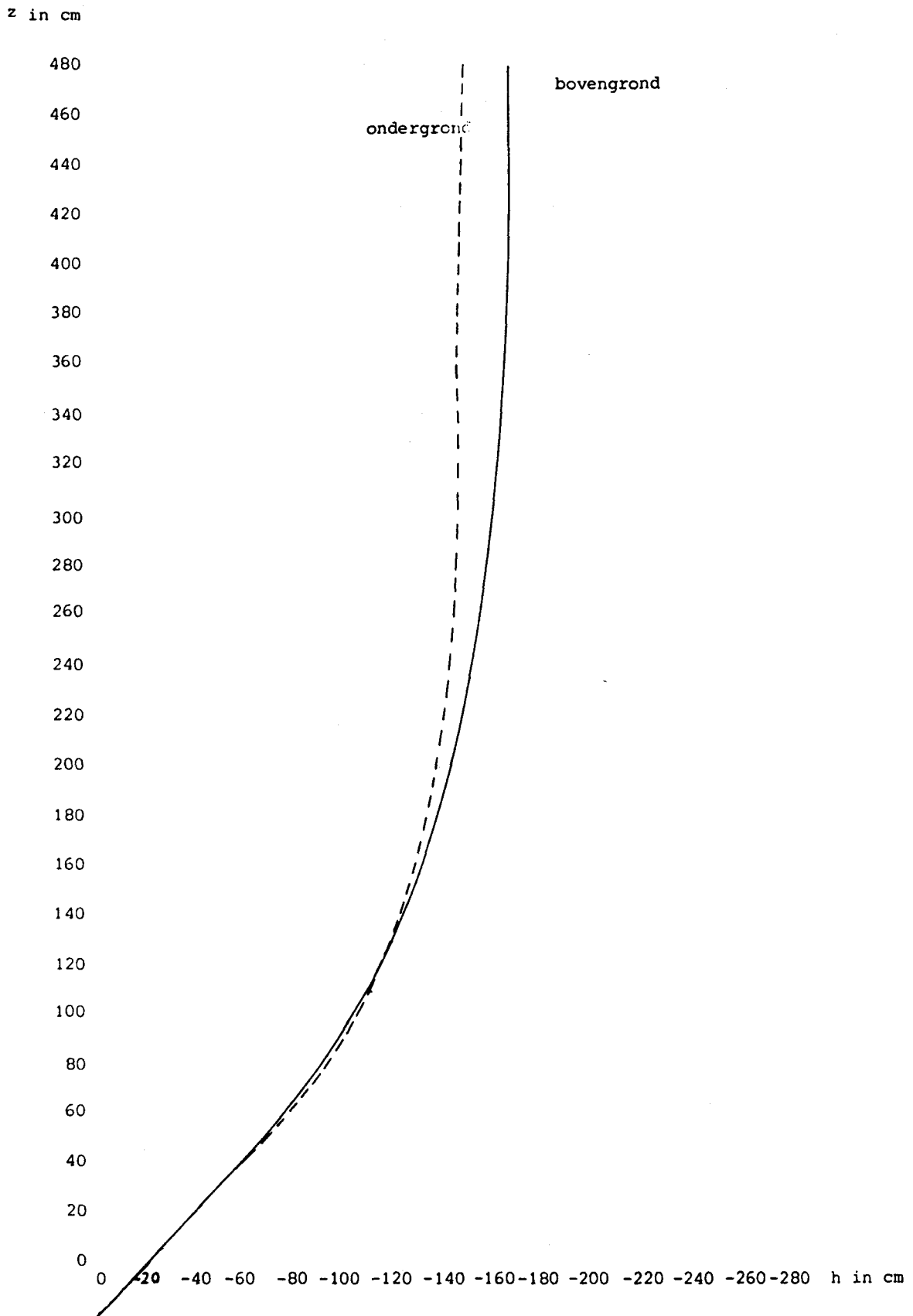
X-as logar. verdeeld 1-10° Eenheid 45 mm. Y-as verdeeld in mm.

No. 34

N.V. Drukkerij „Mercurius“ Wormerveer



Figuur 6 Het beloop van de drukhoogte (h) bij een neerwaartse stroming met een snelheid (q_1) van 0,2 cm per dag van profiel 1.



Figuur 7 Het beloop van de drukhoogte (h) bij een neerwaartse stroming met een snelheid (q_i) van 0,2 cm per dag van profiel 4

het capillair transport in de ondiepe ondergrond van de profielen 1 en 2 hoge waarden kan aannemen. In figuur 6 zijn de drukhoogtelijnen voor profiel 1 en in figuur 7 voor die van profiel 4 grafisch weergegeven. De verschillen tussen boven- en ondiepe ondergrond van profiel 4 zijn vrij gering.

