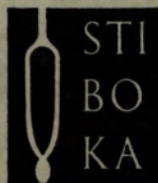


NN31396.1325.1

STICHTING VOOR BODEMKARTERING
WAGENINGEN

MOEILIK BEVOCHTBARE HUMUSHOUDENDE
BOVENGRONDEN VAN KLEI- EN VEENGRASLAND



1976
Stichting voor Bodemkartering
Staringgebouw
Wageningen
Tel. 08370-19100

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Rapport nr. 1325

MOEILIJK BEVOCHTBARE HUMUSHOUDENDE BOVENGRONDEN VAN
KLEI- EN VEENGRASLAND

door: Ir. C. van Wallenburg

Wageningen, november 1976

JUN 1977 - 01

N.B. Niets uit dit rapport mag zonder toestemming van de
Stichting voor Bodemkartering worden vermenigvuldigd
of in andere publikaties worden overgenomen.



0000 0522 8057

I N H O U D:

	blz.
1. Inleiding	3
2. Probleemstelling en doel van het onderzoek	4
3. Verbreiding en enkele kenmerken van moeilijk bevochtbare gronden	6
4. Opzet van het onderzoek	8
5. De resultaten van de laboratoriumproeven	10
5.1 Verloop van de vochtopname met de tijd	10
5.2 De invloed van de structuur; verstoorde t.o.v. natuurlijke toestand	10
5.3 De invloed van de uitgangstoestand; mate van uitdroging	11
5.4 De invloed van de pH	11
5.5 De invloed van het organische-stofgehalte	12
5.6 De invloed van sterke uitdroging op het A-cijfer; de mate van irreversibel vochtverlies	12
5.7 Hoeveelheid vocht tussen pF 1,5 en pF 2,7 van gemakkelijk en moeilijk bevochtbare bovengronden	13
5.8 Het A-cijfer bij volledige verzadiging van moeilijk bevochtbare bovengronden in vergelijking met gemakkelijk bevochtbare bovengronden	13
6. Bespreking van de resultaten	14
7. Conclusies	17
Samenvatting	18
Literatuur	19

Lijst van afbeeldingen

1. Verloop van de vochtopname met de tijd	10
2. Vergelijking van de vochtopname bij monsters met de oorspronkelijke structuur en met een gewijzigde structuur	10
3. Vochtopname na uitdrogen tot pF 2,7 en na uitdrogen tot luchtdroog (pF ca. 6,0)	11
4. Vochtopname na uitdrogen tot pF 2,7 in relatie met de pH	11
5. Vochtopname na uitdrogen tot luchtdroog (ca. pF 6,0) in relatie met de pH	11
6. Vochtopname na uitdrogen (ca. pF 6,0) in relatie met de pH	11
7. De invloed van sterke uitdroging op het A-cijfer bij pF 0,4 van gemakkelijk (.) en moeilijk bevochtbare bovengronden (x)	12
8. Hoeveelheid vocht tussen pF 1,5 en pF 2,7 in gemakkelijk (.) en moeilijk bevochtbare bovengronden (x)	12
9. A-cijfer bij volledige verzadiging van gemakkelijk (.) en moeilijk bevochtbare bovengronden (x)	13

Lijst van tabellen

1. Enkele gegevens van de bemonsterde plekken	8
2. Hoeveelheid opgenomen vocht (in grammen per ring van 100 cc) met betrekking tot het volumegewicht	11
3. Vochtopname bij veengronden van het bovenland na één uur. Uitgangstoestand: luchtdroog	16

1. INLEIDING

In Noordholland, Zuid-Holland en Utrecht komen in de droogmakerijen en ook wel bij de niet-vergraven veengronden van het "bovenland" gronden voor, die worden aangeduid als irreversibel ingedroogde veengronden, verdrogende veengronden of gronden met verdrogende lagen in de bovengrond. De laatste term wordt gebruikt in de legenda van de bodemkaart, schaal 1 : 50 000. Met deze termen wordt aangegeven, dat het vochtleverend vermogen van de grond in ongunstige zin afwijkt van die van andere veengronden of moerige gronden.

Door Hooghoudt et al. (1960a) is het verschijnsel van de irreversibele indroging van veengronden uitvoerig bestudeerd.

De termen irreversibele indroging, verdrogende lagen etc. worden in dit rapport verder niet gebruikt. Gekozen is voor de term moeilijk bevochtbaar. Een motivering hiervoor wordt in paragraaf 6 gegeven bij de bespreking van de resultaten.

Bij de keuze van de proefplekken werd gebruik gemaakt van de waardevolle adviezen van de heer W. Markus. Het omvangrijke laboratoriumwerk werd hoofdzakelijk uitgevoerd door de heer H. Mensert.

2. PROBLEEMSTELLING EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

Bennema en Van der Woerdt (1960) stelden dat bij de irreversibele indroging in hoofdzaak twee zeer moeilijk te scheiden verschijnselen optreden:

- a. geringe hoeveelheid water wordt opgenomen (verlaagde watercapaciteit door te ver voortgeschreden fysische rijping),
- b. langzame opname van water (snelheid van vochtopname).

De weerstand tegen bevochtiging werd door Hooghoudt et al. (1960b) en door Bennema en Van der Woerdt (1960) wel duidelijk geconstateerd, maar hun onderzoek was voornamelijk gericht op het eerste aspect. Toch is ook het aspect van de trage bevochtiging na droogte van praktisch belang. Gronden die zich na uitdrogen snel en gemakkelijk laten bevochtigen, kunnen het water van een regenbui snel opnemen. Bovendien heeft ook de capillaire opstijging bij een betere vochtopname van de bovengrond meer effect.

Een belangrijk deel van de gronden die na uitdrogen moeilijk en langzaam vocht opnemen, heeft een droge bovengrond, die ook in natte perioden droog aanvoelt, soms zelfs stofdroog is en daardoor een laag vochtgehalte heeft.

Bij de kartering is het droge karakter van deze gronden een belangrijk kenmerk. De moeilijke bevochtiging heeft belangrijke consequenties voor de vochtvoorziening van de plant: het regenwater wordt in het gedeelte van de grond dat intensief beworteld is niet of nauwelijks opgenomen. De vraag kan dan ook worden gesteld of bij deze gronden het vochttekort en de verdrogingsverschijnselen op het grasland niet voor een belangrijk gedeelte worden veroorzaakt door een trage, moeilijke bevochtiging van een te ver uitgedroogde bovengrond. Ons onderzoek dat in de jaren 1970 tot en met 1972 werd uitgevoerd, had dan ook speciaal betrekking op dit aspect - ook voor kleigronden.

Nu er op uitgebreide schaal plannen worden gemaakt om veengronden dieper te ontwateren, wordt ook de vraag actueel of door een verlaging van het slootpeil de herbevochtiging van veengronden in ongunstige zin wordt beïnvloed. Bennema en Van der Woerdt (1960) stelden dat verdroging veroorzaakt wordt door een te diepe ontwatering nl. bij een gemiddelde slootwaterstand dieper dan ca. 50 cm onder maaiveld. Op de huidige ontwateringsproefvelden van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding en van de Cultuurtechnische Dienst waarbij op veengronden een aanzienlijk diepere slootwaterstand wordt gerealiseerd, zijn de verdrogingsverschijnselen op het grasland niet toegenomen t.o.v. de nulobjecten. Plaatselijk zijn er echter wel problemen met de herbevochtiging na uitdrogen. Of deze al bestonden voordat met de verlaging van de slootwaterstand werd gestart, kan ter plaatse niet worden aangetoond.

Het doel van het onderzoek is een bijdrage te leveren aan de oplossing van de problemen die bij veengronden ontstaan door verlaging van de slootwaterstand tot 70 à 100 cm beneden maaiveld.

