



De doorlatendheid van de bodem in het natuurgebied "Beerzerveld"

J.M.J. Dekkers
J. Stolte
J.H.M. Wösten

Rapport 15

Wageningen, 1990

De doorlatendheid van de bodem in het natuurgebied
"Beerzerveld"

De onverzadigde doorlatendheid van de kazige B-horizont

J.M.J. Dekkers

J. Stolte

J.H.M. Wösten

Rapport 15

STARING CENTRUM, Wageningen, 1990

REFERAAT

J.M.J. Dekkers, J. Stolte en J.H.M. Wösten, 1990. De doorlatendheid van de bodem in het natuurgebied "Beerzerveld"; de onverzadigde doorlatendheid van de kazige B-horizont. Wageningen, Staring Centrum.
Rapport 15. 25 blz., 2 afb.

In het natuurgebied "Beerzerveld" is nagegaan of er veranderingen in de schijnspiegel optreden bij een verlaging van de grondwaterstand door waterwinning. Daartoe zijn grondmonsters genomen van de kazige B-horizont in PVC cilinders en is de verzadigde doorlatendheid bepaald. Vervolgens is de flux door de kazige B-horizont berekend.

Uit de berekening van de fluxen is gebleken dat bij een grondwaterstandsverlaging van maximaal 40 cm de schijnspiegel in zowel de "droge" als "natte" gebieden vrijwel niet beïnvloed zal worden. Als grondwaterwinning wordt gecombineerd met waterinlaat uit het Overijsselsch Kanaal zal de maximale verlaging van de grondwaterstand (volgens Broks) 5-20 cm bedragen en in het gunstigste geval zal er in het oostelijk gedeelte zelfs een grondwaterstandsverhoging optreden.

Trefwoorden: grondwaterstandsverlaging, grondwaterstand, schijnspiegel, doorlatendheid, flux.

ISSN 0924-3070

Copyright 1990

STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370 - 19100; telefax: 08370 - 24812; telex: 75230 VISI-NL

Het Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu, en de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm en op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Staring Centrum.

Project nr. 2698

428yvp/3.90

INHOUD	Blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 METHODE	13
2.1 Monstername en laboratoriumbepalingen	13
2.2 Parameters	14
2.3 Berekening	15
3 RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	17
4 CONCLUSIES	23
LITERATUUR	25
AFBEELDINGEN	
1 Situatiekaart van de lokaties van de grondmonsternames	12
2 Opstelling voor het meten van K-verzadiging	14
TABELLEN	
1 K-verzadigingswaarden per grondmonster	17
2 Meetgegevens per grondmonster	18
3 Fluxen van de kazige B-horizont bij de aangetroffen grondwaterstand en bij een verlaging van 40 cm	19
4 Fluxen van de kazige B-horizont bij de aangetroffen grondwaterstand en bij een verlaging van 10, 20, 30 en 40 cm	21

WOORD VOORAF

In opdracht van de Waterleidingmaatschappij Overijssel NV te Zwolle en van de Landinrichtingsdienst te Utrecht, heeft het Staring Centrum de onverzadigde doorlatendheid van de kazige B-horizont in het natuurgebied "Beerzerveld", provincie Overijssel onderzocht. Het is een aanvulling op het onderzoek dat in 1987 is uitgevoerd: De bodemkundig-hydrologische gesteldheid van het terrein "Beerzerveld" (Dekkers 1988).

Dit onderzoek is uitgevoerd in 1989. Aan het project werkten mee:

ing. H.R.J. Vroon en ir. J.H.M. Wösten: bemonstering en bodemfysische laboratoriumbepalingen;
ing. J. Stolte: modelmatige berekening en rapportage;
J.M.J. Dekkers: projectleiding en rapportage;
Y. van Pel: tekstverwerking.

De organisatorische leiding van het project had het hoofd van de afdeling Veldbodemkunde, drs. J.A.M. ten Cate.

De dank van het Staring Centrum gaat uit naar de Stichting "Overijssels Landschap" die onze medewerkers toestemming verleende om haar grond te betreden en er veldwerk te verrichten.

SAMENVATTING

Het doel van dit onderzoek was na te gaan of er veranderingen in de schijnspiegel optreden bij een verlaging van de grondwaterstand. Het onderzoek is een aanvulling op reeds eerder uitgevoerd onderzoek: De bodemkundig-hydrologische gesteldheid van het terrein "Beerzerveld" (Dekkers 1988).