3.1.4 De bewortelingsdiepte.

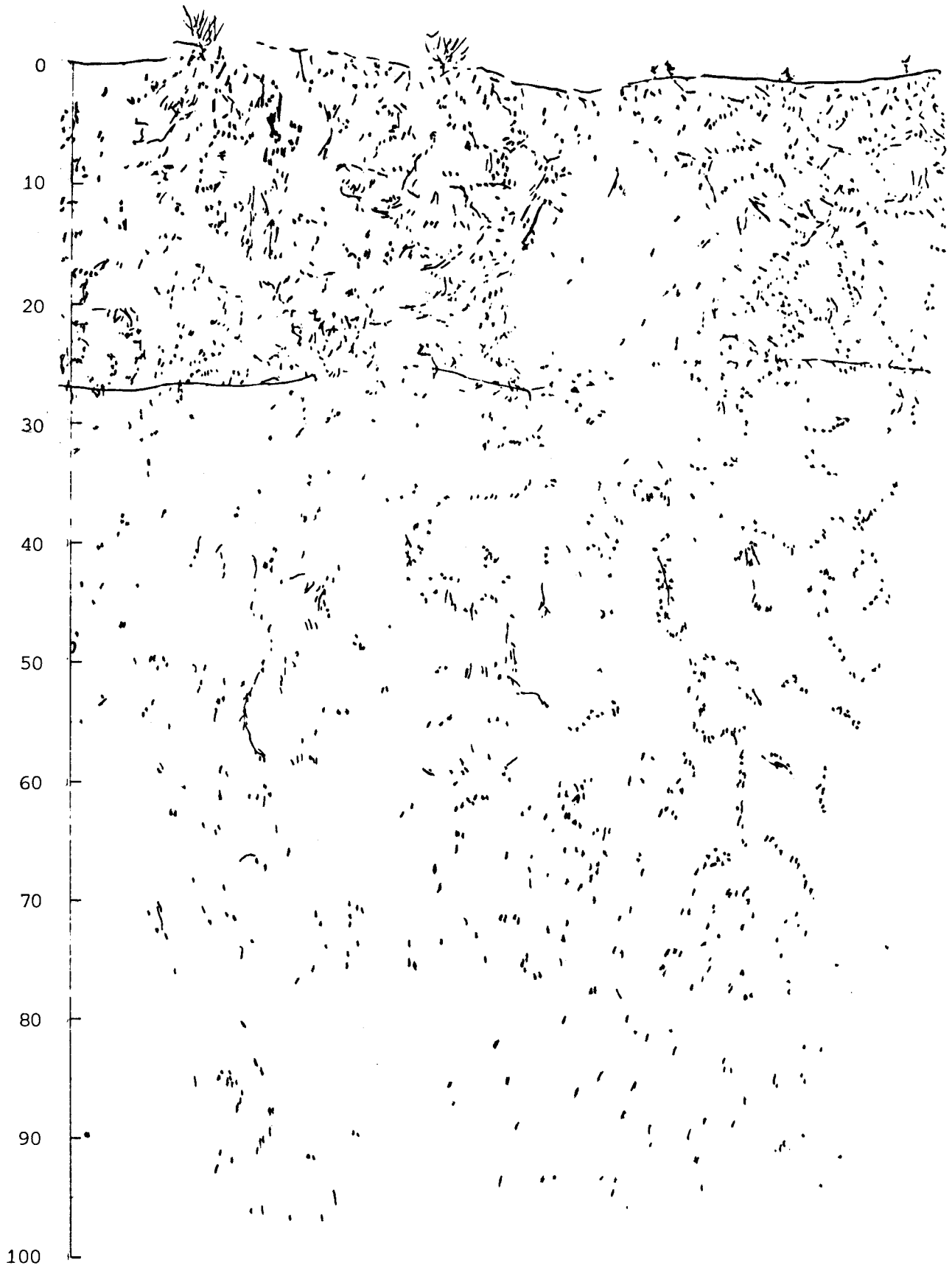
Aan het eind van het groeiseizoen zijn van de vier profielen wortelbeelden gemaakt. Hierbij bleek dat:

- Het wortelbeeld van de cultuurgewassen - bieten en mais - bij de profielen 1 en 2, tot aan het leemarme, grove zand zeer regelmatig verloopt. In het grove zand worden vrijwel geen wortels aangetroffen.
- Het wortelbeeld van de bosvegetatie bij profiel 3 tot aan het leemarme, grove zand eveneens zeer regelmatig verloopt. De eiken en beuken wortelen ook in het leemarme, grove zand.
- Het wortelbeeld van het cultuurgewas (mais) bij profiel 4 is eveneens zeer regelmatig. Hier loopt de beworteling door tot ruim 100 cm diepte. In alle gevallen neemt de beworteling geleidelijk af bij toename van de diepte.