In dit rapport wordt voortgebouwd op de proeven van Bennema en Van der Woerdt. De verschillende aspecten van de vochtopname (bij Bennema en Van der Woerdt: "opzuigcapaciteit") zullen ter sprake komen.

Aan de hand van de onderzoeksresultaten zal worden ingegaan op de vraag of verlaging van de slootwaterstand bij veengronden een ongunstig effect heeft op het proces van herbevochtiging van de bovengrond. De oorzaken van trage herbevochtiging na uitdrogen zullen hierbij slechts ten dele en onvolledig kunnen worden besproken. Hiervoor is meer fundamenteel onderzoek nodig, waarbij kan worden voortgebouwd op het werk van Hooghoudt et al. (1960b).

3. VERBREIDING EN ENKELE KENMERKEN VAN MOEILIK BEVOCHTBARE GRONDEN

Indien over moeilijk bevochtbare gronden wordt gesproken, wordt bijna altijd bedoeld op de bovengrond. Het is voornamelijk de laag vlak onder de zode, die de duidelijke kenmerken vertoont van een uiterst langzame herbevochtiging, vooral in en na droge perioden. Deze lagen blijven ook in natte perioden droog. Alleen in natte zomers treedt het verschijnsel niet of nauwelijks op, terwijl ook na een natte herfst en winter het stofdroge karakter verdwenen is. Het langdurig droog blijven van de moeilijk bevochtbare lagen is dus geen blijvende eigenschap, maar treedt op in afhankelijkheid van de neerslagverdeling en het verdampingsoverschot.

Kenmerken van de moeilijk bevochtbare bovengrond zijn:

- zeer kleine en uiterst stabiele structuurelementen (granulair en afgerond blokkige elementen) met een hoge structuurgraad (ook in natte perioden),
- grijsbruine tot bruine kleur,
- aanwezigheid van verkurkte wortels,
- afwezigheid van biologische activiteit.

Dit soort bovengronden komt voor bij de gronden in de droogmakerijen van Noordholland, Zuid-Holland en Utrecht, bij de veengronden van het bovenland (niet vergraven veengronden) en bij sommige zeekelegronden. Een langzame bevochtiging van humushoudende bovengronden gaat in een groot aantal gevallen gepaard met storende lagen in de ondergrond, te weten een laag katteklei, dunne meestal samengeperste lagen zuur veen of een zeer zware, dichte kleiondergrond. De combinatie van een moeilijk bevochtbare bovengrond en katteklei in de ondergrond is een bekend verschijnsel in de droogmakerijen. Een dergelijke bovengrond komt echter ook voor, waar samengeperste en/of zure veenlagen aanwezig zijn, zoals bij sommige restveengronden in de droogmakerijen en bij veengronden van het bovenland in Noordholland. Daar komen plaatselijk onder de bovengrond dunne lagen sterk samengeperst bladmosveen voor. Bij de zeekelegronden kan eigenlijk niet gesproken worden van storende lagen in de ondergrond. Meestal gaat een moeilijk bevochtbare bovengrond daar samen met een compacte, weinig poreuze, prismatische (enkelvoudige) structuur in de ondergrond.

Storende lagen geven echter geen afdoende verklaring. Moeilijk bevochtbare bovengronden komen namelijk ook voor, waar van storende lagen in de ondergrond geen sprake is, zoals op slootkanten bij waardveengronden in de Alblasserwaard. Ook bij drechtvaaggronden in Delfland, die de overgang vormen tussen poldervaaggronden en veengronden met een kleidek, komen zeer moeilijk bevochtbare bovengronden voor. Storingen in het profiel zijn hier veelal niet duidelijk aanwijsbaar.

Gebieden (polders) waar moeilijk bevochtbare bovengronden voorkomen, zijn:

Yerseke Moer, Munnikenland van Westmaas, St. Anthony Polder, Oudeland van Strijen, Polder Simonshaven, Kralingse Veer, Aalkeetbuitenpolder, Lage Abtwoudsche Polder, Oude Leede, Pijnacker, Polder Prins Alexander, Zuidplaspolder, Polder De Putte, Polder Nieuwkoop, Polder Zevenhoven, droogmakerijen rond Mijdrecht, Polder De Ronde Hoep, De Broekermeer, plaatselijk bij de veengronden rond Edam, Monnikendam en Purmerend, Polder Beetskoog, Polder Mijzen, Polder de Westerkogge.

Tabel 1. Enkele gegevens van de bemonsterde plekken

Hoofdklasse	Subgroep bodemclassificatie	Aantal proefplekken met/zonder verdrogende lagen	pH(KCl) 0-10 cm	Org.stofgehalte 0-10 cm	Opmerkingen
Veengronden	vlierveengronden	12 met	3,7 (3,1-4,5)	28-65	op veenmosveen, zeggeveen, veen op slappe klei
	koopveengronden	3 zonder 2 met	4,3, 4,6, 5,1 4,1, 4,6	24 27 42 35 40	op zeggerietveen op veenmosveen, op bagger
	weideveengronden	14 zonder	5,1 (4,0-5,6)	20-52	op veenmosveen, bosveen, broekveen, zeggeveen
	waardveengronden	7 zonder	5,3 (4,5-6,1)	18-33	op zeggeveen, broekveen en bosveen
	plaseerdgronden	1 met 2 zonder	3,7 4,8, 4,9	27 12 25	op bosveen op veenmosveen, op bosveen
Moerige eerdgronden	plaseerdgronden	13 met 6 zonder	4,0 (3,6-4,6) 5,4 (5,2-5,5)	15-40 21-33	veelal met kattekleilagen 2 plekken met katteklei
Kalkhoudende zandgronden	vlakvaaggronden	1 zonder	7,0	6,5	geheel kalkrijk
	tochteerdgronden	2 zonder	5,1, 6,1	16 19	bouwvoor zware zavel en lichte klei
Zeekleigronden	kalkarme leek/woudeerdgr.	5 zonder	5,5 (4,8-6,3)	8-17	bouwvoor lichte en zware klei
	kalkrijke leek/woudeerdgr.	4 zonder	6,6 (6,0-7,0)	8-16	bouwvoor lichte zavel, zware zavel, lichte klei
	drechtvaaggronden	3 zonder	5,5, 5,0, 4,3	8 10 12	bouwvoor zware klei, kalkloos
	kalkarme poldervaaggronden	2 met 3 zonder	3,5, 4,6 5,0, 5,1, 6,0	10 14 8 11 17	bouwvoor zware klei, kalkloos bouwvoor lichte zavel, zware klei
	kalkrijke poldervaaggronden	2 zonder	6,9, 7,3	9 18	bouwvoor lichte zavel, zware klei

4. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Aan het onderzoek werden vooraf enkele voorwaarden gesteld:

- Het onderzoek vindt plaats op blijvend grasland; hiervan wordt de laag van ca. 3 tot ca. 10 cm bemonsterd.
- Er wordt bemonsterd met ringen van 100 cc, waarbij zoveel mogelijk de natuurlijke structuurtoestand blijft gehandhaafd.
- Gronden met uiteenlopende pH's (van kalkrijk tot zuur) dienen in het onderzoek te worden betrokken.
- De uitgangstoestand waarbij de bevochtiging zal plaats vinden is een vochtspanning van pF 2,7 en/of luchtdroog (pF 6,0).

Het onderzoek bestaat uit drie delen, nl. keuze van de te bemonsteren plekken, bemonstering en beschrijving van de plekken en de laboratoriumproeven.

Keuze van de proefplekken

De keuze van de te bemonsteren plekken werd bepaald door de gegevens die tijdens de kartering voor de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000, werden vastgelegd in boorstaten en op veldkaarten. Tabel 1 geeft enkele gegevens van de bemonsterde proefplekken.