Om een indruk te krijgen van de verzadigde doorlatendheid zijn op 7 lokaties, waarvan 3 in het "droge" gebied en 4 in het "natte" gebied, in totaal 30 grondmonsters genomen. Hiervan zijn er 21 genomen bij de eerste bemonstering en 9 herhalingsmonsters bij de tweede bemonstering. De herhalingsbemonstering was noodzakelijk omdat bij de eerste bemonstering een foutieve behandeling van de monsters uit het "natte" gebied had plaatsgevonden. Bij dit onderzoek zijn ook de resultaten van het reeds eerder uitgevoerde onderzoek meegenomen. De monstername is via de zogenaamde grondkolommenmethode uitgevoerd. Hiervoor zijn PVC-cilinders gebruikt met een doorsnede en een hoogte van 20 cm.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat bij een zomergrondwaterstand de kazige B-horizont in de "droge" gebieden een aanzienlijk grotere verticale flux (filtersnelheid) heeft dan in de "natte" gebieden. De flux in de "droge" gebieden varieert van ca. 3 tot 42 cm/dag en in de "natte" gebieden van ca. 0,005 tot 10 cm/dag. De conclusie luidt dat bij een grondwaterstandsverlaging van maximaal 40 cm de schijnspiegel zowel in de "droge" als "natte" gebieden vrijwel niet beïnvloed zal worden.

Verder dient nog te worden opgemerkt dat de berekende fluxen nooit kleiner zullen zijn dan de werkelijke, omdat het nemen van een volkomen ongestoord monster onmogelijk is. Wij nemen namelijk aan dat bij de monstername altijd wel enkele haarscheurtjes ontstaan.

Tot slot moet worden opgemerkt dat in 1989 een geohydrologisch onderzoek is uitgevoerd naar de mogelijkheden van grondwaterwinning gecombineerd met waterbeheersing in de omgeving van de toekomstige winplaats "Hammervliet" (Broks 1990). Er is een berekening van het waterbeheersplan uitgevoerd voor twee alternatieven. Voor beide alternatieven geldt dat gedurende de zomerperiode water uit het Overijsselsch Kanaal wordt ingelaten (alternatief 1 zonder opmaling en alternatief 2 met opmaling).

Uit de berekening is gebleken dat bij alternatief 1 in een gemiddeld zomerhalfjaar een verlaging van 10 tot 20 cm optreedt in het "Beerzerveld" en dat bij alternatief 2 in het westelijke gedeelte van dit gebied een verlaging zal optreden van 5 tot 10 cm. In het oostelijk deel van het "Beerzerveld" treedt

dan zelfs een grondwaterstandsverhoging op. Hieruit mag men concluderen dat alternatief 2 de beste garanties biedt voor het behoud van de schijnspiegel in het "Beerzerveld".