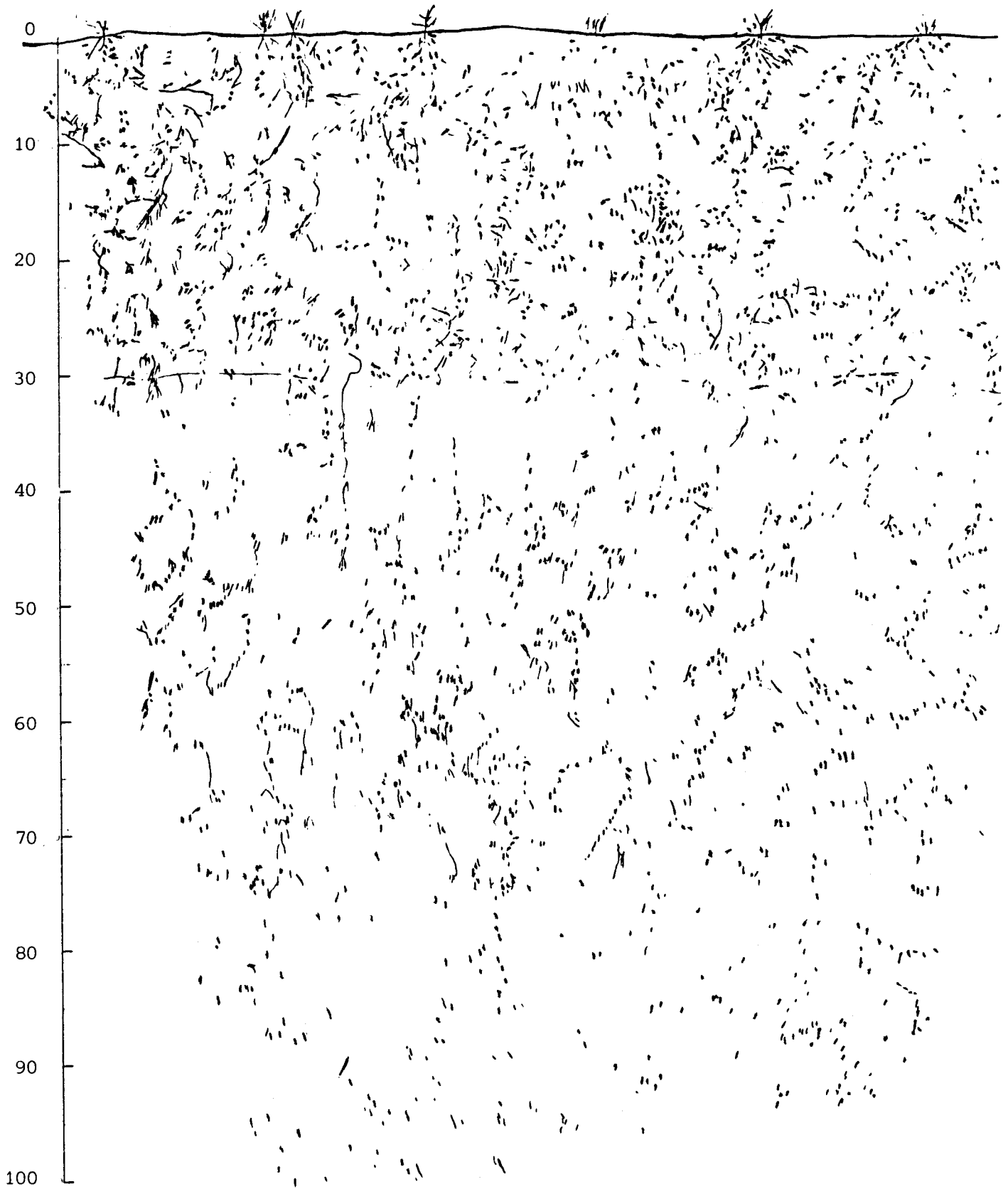
Figuur 8 geeft het wortelbeeld van profiel 2, figuur 9 dat van profiel 4.

3.1.5 De gemeten vochtspanningen.

In tabel 5 zijn de gemiddelde waarden gegeven van de gemeten vochtspanningen. Opvallend zijn de lage waarden in de C-horizonten van de profielen 1 t/m 3 voor de aanvang van het groeiseizoen. Aan het einde van de zomer (16-08-1983) is er weer een opvallend beeld. Profiel 4 is over de gehele bewortelbare diepte



Figuur 8 Wortelbeeld profiel 2.