Bemonstering en beschrijving van de plekken

Er werden per proefplek 3 tot 6 ringen gestoken van de laag vlak onder de zode. Tevens werd een monster genomen ter bepaling van de pH. Vastgesteld werden voorts: de puntencodering van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000, de grondwatertrap, het voorkomen van moeilijk bewortelbare lagen en de mate van "stoffigheid".

De serie 1970 omvatte 19 plekken, nl. 10 veengronden, 2 moerige gronden, 5 eerdgronden (zeeklei) en 2 vaaggronden (zeeklei). De bemonstering vond plaats in de tweede helft van augustus.

De serie 1971 omvatte 23 plekken, als volgt verdeeld: 6 veengronden, 5 moerige gronden, 1 zandgrond, 4 eerdgronden (zeeklei) en 7 vaaggronden (zeeklei). De bemonstering vond plaats in de tweede helft van juni.

De serie 1972 A omvatte 21 plekken: 13 veengronden, 5 moerige gronden, 2 eerdgronden (zeeklei) en 1 vaaggrond (zeeklei). De bemonstering vond eind mei plaats.

De serie 1972 B omvatte 19 plekken, als volgt verdeeld: 12 veengronden en 7 moerige gronden. De bemonstering vond eind oktober plaats.

Laboratoriumproeven

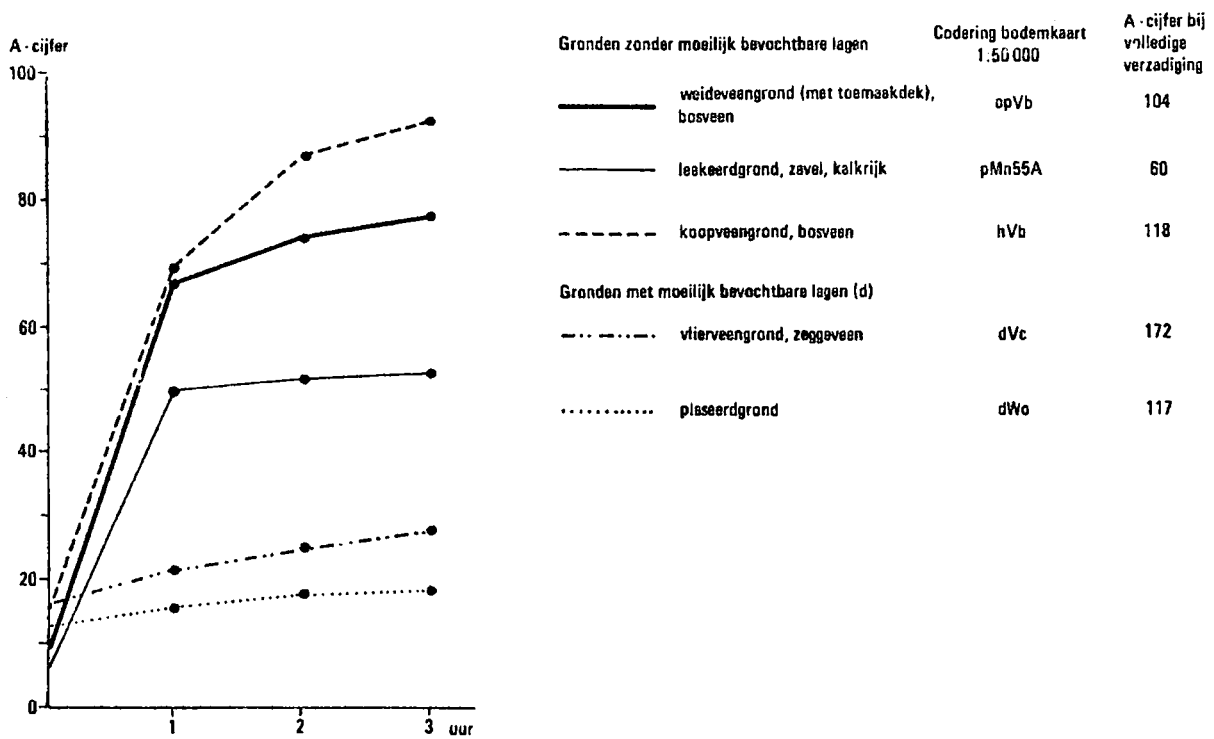
De monsters werden gewogen, zodat de grond:water:lucht-verhouding kon worden berekend. Daarna werden ze uitgedroogd tot luchtdroge toestand (pF ca. 6,0)

De vochtopname geschiedde in een daarvoor geconstrueerde bak, zodanig dat tijdens de vochtopname voldoende water aanwezig bleef. Na één uur, twee uur en drie uur werd gewogen. Daarna bleef het monster staan totdat het met water verzadigd was. Vervolgens werd per ringmonster het volumegewicht en het organische-stofgehalte bepaald.

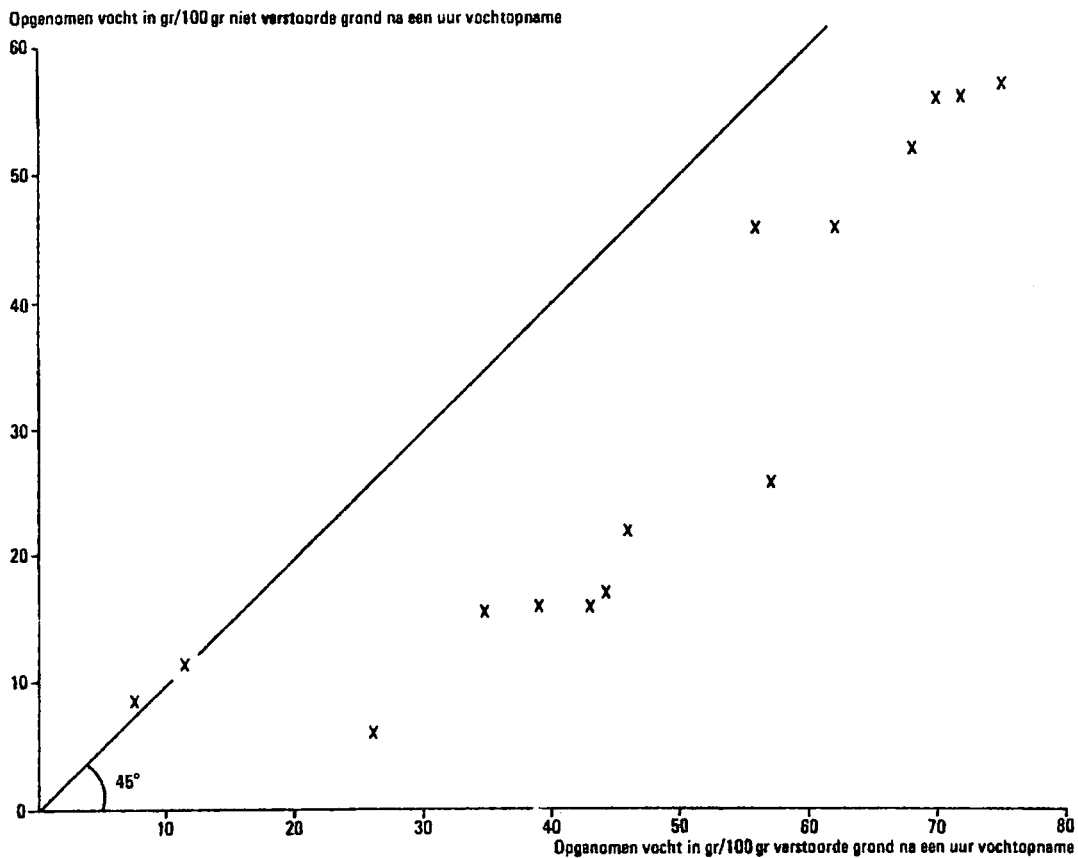
Bij de monsters van de serie 1971 vond behalve bij de luchtdroge toestand ook bevochtiging plaats, nadat de monsters op een vochtspanning van 2,7 waren gebracht.