1 INLEIDING

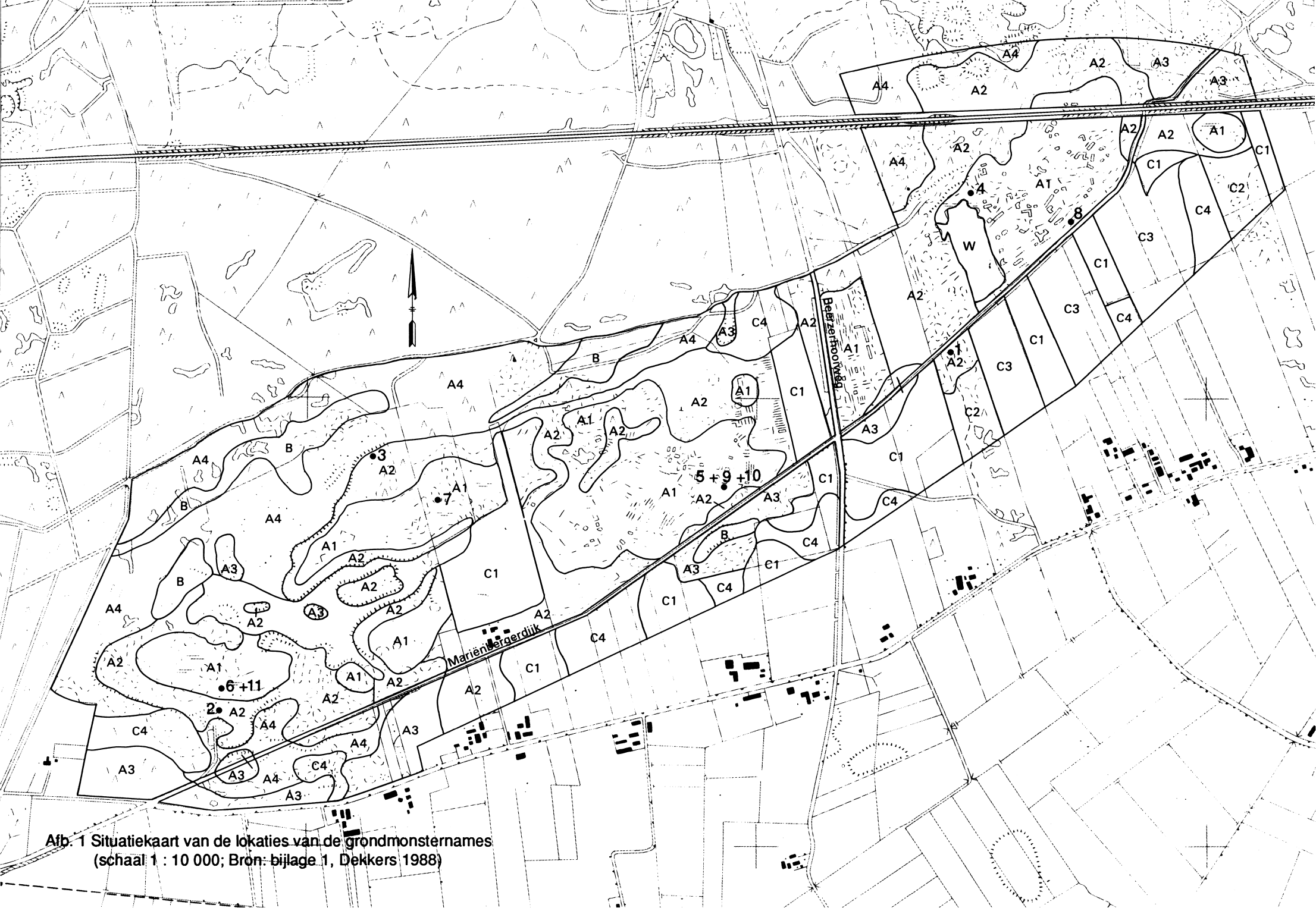
Het doel van het bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het "Beerzerveld" was na te gaan in hoeverre de kazige B-horizont weerstand biedt aan de schijnspiegel als de grondwaterstand daalt ten gevolge van grondwateronttrekking en/of ontwatering in het aangrenzende landbouwgebied Hammervliet.

Om een inzicht te krijgen in de weerstand van de kazige B-horizont, hebben we op zeven lokaties verspreid over het gebied "ongestoorde" grondmonsters genomen waaraan de verzadigde doorlatendheid is gemeten volgens de grondkolommenmethode (Bouma en Dekker 1983).

Methode, resultaten en conclusies zijn weergegeven in dit rapport. Voor informatie over de ligging, oppervlakte, ontstaansgeschiedenis, geogenese, bodemvorming, waterhuishouding, landschap en bodemgesteldheid van het gebied verwijzen we naar het reeds eerder uitgebrachte rapport (Dekkers 1988).

Dit rapport heeft de volgende opzet:

- in hoofdstuk 2 beschrijven we de methode van het onderzoek;
- in hoofdstuk 3 zijn de resultaten van het onderzoek vermeld;
- in hoofdstuk 4 geven we de conclusies weer.



Afb. 1 Situatiekaart van de lokaties van de grondmonsternames
(schaal 1 : 10 000; Bron: bijlage 1, Dekkers 1988)