Figuur 9 Wortelbeeld profiel 4.

Tabel 5 Overzicht van de gemeten vochtspanningen (gemiddelde waarden) in de onderscheiden horizonten van de onderzochte profielen.

Profiel nr.	Horizont	Diepte in cm - mv.	Ψ Voorjaar (eind maart)	Ψ Zomer (16-08-1983)
1	Ap	0- 30	2,0	4,2
	B	30- 75	1,8	3,6
	C	75- 95	1,7	2,3
2	Ap	0- 30	2,3	3,7
	B	30- 65	2,0	3,5
	C	65-105	1,7	3,2
3	(A+B)p	0- 20	2,3	4,2
	(B+C)p	20- 45	2,1	4,2
	C	45- 75	1,7	3,3
4	Ap	0- 30	2,4	4,2
	B	30- 60	2,3	4,2
	C	60-110	2,2	4,2

volkomen uitgedroogd. De ter plaatse geteelde mais vertoonde zeer sterke droogteschade.

Profiel 3 (onder bos) is voor zover de verwerkingsdiepte reikt (45 cm) eveneens geheel uitgedroogd. In de C-horizont zijn nog enkele volumeprocenten (minder gemakkelijk opneembaar) vocht beschikbaar. Van de aanwezige begroeiing vertoonden de bramen en de lijsterbes flinke droogteschade, dit in tegenstelling tot de jonge beuken en eiken. Doordat deze bomen dieper wortelen, wordt ook aan het grove zand wat vocht onttrokken. In de omgeving van profiel 2 waar mais en aardappelen groeiden werd geen of nagenoeg geen droogteschade geconstateerd. Dat was ook het geval bij profiel 1, waar bieten werden geteeld zonder noemenswaardige verdrogingsverschijnselen.

3.2 Interpretatie

3.2.1 Het vochtleverend vermogen.

Met vochtleverend vermogen van de grond wordt hier in navolging van Haans (Haans, J.C.F.M. (red) 1979.) wordt bedoeld de hoeveelheid vocht die de grond in één groeiseizoen van 150 dagen (1 april - 1 september) in een 10% droogtejaar aan de plant kan leveren. Uitgangspunt daarbij is de grootte van de beschikbare hoeveelheid vocht in de bewortelbare zone en de hoeveelheid die eventueel via capillair transport vanuit het grondwater kan worden aangevoerd. Een 10% droogtejaar betekent een kans dat gemiddeld één keer per 10 jaar - of 10 keer per 100 jaar - het neerslagtekort groter is dan 200 mm (Buishand, 1982). Wil men er zeker van zijn dat een gewas niet zal verdrogen, dan moet een grond in staat zijn om in één groeiseizoen meer dan 200 mm vocht te leveren. Lang niet alle gronden zijn in staat voldoende vocht te leveren. Is het vochtleverend vermogen voor een bepaalde gebruiksvorm niet optimaal, dan is de grond droogtegevoelig. De mate van droogtegevoeligheid wordt in een aantal gradaties aange-

Tabel nr. 6 Gradaties in vochtleverend vermogen. (Haans, J.C.F.M. (red), 1979)

Gradatie	Vochtleverend vermogen in mm	Omschrijving	Aantal jaren met vochttekort per 10 jaar
1	>200	zeer groot	<1
2	150-200	vrij groot	1 à 2
3	100-150	matig	2 à 5
4	50-100	vrij gering	5 à 7
5	<50	gering	>7