Bij de serie 1972 A werd de methodiek van de vochtopname getoetst door de voorbehandelingen te variëren. Een gedeelte van de ringmonsters werd uitgedroogd tot pF 6,0, waarna de bevochtiging plaats vond. Het overige deel van de ringmonsters werd eerst volledig verzadigd en daarna uitgedroogd tot pF 6,0; pas daarna vond de bevochtiging plaats.

Bij de serie 1972 B vond alleen bevochtiging plaats nadat de monsters op een vochtspanning van 2,7 waren gebracht.



Afb. 1 Verloop van de vochtopname met de tijd



Afb. 2 Vergelijking van de vochtopname bij monsters met de oorspronkelijke structuur en met een gewijzigde structuur

5. DE RESULTATEN VAN DE LABORATORIUMPROEVEN

Behandeld worden:

1. het verloop van de vochtopname met de tijd,
2. de invloed van de structuur; verstoorde t.o.v. natuurlijke toestand,
3. de invloed van de uitgangstoestand; mate van uitdroging,
4. de invloed van de pH,
5. de invloed van het organische-stofgehalte,
6. de invloed van sterke uitdroging op het A-cijfer; de mate van irreversibel vochtverlies,
7. hoeveelheid vocht tussen pF 1,5 en pF 2,7 van moeilijk en makkelijk bevochtbare lagen,
8. het A-cijfer bij volledige verzadiging van moeilijk en makkelijk bevochtbare lagen.

5.1 Verloop van de vochtopname met de tijd

De hoeveelheid vocht die de grond opneemt, wordt geringer naarmate de tijd verstrijkt. Dit is in het bijzonder het geval voor gronden die geen problemen hebben bij de herbevochtiging (afb. 1). Daar wordt in het eerste uur van de herbevochtiging aanzienlijk meer vocht opgenomen dan in het tweede en derde uur.

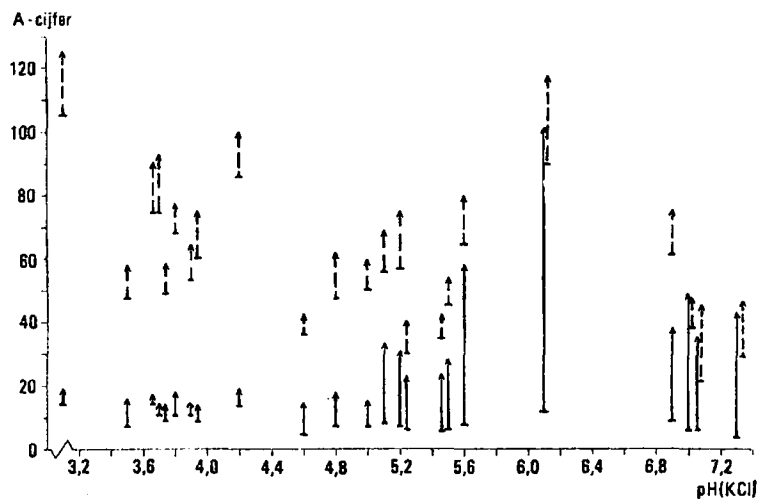
Bij gronden die moeilijk bevochtbaar zijn (afb. 1) is van een afname in de hoeveelheid opgenomen vocht nog weinig merkbaar. Het zal geruime tijd duren voordat de grond geheel met water verzadigd is. Het water ondervindt een zekere weerstand om in de gronddeeltjes te trekken. Er wordt a.h.w. een waterafstotende werking uitgeoefend, die een snelle opname van water verhindert. In vergelijking met normale gronden zijn de attractiekrachten vermoedelijk wel gelijk, maar de repulsiekrachten verschillend (mondelinge mededeling Ir. van der Sluijs).

De opgenomen hoeveelheid vocht na één uur, twee uur, etc. met als uitgangstoestand luchtdroog is een goede graadmeter om de diverse gronden te vergelijken. Bij dit onderzoek is uiteindelijk gekozen voor de hoeveelheid opgenomen vocht na één uur contact tussen ringmonsters en water op een pF-bak bij een aanvangsvochtspanning van -2,5 cm waterkolom.

5.2 De invloed van de structuur; verstoorde t.o.v. natuurlijke toestand

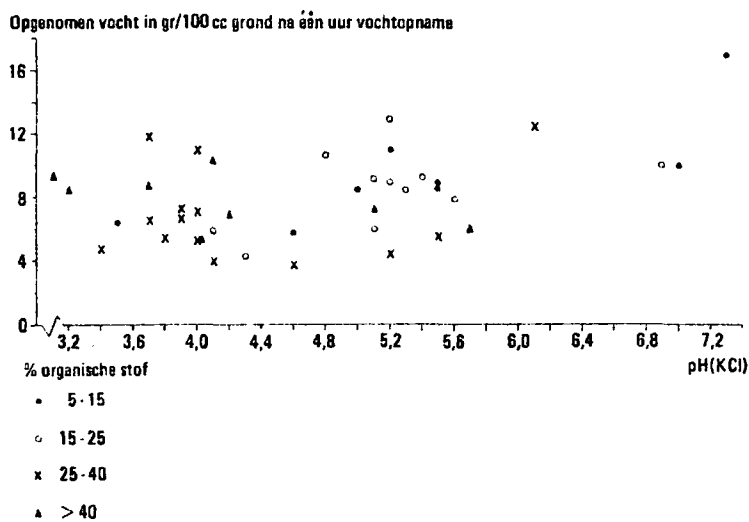
In afbeelding 2 is de relatie weergegeven tussen de hoeveelheid opgenomen vocht in grammen per 100 gram droge grond na één uur vochtopname bij de natuurlijke toestand (oorspronkelijke structuur) t.o.v. een toestand, waarbij de grond sterk verkrumeld is en de oorspronkelijke toestand is verstoord.

Monsters met een verstoorde structuur nemen in het algemeen meer vocht



↑
↓
↑ toename A - cijfer na één uur vochtopname bij pF 2,7
↓
↑
↓
↑ toename A - cijfer na één uur vochtopname bij pF ca. 6,0
↓

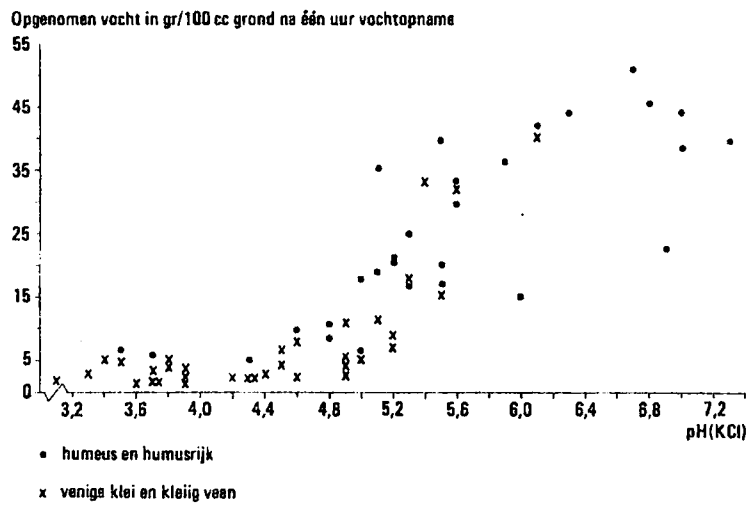
Afb. 3 Vochtopname na uitdrogen tot pF 2,7 en na uitdrogen tot luchtdroog (pF ca 6,0)