2 METHODE

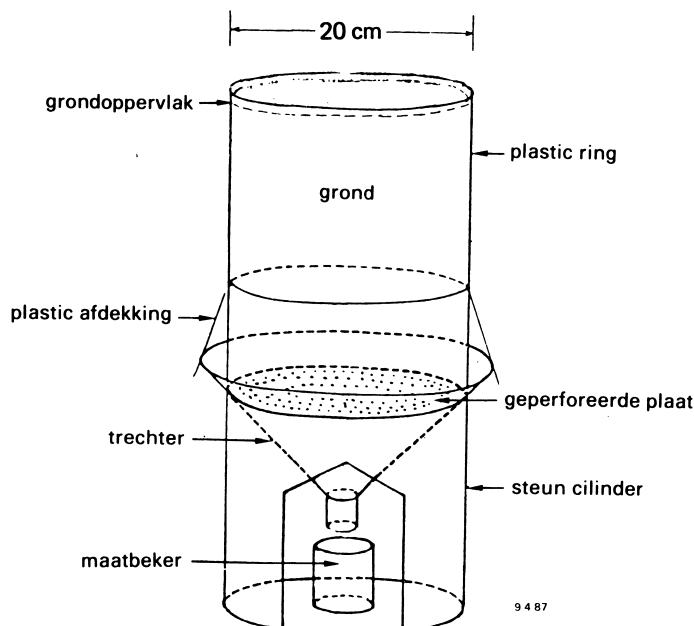
2.1 Monsternamen en laboratoriumbepalingen

Om een indruk te krijgen van de verzadigde doorlatendheid (K-verzadiging) zijn in eerste instantie, zoals met de opdrachtgever is afgesproken, op zeven lokaties grondmonsters in drievoud genomen. Van de zeven monsters zijn er drie (nrs. 1, 2 en 3) in het "droge" gebied (bodemtype A2: gronden met een verbrokkelde gliedelaag en kazige B-horizont; zie Dekkers 1988) en vier in het "natte" gebied (bodemtype A1: gronden met een compacte gliedelaag en kazige B-horizont; Dekkers 1988) genomen. Bovendien zijn de resultaten van de grondmonsters (die zijn genomen op één lokatie) uit genoemd rapport aan dit onderzoek toegevoegd als monsternr. 8. Alleen de monsters 5 t/m 10 uit genoemd rapport zijn gebruikt omdat van deze monsters het grootste deel bestaat uit materiaal dat tot de kazige B behoort.

De monsters uit het "natte" gebied zijn beneden de schijnspiegel genomen. Bij monsternr. 8 (Dekkers 1988) is gebruik gemaakt van een bronbemaling. Bij de andere monsters was dit, gezien de bereikbaarheid van de lokaties, niet mogelijk en is "onder" water gewerkt. Alle monsters zijn genomen in PVC-cilinders met een hoogte en een diameter van 20 cm (Bouma en Dekker 1983). De doorlatendheid van de "droge" monsters en ook van monsternr. 8 is bepaald aan de grondkolom in de PVC-cilinders. De kolommen zijn eerst verzadigd met water. Vervolgens zijn ze op een geperforeerde plaat en trechter geplaatst, zodat aan de onderkant het water vrij kon uitstromen (afb. 2).

Bovenop de grondkolom is daarna een dunne schijf water aangebracht. Na het instellen van een evenwichtssituatie is onder deze omstandigheden de gradiënt $dH/dz = 1$ bereikt, zodat de hoeveelheid uitstromend water gedeeld door het oppervlak en de tijdsduur van de meting K-verzadiging oplevert. De "natte" monsters (met uitzondering van monster nr. 8) zijn in eerste instantie anders behandeld. Omdat onder water gewerkt moest worden, waren we er niet zeker van of de grondkolom voldoende nauwkeurig aan zou sluiten op de wand van de PVC-cilinder; tijdens de meting mag immers geen water langs de wand kunnen stromen. Bij de "natte" monsters zijn daarom de grondkolommen uit de PVC-cilinders geperst en vervolgens waterdicht gemaakt met profiellak (Vroon et al. 1988). Nadat de profiellak voldoende was uitgehard is aan de boven- en onderzijde de lak verwijderd en kon de meting op dezelfde wijze plaatsvinden als bij de "droge" monsters.

Bij het berekenen bleek echter dat een aantal fluxen van de "natte" monsters een factor 10 tot 1000 te hoog was. In de praktijk vallen de meeste vennen in het "Beerzerveld" namelijk nauwelijks droog. Hieruit hebben we de conclusie getrokken dat



Afb. 2 Opstelling voor het meten van K-verzadiging

bij de monsterbehandeling een fout was begaan. We hebben vervolgens op twee lokaties de monstering herhaald (lokatie 5 en 6). Op deze twee lokaties hebben we eveneens drie grondmonsters in drievoud genomen: twee grondmonsters onder water (nr. 10 en 11) en één grondmonster in een nagenoeg "droge", evenwel als "natte" getypeerde veenput (nr. 9). Om de grondmonsters zo weinig mogelijk te verstoren, hebben we in tegenstelling tot de eerste monsternamen deze grondmonsters niet uit de cilinders geperst, maar rechtstreeks in de cilinders gemeten. Deze meetgegevens stemden aanzienlijk beter overeen met de praktijk dan de meetgegevens van de eerste monsternamen.