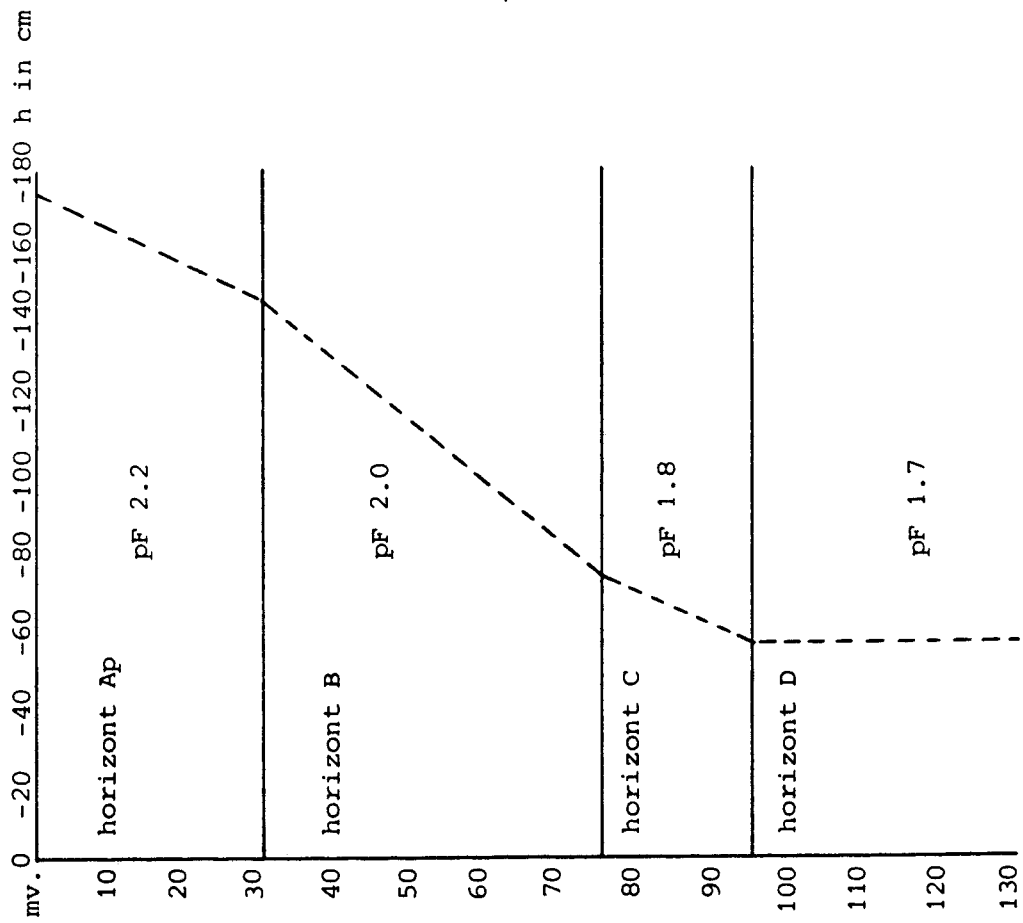
geven. Hiermee vindt een rangschikking plaats naar een afnemend vochtleverend vermogen in een 10% droogtejaar. Tabel 6 geeft de gradaties in het vochtleverend vermogen. De onderzochte gronden rond Groesbeek zijn uitsluitend hangwaterprofielen. Dit houdt in dat de grootte van het vochtleverend vermogen gelijk is aan de hoeveelheid beschikbaar vocht in de bewortelbare zone. Dit betekent ook dat de hoeveelheid beschikbaar vocht afhankelijk is van:

- de bewortelbare diepte;
- de vochtspanning in de onderscheiden horizonten;
- de hoeveelheid vocht tussen de gevonden vochtspanning en het verwelkingspunt (pF 4.2)

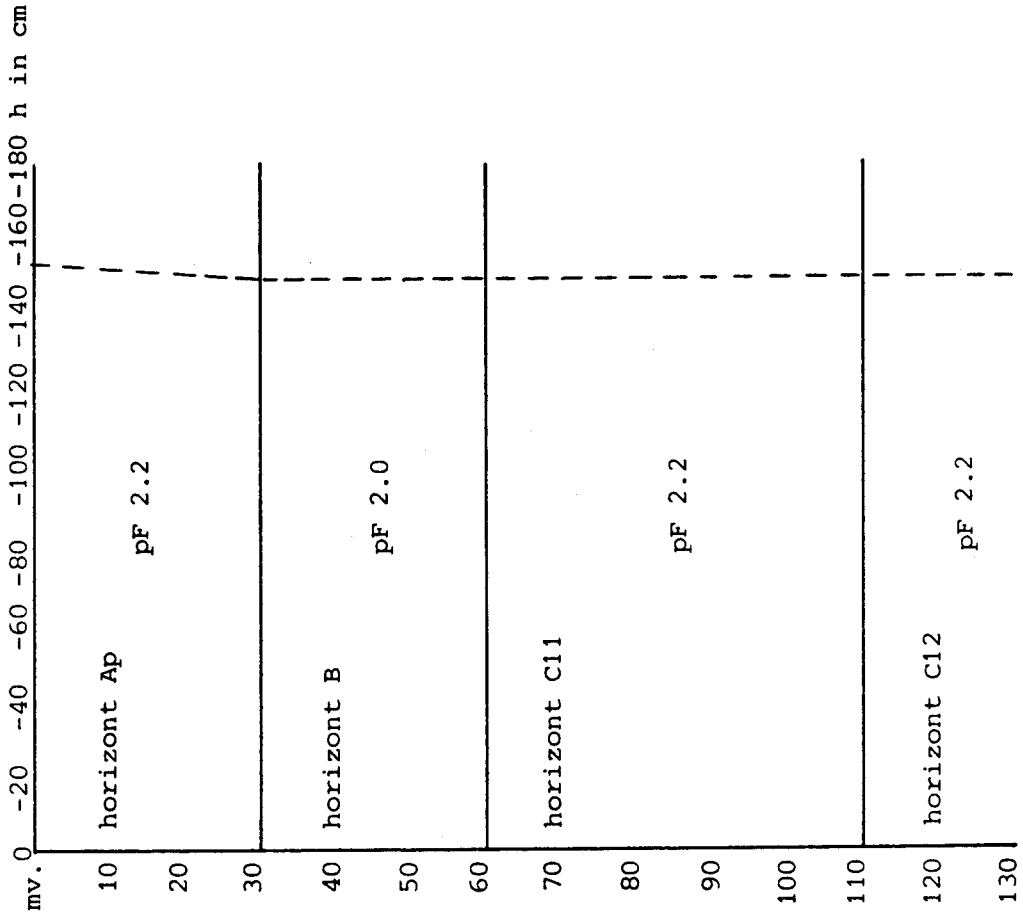
3.2.2 De vochtleverantie van de onderzochte profielen.