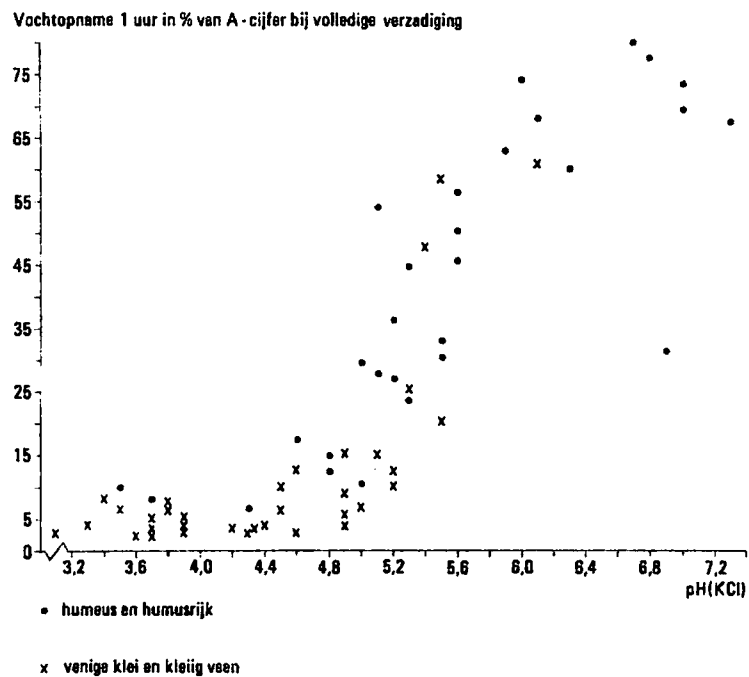
Afb. 4 Vochtopname na uitdrogen tot pF 2,7 in relatie met de pH

Tabel 2. Hoeveelheid opgenomen vocht (in grammen per ring van 100 cc) met betrekking tot het volumegewicht

Organische stof %	pH	Volumegewicht (g/cm ³)	Opgenomen hoeveelheid vocht (in gram)
9	7,3	0,98	40
	5,2	1,04	21
11	5,0	0,83	7
	5,5	0,89	20
17	5,1	0,72	19
	4,8	0,75	8
	6,8	0,99	46
23	4,6	0,61	25
	5,1	0,63	33
	5,6	0,65	32
27	3,6	0,59	2
	3,7	0,62	2
	4,6	0,62	8
	3,7	0,65	6
	3,7	0,72	3
	3,9	0,72	4
28	3,8	0,61	5
	4,5	0,62	7
	4,4	0,64	3
	6,1	0,45	40
33	5,2	0,53	9
	5,4	0,59	33
	3,9	0,63	2
	5,1	0,43	11
52	3,7	0,47	2
	3,4	0,52	5



Afb. 5 Vochtopname na uitdrogen tot luchtdroog (ca. pF 6,0) in relatie met de pH



Afb. 6 Vochtopname na uitdrogen tot luchtdroog (ca. pF 6,0) in relatie met de pH

per uur op, dan monsters met de niet verstoorde, oorspronkelijke structuur. Alleen al het feit dat het contactoppervlak van verstoorde grond groter is leidt tot een grotere opname van water per tijdseenheid. Dit was ook een uitkomst uit het onderzoek van humushoudende bovengronden uit de droogmakerijen (Bennema en Van der Woerd, 1960). Zij concludeerden dat lage waarden voor de vochtopname verband houden met de structuur van de grond. Uit de gegevens van tabel 2 blijkt echter niet dat bij een compactere structuur (hier aangegeven met een groter volumegewicht) de hoeveelheid vocht die na één uur kan worden opgenomen duidelijk geringer is. Wel lijkt op het eerste gezicht een duidelijke pH-invloed aanwezig. Andere structuuraspecten zoals structuurvorm (structuurgraad), aanwezigheid en aard van humushuidjes, werden niet in het onderzoek betrokken.

5.3 De invloed van de uitgangstoestand; mate van uitdroging

Uitgegaan werd van het vochtgehalte bij pF 2,7 en van het vochtgehalte bij de luchtdroge toestand (pF ca. 6,0). Het was technisch niet mogelijk een vochtspanning van 4,2 te realiseren.

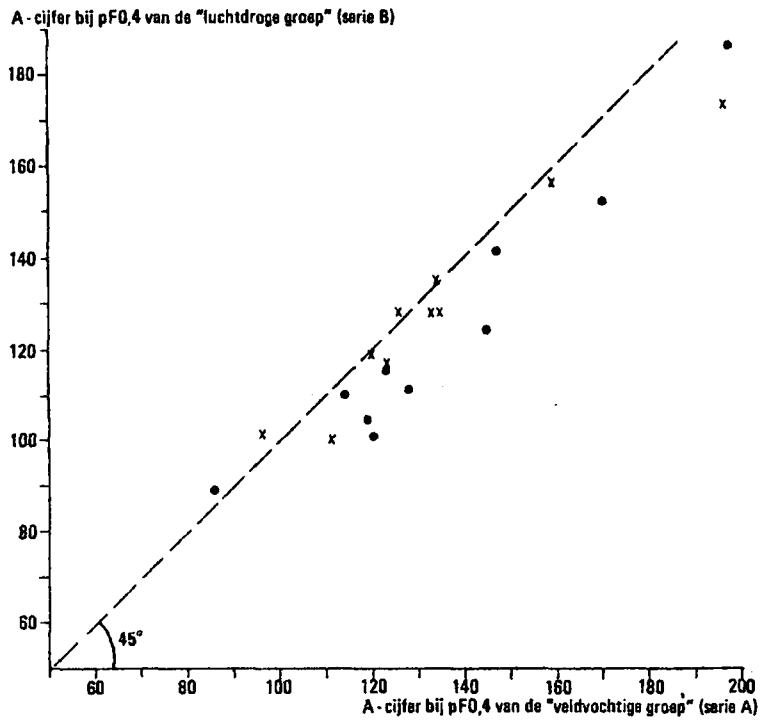
De toename van het A-cijfer na één uur vochtopname bij pF 2,7 en bij pF ca. 6,0 (luchtdroog) is in afbeelding 3 weergegeven in relatie met de pH. Bij monsters met een lage pH is de vochtopname bij pF 2,7 groter dan bij de luchtdroge toestand. Bij monsters met een hoge pH daarentegen is de vochtopname bij luchtdroge toestand aanzienlijk groter dan die bij pF 2,7. De grens ligt ongeveer bij een pH van 5,0. Gronden met een lage pH en in het bijzonder de gronden met een moeilijk bevochtbare bovengrond zijn in het algemeen gediend met een niet te sterke uitdroging (zie ook afb. 4).

5.4 De invloed van de pH

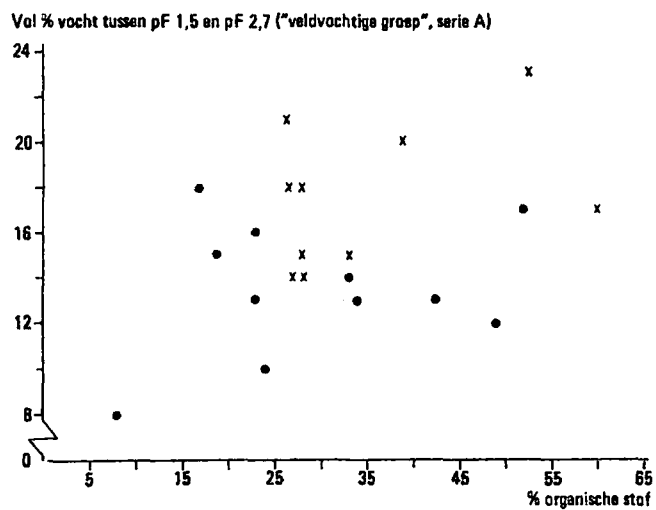
Uit tabel 2 en afbeelding 3 blijkt al duidelijk dat bij een bepaalde uitdrogingstoestand de mate van vochtopname is gecorreleerd met de pH. In afbeelding 4 is de samenhang tussen de hoeveelheid opgenomen vocht na één uur vochtopname en de pH weergegeven. De uitgangstoestand is het vochtgehalte bij pF 2,7. Na één uur is gemiddeld 8 gram water opgenomen.