Waar de grondmonsters genomen zijn is aangegeven op afbeelding 1.

2.2 Parameters

De weerstand die de kazige B-horizont biedt aan de schijnspiegel als de grondwaterstand daalt, is behalve van de verzadigde doorlatendheid van de kazige B-horizont van de volgende parameters afhankelijk:

- diepte van de kazige B-horizont beneden de bovenkant van de schijnspiegel;
- dikte van de kazige B-horizont;
- diepte van de grondwaterstand beneden de kazige B-horizont;
- doorlatendheid van de ondergrond.

De diepte van de kazige B-horizont beneden de bovenkant van de schijnspiegel is gemeten tijdens het veldwerk. De dikte van de kazige B-horizont, die overigens erg belangrijk is, varieert nogal. In de "natte" gebieden bedraagt de dikte 20-30 cm en in de "droge" gebieden 10-30 cm (Dekkers 1988). We zijn uitgegaan van een gemiddelde dikte van 20 cm. Met de diepte van de grondwaterstand wordt de zomergrondwaterstand bedoeld, de waterstand die ongeveer overeenkomt met het GLG-niveau. Uit het reeds eerder uitgevoerde onderzoek (Dekkers 1988) is gebleken dat de grondwaterstand vrijwel overal minstens 1 m beneden de onderkant van de kazige B-horizont voorkomt. Voor de doorlatendheid van de ondergrond zijn gegevens overgenomen van Wösten et al. (1987). Voor de berekening is ondergrondtype 01 gebruikt (leemarm, zeer fijn tot matig fijn zand).

2.3 Berekening

Uit meerdere herhalingen van metingen per monster is voor de uiteindelijke K-verzadiging het gemiddelde genomen. Vervolgens is met twee methoden de flux (v) door de kazige B-horizont berekend.

De eerste methode is de "worst-case"methode, waarbij de flux (v) als volgt wordt berekend:

$$v = \text{Pot}/C \quad (1)$$

waarin:

Pot = potentiaalverschil (cm) over de slecht doorlatende venbodem. De weerstand C wordt in vergelijking (2) als volgt berekend:

$$C = D/k_{\text{verz.}} \quad (2)$$

waarin:

D = dikte van de slecht doorlatende venbodem

Bij de tweede methode is de flux (v) als volgt berekend:

$$v = -K(h) \left(\frac{dh}{dz} - 1 \right) \quad (3)$$

De K(h) in vergelijking (3) wordt als volgt berekend:

$$K(h) = k_s e^{\alpha h} \quad (4)$$

waarin:

v = stationaire flux (cm/dag)
 K(h) = onverzadigde doorlatendheid (cm/dag)
 k_s = verzadigde doorlatendheid (cm/dag)
 z_s = diepte onder kazige B-horizont (cm)
 h = drukhoogte (cm)
 α = helling tussen ln(K(h)) en h(cm⁻¹)

Beide methoden worden beschreven door Bannink et al. (1989).

De verticale flux door de kazige B-horizont hebben we berekend bij een grondwaterstand zoals die tijdens de bemonstering is aangetroffen. In eerste instantie hebben we de flux van alle monsters berekend bij alleen een verlaging van de grondwaterstand van 40 cm. Vervolgens is alleen van de nauwelijks of "niet" verstoorde monsters de flux berekend bij de aangetroffen grondwaterstand en bij 10, 20, 30 en 40 cm verlaging. Verder dient hier nog te worden opgemerkt dat de gegevens van grondmonsters met duidelijke scheuren buiten de berekening zijn gebleven.

Bannink et al. (1989) hebben voor Nederland een kritieke flux berekend. Dit is de flux die bepaald wordt door het gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot te delen door het aantal dagen per jaar. Deze blijkt te variëren van ca. 0,02 tot ruim 0,04 cm/dag. Voor het weerstation Eelde is een flux van ca. 0,04 cm/dag berekend. Deze waarde hebben we aangenomen voor het onderzochte gebied.