In paragraaf 3.1.4 is opgemerkt dat de bewortelingsdiepte voor de profielen 1 t/m 3 gelijk is aan de diepte waarop het grove

Profiel 1



Profiel 4



Figuur 10 Het beloop van de voorjaarsevenwichtsvochtspanning bij profiel 1 en profiel 4.

zand begint d.w.z. tot respectievelijk 95, 105 en 75 cm. Bij profiel 4 (zonder grof zand in de ondergrond) is dat ruim 100 cm. Uitgangspunt bij het vaststellen van de vochtspanning is de veronderstelling dat in het voorjaar op een zeker tijdstip sprake is van een evenwichtsvochtgehalte. Dit evenwichtsvochtgehalte is af te leiden van de drukhoogte bij een constante neerwaartse stroming. In die situatie vindt uitsluitend een zwaartekracht stroming plaats en dan bestaat de gradiënt van de stijghoogte enkel uit de gradiënt van de plaatshoogte. Voor de profielen 1 t/m 3 (met een grofzandige ondergrond) is de evenwichtsdrukhoogte $h = -56$ cm in het grove zand uitgangspunt (tabel 4 en figuur 6). Voor de bovenliggende horizont is deze waarde ($h = -56$ cm) beginpunt van de vochtspanning in deze tweede horizont. De eindwaarde van de vochtspanning in deze horizont is weer beginwaarde voor de volgende. Bij profiel 4 is de evenwichtsdrukhoogte van de ondiepe ondergrond $h = -150$ cm uitgangspunt (tabel 4 en figuur 7). In figuur 10 is voor de profielen 1 en 4 het beloop van de evenwichtsvochtspanning grafisch weergegeven. De gemiddelde waarde van de vochtspanning (Ψ) in een horizont wordt gehanteerd om de hoeveelheid beschikbaar vocht vast te stellen. De hoeveelheid vocht tussen de gevonden vochtspanning van de onderscheiden horizonten (figuur 10) en pF 4,2 (verwelkingspunt) wordt afgelezen van de vochtkarakteristieken (tabel 1 en figuur 2). In tabel 7 wordt aangegeven hoe groot de beschikbare hoeveelheid vocht is in de werkelijke situatie (A) en in een situatie waarbij het grove zand in de profielen 1 t/m 3 zou ontbreken (B) alsook het verschil tussen beide.

Voor de situatie B (dus zonder grof zand) zijn vochtspanningen gehanteerd gelijk aan die van profiel 4 ($\Psi = 2.2$). Uit tabel 7 blijkt dat als gevolg van de zeer lage vochtspanning in de ondiepe ondergrond de profielen 2 en 3 ± 40 mm vocht extra beschikbaar hebben. Bij profiel 1 is het verschil nauwelijks meetbaar. Dit is een gevolg van het vrij steile beloop van de vochtkarakteristieken tot $\Psi = 2.2$ van de verschillende horizonten. In dergelijke gevallen is het effect van een lagere vochtspanning op

*) Verdampingsoverschot naar gegevens van De Bilt over de maanden juni tot en met augustus 268 mm (gemiddeld 104 mm).

Tabel 7 De beschikbare hoeveelheid vocht in de onderzochte profielen in de werkelijke situatie (A) en in een situatie wanneer het grove zand in de ondergrond zou ontbreken (B), alsmede het verschil tussen beide (A-B).