Van enige invloed van de pH op de vochtopname is bij een vochtspanning van pF 2,7 geen sprake. Daarentegen is er bij een luchtdroge toestand wel een duidelijke correlatie tussen de pH en de mate van vochtopname (afb.5). Tot een pH van 4,4 is de vochtopname gering en bedraagt gemiddeld 3 gram na één uur. Tussen een pH 4,4 en 5,0 neemt de vochtopname geleidelijk toe en na een pH van 5,0 wordt de vochtopname snel groter.

In afbeelding 6 is de vochtopname na één uur uitgedrukt in procenten van de totale hoeveelheid die kan worden opgenomen en uitgezet tegen de pH. De to-



Afb. 7 De invloed van sterke uitdroging op het A-cijfer bij pF 0,4 van gemakkelijk (●) en moeilijk bevochtbare bovengronden (x)



Afb. 8 Hoeveelheid vocht tussen pF 1,5 en pF 2,7 in gemakkelijk (●) en moeilijk bevochtbare bovengronden (x)

tale hoeveelheid die bij de luchtdroge toestand kan worden opgenomen is gelijk aan het A-cijfer bij volledige verzadiging verminderd met het A-cijfer bij de luchtdroge toestand. Ook uit deze afbeelding wordt duidelijk dat bij een pH kleiner dan ca. 4,5 de vochtopname belemmerd wordt. Bij een pH groter dan 5,8 wordt zelfs 60% of meer van de totale hoeveelheid op te nemen vocht binnen één uur "opgezogen".

5.5 De invloed van het organische-stofgehalte

In afbeelding 4 is het organische-stofgehalte in vier klassen aangegeven. Bij een uitgangstoestand overeenkomend met een vochtspanning van pF 2,7 heeft het gehalte aan organische stof nauwelijks invloed op de vochtopname. Bij pH 3,2 - 4,2 zijn er enkele aanwijzingen voor een grotere vochtopname naarmate het organische-stofgehalte hoger is. Bij de afbeeldingen 5 en 6 is een onderverdeling gemaakt in humeuze en humusrijke lagen ten opzichte van lagen bestaande uit moerig materiaal (venige klei en kleilig veen).

Er zijn in het pH-traject 4,2 - 5,4 voldoende aanwijzingen dat hier de vochtopname, met als uitgangstoestand "luchtdroog" het grootst is als de bovengrond humeus is of humusrijk, hetgeen betekent dat bij een laag organische-stofgehalte iets meer vocht wordt opgenomen.

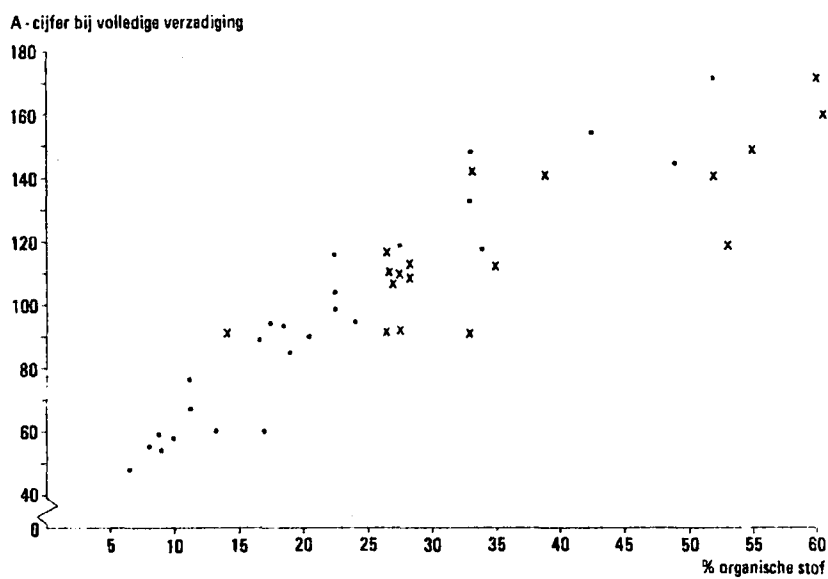
5.6 De invloed van sterke uitdroging op het A-cijfer; de mate van irreversibel vochtverlies

Om de mate van irreversibiliteit na te gaan, werden van 21 plekken de ringmonsters verdeeld in twee series. De behandeling verliep als volgt:

serie A "veldvochtig": monsters werden na de bemonstering verzadigd gedurende
4 à 5 weken

serie B "luchtdroog" : monsters werden na de bemonstering uitgedroogd tot een
luchtdroge toestand en daarna verzadigd gedurende 4 à
5 weken.

Van beide series werden de vochtgehalten bij de pF-waarden 0,4, 1,0, 1,5, 2,0, 2,3 en 2,7 bepaald. De resultaten m.b.t. de vochtopname zijn in afbeelding 7 weergegeven, waar het A-cijfer bij pF 0,4 van de beide series met elkaar wordt vergeleken. Bij de gekozen proefomstandigheden is het A-cijfer bij pF 0,4 van de "luchtdroge groep" (serie B) iets lager dan van de veldvochtige groep (serie A). Voor monsters uit moeilijk bevochtbare lagen bedraagt het verschil gemiddeld 5 gram water per 100 gram droge grond en voor monsters uit gemakkelijk bevochtbare lagen 10 gram water per 100 gram droge grond. Een zekere mate van irreversibiliteit is dus niet uitgesloten (gemiddeld 5 gram water/100 gram droge grond), hoewel ook de tijdsduur van verzadigen bij serie B nog te kort geweest kan zijn.



Afb. 9 A - cijfer bij volledige verzadiging van gemakkelijk (•) en moeilijk bevochtbare bovengronden (x)

5.7 Hoeveelheid vocht tussen pF 1,5 en pF 2,7 van gemakkelijk en moeilijk bevochtbare bovengronden

In afbeelding 8 is van de monsters van serie A (veldvochtig) het volumepercentage vocht aangegeven tussen pF 1,5 en 2,7. Enige samenhang tussen het volumepercentage vocht tussen pF 1,5 en 2,7 en het organische-stofgehalte kon niet worden aangetoond. De spreiding tussen de punten is hiervoor te groot. Dat moeilijk bevochtbare lagen minder vocht bevatten tussen de pF-waarden 1,5 en 2,7 dan gemakkelijker bevochtbare lagen, kon evenmin worden aangetoond.

5.8 Het A-cijfer bij volledige verzadiging van moeilijk bevochtbare bovengronden in vergelijking met gemakkelijk bevochtbare bovengronden

In afbeelding 9 is voor monsters afkomstig uit moeilijk bevochtbare lagen en uit gemakkelijker bevochtbare lagen het berekende A-cijfer bij volledige verzadiging weergegeven t.o.v. het percentage organische stof. Vooral bij wat hogere organische-stofgehalten hebben de monsters uit moeilijk bevochtbare lagen in het algemeen een wat lager A-cijfer dan de overige monsters. De verschillen zijn echter gering.

6. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Uit de laboratoriumproeven is gebleken dat het proces van vochtopname - het opzuigen van water - zeer verschillend kan verlopen. Sommige gronden hebben na één uur herbevochtiging al 70 à 80% van het op te nemen vocht opgezogen, andere slechts enkele procenten.