3 RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

In tabel 1 is van ieder monster de K-verzadiging en de gemiddelde K-verzadiging van de drie monsters per lokatie aangegeven.

Tabel 1 K-verzadigingswaarden per grondmonster.

Monsternummer	K-verzadiging (cm/dag)	K-verzadiging (gemiddeld in cm/dag)
1a	0,530	0,636
1b	1,018	
1c	0,360	
2a	6,530	8,254
2b	8,481	
2c	9,753	
3a	6,233	10,685
3b	15,943	
3c	9,880	
4a	1,179	1,653
4b*	4,071	
4c	2,126	
5a	0,208	0,529
5b	0,872	
5c	0,515	
6a	0,010	0,0875
6b	0,252	
6c	0,001	
7a	0,815	1,069
7b	1,323	
7c*	3,910	
8**	0,001	< 0,005
	0,010	
	0,001	
	0,001	
	0,006	
	0,012	
9a	1,220	0,650
9b	0,300	
9c	0,420	
10a	< 0,001	< 0,001
10b	< 0,001	
10c	< 0,001	
11a	< 0,001	< 0,001
11b*	0,200	
11c	< 0,001	

* Gescheurde monsters.

** Monster nrs. 5 t/m 10 uit Dekkers 1988.

De monsters 1, 2 en 3 zijn "droge" monsters, de monsters 4, 5, 6 en 7 zijn "natte" monsters die bij de eerste monstername zijn verzameld. De monsters 9 en 10 zijn een herhaling van monster 5, en monster 11 is een herhaling van monster 6. Monster 8 heeft de waarde gekregen van het gemiddelde van de monsters 5 t/m 10 uit Dekkers (1988).

Uit de cijfers blijkt dat de K-verzadiging van de "droge" monsters meestal aanzienlijk groter is dan van de "natte" monsters. De grotere doorlatendheid van deze monsters wordt o.a. veroorzaakt doordat plant- en boomwortels doordringen in dit materiaal. Vervolgens blijkt ook dat de K-verzadiging van vooral de "natte" herhalingsmonsters (10 en 11) aanzienlijk kleiner is dan de waarden van de eerste monstername. Hieruit moeten we concluderen dat de monsters bij de eerste monstername al verstoord zijn geweest voordat de meting is uitgevoerd.

In tabel 2 zijn de meetgegevens per grondmonster aangegeven.

Tabel 2 Meetgegevens per grondmonster.

Monsternummer	Schijnspiegel in cm boven de kazige B-hori- zont	Dikte van de kazige B-horizont	Diepte grond- waterstand in cm beneden de kazige B-hori- zont	K-verzadiging (gemiddeld in cm/dag)
1	50	20	100	0,636
2	50	20	150	8,254
3	50	20	200	10,685
4	80	20	110	1,653
5	40	20	100	0,529
6	50	20	170	0,0875
7	80	20	110	1,069
8	80	20	110	< 0,005
9	± 0	20	100	0,650
10	25	20	100	< 0,001
11	75	20	170	< 0,001

In tabel 3 zijn de berekende fluxen aangegeven. Dit is gebeurd bij een grondwaterstand zoals die tijdens het onderzoek is aangetroffen en verder alleen bij een verlaging van 40 cm. Tevens zijn de beide berekeningsmethoden toegepast.

Tabel 3 Fluxen van de kazige B-horizont bij de aangetroffen grondwaterstand en bij een verlaging van 40 cm.

Monsternummer	Grondwaterstand in cm onder de kazige B-horizont	Flux berekend vlg. methode 1 cm/dag	Flux berekend vlg. methode 2 cm/dag
1	100	5,41	3,33
	140	6,68	3,33
2	150	90,79	33,88
	190	107,30	33,88
3	200	144,26	42,56
	240	165,63	42,56
4	110	17,38	10,28
	150	20,66	10,28
5	100	4,26	2,58
	140	5,32	2,58
6	170	1,05	0,53
	210	1,23	0,53
7	110	11,23	6,86
	150	13,36	6,86
8	110	0,04	0,03
	150	0,045	0,03
9	100	3,90	1,85
	140	5,20	1,85
10	100	0,007	0,005
	140	0,009	0,006
11	100	0,01	0,008
	140	0,01	0,009

Uit tabel 3 blijkt dat bij grotere fluxen de verschillen tussen de twee berekeningsmethoden toenemen. Bij berekening van de flux met behulp van de "worst-case" methode (1) is deze flux soms drie maal groter dan bij de andere berekening (2). Dit effect neemt af naarmate de fluxen kleiner worden. Hieruit mogen we concluderen dat bij kleine fluxen ($< 0,1$ cm/dag) de "worst-case" methode verantwoord toegepast kan worden maar dat in alle overige gevallen de tweede methode nauwkeuriger is.