Gegevens bodemprofiel			Werkelijke situatie (A)				In een situatie zonder grof zand in de ondergrond (B)				A-B
profiel nummer	horizont	laagdikte in dm	ψ	beschikbaar vocht in mm/dm	totaal	afgerond	ψ	beschikbaar vocht in mm/dm	totaal	afgerond	
1	Ap	3,0	2,2	31	93		2,2	31	93		
	B	4,5	2,0	24	108		2,2	23	103		
	C	2,0	1,8	27	54		2,2	24	48		
					255	255			244	245	10
2	Ap	3,0	2,1	24	72		2,2	22	66		
	B	3,5	2,0	18	63		2,2	16	56		
	C	4,0	1,9	22	88		2,2	17	68		
					223	225			190	190	35
3	(A+B)p	2,0	2,1	25	50		2,2	22	44		
	(B+C)p	2,5	2,0	20	50		2,2	16	40		
	C	3,0	1,8	21	63		2,2	13	39		
					163	165			123	125	40
4	Ap	3,0	2,2	21	63		2,2	21	63		
	B	3,0	2,2	11	33		2,2	11	33		
	C	5,0	2,2	10	50		2,2	10	50		
					146	145			146	145	-

de totale vochtinhoud niet groot. De extra hoeveelheid vocht - en dat geldt ook voor het niet sterk gebonden vocht bij profiel 1 (lage vochtspanning) - is zeer gemakkelijk opneembaar. Uit de vochtspanningen gemeten op 16-08-1983 (tabel 5) blijkt dat zelfs in een zeer droge zomer^{*}) de profielen 1 en 2 met daarop bieten en mais niet zijn uitgedroogd. Dat in tegenstelling tot profiel 4 waar in de bewortelbare zone geen beschikbaar vocht meer aanwezig was. Worden aan de onderzochte profielen gradaties in het vochtleverend vermogen toegekend volgens het WIB-systeem (stadium C) (tabel 6) en wordt daarbij rekening gehouden met de in tabel 7 vermelde extra hoeveelheid (A-B) beschikbaar vocht, dan blijkt dat:

- bij profiel 2 de gradatie verschuift van 2 (vrij groot 150-200 mm) naar 1 (zeer groot >200 mm);
- bij profiel 3 de gradatie verschuift van 3 (matig 100-150 mm) naar 2 (vrij groot 150-200 mm).

Bij profiel 1 heeft geen verschuiving plaats. De beschikbare hoeveelheid vocht is in beide situaties meer dan 200 mm.

Daarmee blijkt dat in een aantal gevallen aan de gronden rond Groesbeek een geschiktheid kan worden toegekend die één gradatie hoger is dan bij vergelijkbare gronden zonder storende ondergrond.

3.3 Discussie

In de grond verplaatst een deel van het water zich via vrij nauwe poriën. Dit proces waarbij een deel van de poriën met lucht is gevuld is de onverzadigde stroming. Bij gelijke vochtspanning wordt als gevolg van de zwaartekracht water afgevoerd door poriën met gelijke of kleinere diameter.

De onverzadigde stroming vindt ook plaats wanneer een verschil in vochtspanning aanwezig is. Dit verschil fungeert dan als de drijvende kracht die water doet stromen van plaatsen met een lagere, naar plaatsen met een hogere vochtspanning. Bij de onverzadigde stroming is de grootte van de poriën, die aan het

proces deelnemen, afhankelijk van de vochtspanning waarbij het stromingsproces optreedt.

Toeneming van de vochtspanning gaat gepaard met een afname van het volume poriën dat aan het stromingsproces deelneemt, maar ook omgekeerd.

Bij de beschrijving van de poriënverdeling bleek hoe totaal anders de verdeling van de poriën in de löss en in het zeer sterk lemige zand is vergeleken met het eronder gelegen leemarme, grofzandige materiaal. Het grove zand heeft een groot volume grote poriën. Het volume poriën groter en kleiner dan 30 μm verhoudt zich ongeveer als 6 : 1. Dit betekent dat in het grove zand de onverzadigde stroming pas op gang komt bij zeer lage vochtspanningen. Het gevolg hiervan is dat in het onderste deel van het lösspakket regelmatig en vaak vrij langdurig zeer lage vochtspanningen meetbaar zijn. Vrij water wordt niet gevonden, omdat de allergrootste poriën in functie komen bij de laagste vochtspanning. Voor de gewassen betekent dit dat niet alleen in het voorjaar, maar na elke neerslag van enige betekenis extra vocht ter beschikking staat. Het effect van deze storing op de waterbeweging is in het bodemprofiel meetbaar aan de oxidatie- en reductievlekken (gleijverschijnselen) in het onderste gedeelte van het lösspakket.