Er zijn drie factoren die de vochtopname beïnvloeden, de uitdrogingstoestand, de pH en het organische-stofgehalte. Indien de uitdroging nog niet voortgeschreden is, hebben noch de pH noch het organische-stofgehalte veel invloed op de vochtopname. De invloed van beide factoren, vooral van de pH, wordt echter groter naarmate de uitdroging toeneemt. Deze resultaten sluiten aan bij de veldervaring en de boerenpraktijk. In natte zomers vertonen de gronden met moeilijk bevochtbare lagen in de bovengrond nauwelijks het verschijnsel van de trage bevochtiging. Veel van deze gronden zijn dan slechts herkenbaar aan de bodemstructuur.

De bevochtiging verloopt bij "zure gronden" dus trager naarmate het vochtgehalte afneemt en de zuigspanning toeneemt. De vraag naar een kritieke zuigspanning kon met de gebruikte methodiek niet worden beantwoord. Aangenomen mag worden dat die voor elke grond andere waarden heeft. Kennis hierover is echter slechts van belang voor gronden waarvan de humushoudende bovengrond een pH heeft die lager is dan ca. 5,0.

Moeilijk bevochtbare gronden zijn gevoelig voor sterke uitdroging omdat de herbevochtiging uiterst traag verloopt. Het zijn meestal gronden met een geringe bewortelingsdiepte en een geringe aanvoer van capillair water, zodat juist hierdoor uitdroging van de bovengrond wordt bevorderd. Verbetering van deze gronden zou gezocht kunnen worden in bekalking, gecombineerd met grondbewerking en verlaging van het organische-stofgehalte. Een verbetering van de bewortelingsmogelijkheden zal, gezien de meestal potentieel zure ondergrond, moeilijker zijn te verwezenlijken.

Vier aspecten verdienen nog aandacht, te weten de oorzaken van de trage bevochtiging, de "vochtbinding" van de moeilijk bevochtbare lagen, de invloed van diepere ontwatering van veengronden op de opzuigcapaciteit en de terminologie.

Mogelijke oorzaken van te trage bevochtiging

Uit de gegevens van de afbeeldingen 3, 5 en 6 krijgt men de indruk, dat een lage pH de langzame herbevochtiging veroorzaakt. Waarschijnlijk is echter de pH slechts een begeleidend kenmerk en liggen de oorzaken in de aard en samenstelling van de organische stof. Geconstateerd is nl. dat zure kateklei met weinig organische stof wel snel vocht opneemt. Bepaalde organische verbin-

dingen zorgen er blijkbaar voor dat de aantrekkingskrachten tussen water en het oppervlak van de gronddeeltjes kleiner zijn dan de aantrekkingskrachten tussen de watermoleculen onderling. Het oppervlak van de gronddeeltjes zal het water als het ware afstoten (*water repellence* in Am.literatuur). Het water wordt ondanks een groot potentiaalverschil niet de grond ingezogen, maar vormt een druppel op het oppervlak van de gronddeeltjes. Er ontstaat een bepaalde hoek tussen de vloeistof en het oppervlak van de gronddeeltjes. Deze hoek wordt randhoek genoemd (*contact angle* of *wetting angle* in Am.literatuur). Ook Hooghoudt et al. (1960b) wijten de moeilijke bevochtiging aan bepaalde eigenschappen van de organische stof, maar bovendien aan een grote affiniteit voor lucht, waardoor de randhoek gelijk of groter dan 90° wordt. Verwijdering van lucht geeft wel snelle vochtopname. Duidelijk is dat de grote affiniteit voor lucht alleen bij bepaalde humushoudende bovengronden een sterke vertraging van de vochtopname veroorzaakt. Vermoedelijk wordt de vertraagde wateropname veroorzaakt door bepaalde organische verbindingen, waarbij de zuurgraad waarschijnlijk de waterafstotende werking van de organische verbindingen aan het oppervlak van de structuurelementen beïnvloedt.

Aan de vochtbinding, het belangrijkste onderwerp van de studie van Hooghoudt et al. (1960b), is bij het door ons uitgevoerde onderzoek weinig aandacht besteed. In principe is er van "irreversibele indroging" sprake als een uitgedroogde grond na herbevochtiging een lager vochtgehalte krijgt dan oorspronkelijk. Dit zal in het algemeen het geval zijn bij niet volledig gerijpte lagen of bij lagen waarvan de organische stof na uitdrogen een deel van het vermogen om weer op te zwellen heeft verloren. Bepaalde typen mosveen zullen na uitdrogen en herbevochtigen meestal wel weer het oorspronkelijke vochtgehalte kunnen krijgen. De humushoudende bovengronden van de klei- en veengraslanden vertonen de "irreversibele indroging" zoals hier wordt bedoeld in het geheel niet. Wel kan gezegd worden dat de vochtcapaciteit van moeilijk bevochtbare lagen vooral bij organische-stofgehalten van 30-60% lager is dan bij makkelijk bevochtbare lagen. Dit heeft echter geen invloed op de hoeveelheid gemakkelijk opneembaar vocht. Deze is in de moeilijk bevochtbare lagen zeker niet lager dan in makkelijk bevochtbare.

Duidelijk is dat de vochtbinding, vooral in sterk uitgedroogde toestand, zeer ongunstig kan zijn. Is de bevochtigingsperiode kort, dan kan het daarna gemeten vochtgehalte aanzienlijk lager zijn dan het vochtgehalte vóór de uitdroging. Het gebruik van de term "irreversibele indroging" is sterk gebonden aan de eisen die men stelt met betrekking tot de toelaatbare uitdroging en de duur van de bevochtigingsperiode.

Moeilijk bevochtbare humushoudende bovengronden zijn gebaat bij een niet te sterke uitdroging. De zuigspanning mag daarom niet te groot worden. Nu

Tabel 3 Vochtopname bij veengronden van het bovenland na één uur. Uitgangstoestand: luchtdroog

Aanduiding	Vochtopname uitgedrukt in % van de A-cijfer bij volledige verzadiging				
Veengronden zonder kleidek					
op mosveen	3,1 ¹⁾	4,1	6,9		
op zeggeveen of mesotroof broekveen	10,3	15,1	15,3		
op bosveen of eutroof broekveen	8,9	47,9	50,6		
Veengronden met kleidek					
op mosveen	5,5				
op zeggeveen of mesotroof broekveen	6,4	23,5	61,1		
op bosveen en eutroof broekveen	8,0 ¹⁾	12,5	14,8	26,8	56,5

1) slootkanten

wordt de zuigspanning in de bovengrond gedurende de groeiperiode bepaald door: neerslag, verdamping, beschikbare hoeveelheid vocht in de grond. Een sterke uitdroging van de bovengrond zal vooral in jaren met een groot neerslagtekort optreden.

Een diepere ontwatering van veengronden heeft vrijwel geen directe invloed op het mechanisme van de trage en moeilijke herbevochtiging. Wel zal de bovengrond wat eerder uitdrogen zodat de kans op het optreden van een gevoelige periode met betrekking tot de herbevochtiging groter wordt. Dit zal in het bijzonder plaats vinden, als de bewortelingsdiepte beperkt wordt door b.v. zure veenlagen, spalterveen, sterk gelaagd veen, bladmosseveen etc.

Het verschijnsel van de trage vochtopname komt ook plaatselijk voor bij de veengronden van het bovenland (zie tabel 3). Op deze plaatsen zal na diepere ontwatering de kans op hogere zuigspanningen in de bovengrond toenemen. Als bovendien de diepere ontwatering niet gepaard gaat met een grotere bewortelingsdiepte, mag verwacht worden dat het verschijnsel van de moeilijke trage herbevochtiging veelvuldiger gaat optreden. De meeste humushoudende bovengronden van de veengronden vertonen echter ook na sterke uitdroging een redelijke tot goede vochtopname. Bij deze veengronden bestaat na diepere ontwatering absoluut geen gevaar voor ernstige storingen bij de herbevochtiging (opname van regen etc.).