Verder blijkt uit de tabel dat de monsters 1 t/m 7 en 9 een hogere flux hebben, zowel voor als na de grondwaterstandsverlaging, dan 0,04 cm/dag. In principe zouden dus de lokaties waarin de desbetreffende monsters zijn genomen droog vallen. Voor de lokaties 1, 2 en 3 gaat dit zeker op, want die liggen in bodemtype A2 (Dekkers 1988). Voor monster 9 geldt dit ook, zij het in veel geringere mate. De veenput waaruit dit monster is genomen, stond evenwel in september 1989 nagenoeg droog, maar de zomerperiode van 1989 was aanzienlijk droger dan een gemiddelde zomerperiode. De fluxen van de overige monsters zijn veel te hoog en stemmen niet overeen met de praktijk. Dit is het gevolg van een foutieve monsterbehandeling waardoor deze gegevens geen betrouwbaar beeld geven en verder buiten beschouwing zijn gelaten.

Voor de weinig tot niet verstoorde grondmonsters hebben we tenslotte nog een tabel samengesteld voor de berekende fluxen bij de aangetroffen grondwaterstand tijdens het onderzoek en bij een verlaging van 10, 20, 30 en 40 cm (tabel 4).

Uit de gegevens van deze tabel blijkt dat bij de lokaties met een grote flux geen effect is te verwachten op de schijnspiegel bij een verlaging van de grondwaterstand. Bij de overige lokaties is het effect minimaal.

Tabel 4 Fluxen van de kazige B-horizont bij de aangetroffen grondwaterstand en bij een verlaging van 10, 20, 30 en 40 cm.

Monsternummer	Schijnspiegel in cm boven de kazige B-hori- zont	Grondwaterstand in cm onder de kazige B-hori- zont	Flux berekend vlg. methode 1 cm/dag	Flux berekend vlg. methode 2 cm/dag
1	50	100	5,41	3,33
	50	110	5,72	3,33
	50	120	6,04	3,33
	50	130	6,36	3,33
	50	140	6,68	3,33
2	50	150	90,79	33,88
	50	160	94,92	33,88
	50	170	99,05	33,88
	50	180	103,18	33,88
	50	190	107,30	33,88
3	50	200	144,25	42,56
	50	210	149,59	42,56
	50	220	154,93	42,56
	50	230	160,28	42,56
	50	240	165,62	42,56
8	80	110	0,040	0,03
	80	120	0,042	0,03
	80	130	0,044	0,03
	80	140	0,044	0,03
	80	150	0,045	0,03
9	0	100	3,90	1,85
	0	110	4,23	1,85
	0	120	4,55	1,85
	0	130	4,88	1,85
	0	140	5,20	1,85
10	25	100	0,007	0,005
	25	110	0,008	0,006
	25	120	0,008	0,006
	25	130	0,009	0,006
	25	140	0,009	0,006
11	75	100	0,01	0,008
	75	110	0,01	0,008
	75	120	0,01	0,008
	75	130	0,01	0,009
	75	140	0,01	0,009

4 CONCLUSIES

Er dient vooropgesteld te worden dat de berekende verticale fluxen nooit kleiner zijn dan de werkelijke, omdat het nemen van een volkomen ongestoord monster niet mogelijk is. Er is altijd enige verstoring in de vorm van haarscheurtjes en die kan de meetgegevens beïnvloeden in die zin, dat de berekende fluxen groter uitvallen dan ze in de praktijk zullen zijn.

Uit de berekening van de fluxen blijkt dat voor het "droge" bodemtype A2 (Dekkers 1988) een verlaging van de grondwaterstand geen verandering in de schijnspiegel tot gevolg zal hebben. Op het "natte" bodemtype A1 (Dekkers 1988) zal bij een verlaging van de grondwaterstand de flux wel iets toenemen, maar de kritieke grens (0,04 cm/dag) niet overschrijden. Bij deze lage fluxen zal een verlaging van de grondwaterstand van ca. 100 naar 140 cm dan ook vrijwel geen invloed op de schijnspiegel hebben, met als gevolg dat ook de "natte" gebieden nagenoeg niet zullen veranderen. De kazige B-horizont biedt dus volgens onze berekening voldoende weerstand aan de schijnspiegel als de grondwaterstand met maximaal 40 cm wordt verlaagd.