De gronden rond Groesbeek, opgebouwd uit löss- en lössachtig materiaal vrij ondiep op grofzand, zijn niet universeel. De verbreiding ervan is onvoldoende bekend. Verwacht wordt dat in Limburg, met name in de omgeving van Koningsbosch, oppervlakten van enige betekenis voorkomen. Ook is het niet denkbeeldig dat een deel van de zogenaamde "bruine gronden" langs de Maas - voor zover deze sterk- en zeer sterk lemig zijn en ondiep op grofzand rusten - eveneens tot deze groep behoren. Het effect van verschillen in dikte van het lössachtig pakket op de vochtleverantie is onvoldoende bekend. Dat geldt ook voor de vraag welke textuursprongen nog relevant zijn voor een extra hoeveelheid vocht. Nader onderzoek zou hierin duidelijkheid kunnen brengen.

Het ziet er naar uit dat gronden met een dergelijke profielopbouw in een aantal gevallen zijn ondergewaardeerd voor zover het de bodemgeschiktheid betreft.

4 Samenvatting en conclusie

Rond Groesbeek komt op de stuwwal van Nijmegen löss of lössachtig materiaal voor op grof zand. De scherpe overgang van löss naar grof zand veroorzaakt een vertraagde neerwaartse waterbeweging. Getracht is het effect ervan te kwantificeren. Het onderzoek toonde aan dat vooral in de löss, juist boven de overgang naar het grove zand, lage vochtspanningen worden gemeten als gevolg van grote verschillen in poriënverdeling.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat:

- Löss of lössachtig materiaal op grof zand - althans wanneer dit pakket voldoende dik is (70 à 100 cm) - in een aantal gevallen een extra hoeveelheid voor de planten beschikbaar vocht geeft.
- De grootte van deze hoeveelheid varieert, maar berekeningen tonen aan dat het voor een droog jaar, afhankelijk van de dikte van het lösspakket, ongeveer 40 mm bedraagt.
- Dit extra vocht bovendien gemakkelijk opneembaar is. Dit geldt ook voor die gevallen waarbij de extra hoeveelheid niet van betekenis is, maar waar door de storende werking van het grove zand regelmatig lage vochtspanningen aanwezig zijn.
- Op grond daarvan aan een deel van deze gronden (de zeer sterk lemige) een geschiktheidswaardering kan worden toegekend die één gradatie hoger ligt dan bij vergelijkbare gronden zonder storende ondergrond.
- Deze gronden duidelijk herkenbaar zijn aan de roest- en reductieplekken in het bodemprofiel en daardoor gemakkelijk op bodemkaarten zijn aan te geven.

Literatuur

- Bouma, J., 1977. Soil survey and the study of water in unsaturated soil. Soil Survey Papers 13, Soil Survey Instituut, Wageningen. 107 pp.
- Buishand, T.A., 1982. Het verloop van het potentiële neerslag - overschot in een zomerhalfjaar van een bepaalde droogtegraad. Cultuurt. Tijdschr. 22: 11-19.
- Haans, J.C.F.M. (red), 1979. De interpretatie van bodemkaarten. Rapport 1463, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 221 pp.
- Heesen van, H.C. en P. van der Sluijs, 1974. De vochtleverantie van een grond aan het gewas. Interne Mededelingen 29, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 40 pp.
- KNMI, 1972. Klimaatatlas van Nederland. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Koorevaar, P en C. Dirksen, 1982. Elements of soil physics, 2nd revised edition. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Krabbenborg, A.J., J.N.B. Poelman en E.J. van Zuilen, 1983. Standaard-vocht karakteristieken van zandgronden en veenkoloniale gronden. Rapport 1680, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Deel 1. 149 pp. Deel 11, aanhangsel.
- Leenders, W.H. en A.g. Beekman, 1983. De bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid van het ruilverkavelingsgebied Groesbeek. Rapport 1595. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Deel I, 95 pp. Deel II, Aanhangsel.
- Locher, W.P. en H. de Bakker (red), 1985. Bodemnatuurkunde voor publikatie uit: Bodemkunde van Nederland deel 1, Algemene bodemkunde.
- Reijmerink, A. en G.A. van Soesbergen, 1977. Bewortelings-, grondbewerkings- en bodemkundig onderzoek bij enkele instituten van de Geor-August Universiteit te Göttingen. Interne Mededelingen 48, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 41 pp.

Sluijs van der, P., 1975. Vochttransport in verticale richting met constante snelheid. Interne mededeling 32, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 28 pp.

Stakman, W.P., G.V. Valk en G.G. van der Horst, 1969. Determination of soil moisture retention Curves 1. Land box apparatur. Range pF = 0 to 2,7. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen. 10 pp.