Zoals reeds eerder is opgemerkt, hebben de termen "indrogen", "indroging" te maken met fysische rijping. Na vochtonttrekking wordt door krimp het oorspronkelijke vochtgehalte niet meer bereikt. Er treedt vochtverlies op, die irreversibel is. In principe was het werk van Hooghoudt et al. (196b) dan ook "rijpingsonderzoek". Als referentie dienden immers lagen die nabij de grondwaterspiegel waren gelegen. Het materiaal van dergelijke lagen is niet volledig gerijpt. Irreversibele indroging is dan ook wel aangeduid als te ver voortgeschreden fysische rijping (Pons, 1961 en Cnossen, 1971). Zo gezien is de bovengrond van alle veengronden irreversibel ingedroogd. Voorgesteld wordt om de term irreversibele indroging alleen te gebruiken met betrekking tot de fysische rijping. In de termen "verdrogende veengronden" en "verdrogende lagen in de bovengrond" wordt de invloed benoemd die het betreffende verschijnsel heeft op de plantengroei. Immers een grondlaag, een grondmonster, verdroogt niet, maar droogt uit, terwijl een gewas verdroogt of verdrogingsverschijnselen vertoont. Voorgesteld wordt om de term "verdrogend" niet meer te gebruiken, maar in plaats daarvan te spreken over moeilijk bevochtbaar.

7. CONCLUSIES

1. De per tijdseenheid opgenomen hoeveelheid vocht in humushoudende bovengronden is behalve met de mate van uitdroging en het organische-stofgehalte in sterke mate gecorreleerd met de zuurgraad.
2. Het mechanisme van de trage vochtopname wordt waarschijnlijk bepaald door de waterafstotende werking van bepaalde organische verbindingen aan de oppervlakte van de structurelementen. Hoewel er een goede samenhang bestaat tussen pH en mate van vochtopname, moet toch een lage pH niet als de hoofdoorzaak van een langzaam verlopende vochtopname worden gezien, maar meer als een begeleidend kenmerk.
3. Het verschijnsel dat een humushoudende bovengrond ook na veel neerslag "stofdroog" kan zijn, wordt in stand gehouden doordat steeds na een bepaalde uitdroging, maar moeilijk water wordt opgenomen. Daarom kan beter de term "moeilijk bevochtbare gronden" worden gebruikt in plaats van "irreversibel ingedroogde (veen)gronden" of "gronden met verdrogende lagen in de bovengrond".
4. De hoeveelheid vocht die na uitdroging in humushoudende bovengronden wordt opgenomen, wordt, vooral als de herbevochtiging langzaam verloopt, grotendeels bepaald door de lengte van de periode waarin de grond in contact geweest is met water. Van een werkelijke "irreversibele indroging" in de betekenis van een blijvend vochtverlies na sterke uitdroging is bij de humushoudende bovengrond van grasland op veengronden, moerige gronden en zeekleigronden in het geheel niet of slechts in zeer geringe mate sprake.
5. Moeilijk bevochtbare lagen in de bovengrond hebben vooral bij hoge organische-stofgehalten in het algemeen lagere A-cijfers (bij volledige verzadiging) dan gemakkelijk bevochtbare lagen.
6. Verlaging van het slootpeil in de veengebieden op het bovenland van Zuid-Holland, Noordholland en Utrecht zal meestal geen aanleiding geven tot een achteruitgang van de vochtopname na uitdroging, mits de pH van de bovengrond niet lager is dan ca. 4,5. Bij bovengronden met een pH lager dan ca. 4,5 zullen na verlaging van het slootpeil de perioden waarin een trage herbevochtiging optreedt, veelvuldiger voorkomen, vooral als de bewortelingsdiepte beperkt blijft.
7. Verbetering van moeilijk bevochtbare gronden zou kunnen worden gezocht in bekalking in combinatie met grondbewerking en verlaging van het organische-stofgehalte. Ook verbetering van de bewortelingsdiepte is, waar mogelijk, een aangewezen maatregel.

SAMENVATTING

Bepaalde humushoudende bovengronden nemen, als ze eenmaal zijn uitgedroogd, maar moeilijk weer water op. Sommige van deze bovengronden blijven dan stofdroog, ook na langdurige regenval. Getracht werd om meer kwantitatieve gegevens over de snelheid van herbevochtiging van deze gronden te verkrijgen, zodat vergelijking met andere gronden mogelijk is. Bovendien kan hierdoor meer inzicht worden verkregen in begeleidende kenmerken, zodat een betere karakterisering van de stofdroge bovengronden mogelijk is.

Van diverse gronden in West-Nederland - veengronden, zeekleigronden, moerige gronden - werden ringmonsters genomen uit de bovengrond. Hierin werd na uitdrogen tot een zuigspanning van pF 2,7 en tot een luchtdroge toestand de snelheid van herbevochtiging gemeten.

Geconstateerd werd dat alleen humushoudende bovengronden met een pH lager dan ca. 4,5, als ze eenmaal zijn uitgedroogd, maar moeilijk zijn te herbevochtigen en dat dit pas optreedt als een bepaalde zuigspanning is bereikt. Bij een zuigspanning overeenkomend met pF 2,7 werd nl. het moeilijk vocht opnemen nog niet geconstateerd. De kans dat een moeilijk bevochtbare bovengrond een zuigspanning bereikt waarbij herbevochtiging zeer langzaam plaats vindt, neemt toe naarmate de bewortelingsdiepte beperkt is en naarmate minder vocht vanuit het grondwater capillair wordt aangevoerd. Verbetering van de ontwateringstoestand bij veengronden (verlaging slootpeil) heeft geen directe gevolgen voor de herbevochtiging na uitdrogen, mits de pH van de bovengrond niet lager is dan ca. 4,5. Bij veengronden en moerige gronden met in de bovengrond een pH van minder dan ca. 4,5 wordt na verlaging van het slootpeil de kans dat een kritieke zuigspanning wordt overschreden groter, waardoor de perioden waarin de grond moeilijk wordt herbevochtigd veelvuldiger zullen voorkomen.

Voorgesteld wordt om gronden die na uitdrogen traag vocht opnemen aan te duiden met moeilijk bevochtbare gronden. De term irreversibele indroging kan dan worden gereserveerd voor het irreversibel vochtverlies dat tijdens het proces van de fysische rijping optreedt.

LITERATUUR

- Debano, L.F. en J. Letey 1969 Water-repellent soils. Proceedings of the Symposium on water-repellent soils, May 6-10, 1968. University of California. Riverside.
- Hooghoudt, S.B., D.van der 1960a Verdrogende veengronden in West-Nederland.
Woerdt, J. Bennema en H.van Dijk Versl.Landbouwk.Onderz. 66.23.

waarin:

- Hooghoudt, S.B., 1960b Fysisch-chemisch onderzoek naar de oorzaken
D. van der Woerdt en van de irreversibele indroging van veengron-
H. van Dijk den en de mogelijkheden van verbetering.
- Bennema, J. en 1960 De veldbodembkundige oorzaken van de verdroging;
D. van der Woerdt verbreiding en eigenschappen van de verdroogde
gronden.
- Pons, L.J. 1961 Veengronden.
In: Bodembkunde, 173-194. 's-Gravenhage.
- Cnossen, J. 1971 De bodem van Friesland. Toelichting bij blad 2
van de Bodemkaart van Nederland, schaal
1:200 000. Stichting voor Bodemkartering,
Wageningen.