Hierbij dient het volgende te worden opgemerkt. Behalve dit onderzoek heeft in 1989 nog een geohydrologisch onderzoek (Broks 1990) in het toekomstige waterwingebied plaatsgehad. Hierbij zijn verschillende alternatieven van grondwaterwinning gecombineerd met waterbeheersing doorgerekend. Er wordt over twee alternatieven (1 en 2) gerapporteerd. Bij beide alternatieven wordt in totaal 5 miljoen m³/jaar door de WMO onttrokken in combinatie met een wateraanvoerplan. Voor de berekening is een waterbeheersplan opgesteld. Door het inlaten van water vanuit het Overijsselsch Kanaal Almelo-De Haandrik in het zomerhalfjaar zullen de effecten van de winning op de grondwaterstanden worden gecompenseerd. Bovendien wordt de grondwaterstand geoptimaliseerd voor landbouw. In het oosten van het Hammervliet wordt water ingelaten en via de hoofdwaterlopen en kavelsloten door het Hammervliet onder vrij verval naar het westen geleid. Uit de door de WMO uitgevoerde infiltratieproef is gebleken dat het mogelijk is de grondwaterstandsverlaging in het groeiseizoen nagenoeg te compenseren door middel van wateraanvoer.

Volgens de berekening in alternatief 1 zal in een gemiddelde zomerperiode in het Beerzerveld een verlaging van de grondwaterstand optreden van 10 tot 20 cm. Volgens alternatief 2, waarbij door middel van een opmaling ook de waterstanden in de kavelsloten in het Beerzerhaar (noordwestelijk van Hammervliet) in het zomerhalfjaar op peil worden gehouden, zal de grondwaterstandsverlaging in het "Beerzerveld" 5 tot 10 cm bedragen. In het oostelijk deel van het gebied zou zelfs een grondwaterstandsverhoging optreden.

Concluderend kan men zeggen dat volgens de berekening van Broks (1990) alternatief 2 meer zekerheid biedt voor de handhaving van de schijnspiegel in het "Beerzerveld" dan alternatief 1. Verder geldt, als volgens onze berekening bij een grondwaterstandsverlaging van 40 cm nagenoeg geen verandering in de schijnspiegel zal optreden, dat dit nog minder zal zijn bij een verlaging van 5 tot 10 cm. Tot slot dient te worden opgemerkt dat de schijnspiegel zorgvuldig kan worden beheerd door zoveel mogelijk neerslagwater vast te houden. Dit kan worden gedaan door de verdamping en interceptie zo klein mogelijk te houden en de bovengrondse afvoer en zijwaartse afstroming boven de kazige B-horizont tegen te gaan (Stichting het Overijssels Landschap 1982).

LITERATUUR

Bannink, M.H., L.W. Dekker, J.M.H. Hendrickx, H.C. van Ommen, 1989. Wegzijging van water uit hooggelegen vennen: een gevoeligheidsanalyse. *H₂O* 22 (15): 456-459.

Bouma, J. en L.W. Dekker, 1983. Nieuwe methode bij waterbeweging in kleigronden. *Landbouwkundig Tijdschrift* 95(4), 26-29.

Broks, 1990. Geohydrologisch onderzoek winplaats "Hammervliet". 's-Hertogenbosch, Broks Adviezen, Projectnummer 11.295.

Dekkers, J.M.J., 1988. De bodemkundig-hydrologische gesteldheid van het terrein "Beerzerveld" (gemeente Ommen). Wageningen, STIBOKA. Rapport 2013.

Stichting het Overijssels landschap, 1982. De hydrologie van het Beerzerveld; verslag van drie jaar peilbuizenonderzoek. Dalfsen.

Vroon, H.R.J., L.W. Dekker en J.M.H. Hendrickx, 1988. A method for measuring hydraulic properties of brittle soil horizons. *Soil Science Society of America Journal* 52 (1): 292-295.

Wösten, J.H.M., M.H. Bannink en J. Beuving, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland. De Staringreeks. Wageningen, ICW Rapport 18. Wageningen, STIBOKA, Rapport 1932.