

6

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
2
L
51

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Optimalisatie van fysische analysemethoden voor potgrond

door
F.M. Leijn-van Dijk

Naaldwijk, december 1986.

Intern verslag nr. 76.

7720355

A
2
L
51

hm/doc/sdbpotgro

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Optimalisatie van fysische analysemethoden voor potgrond

door
F.M. Leijn-van Dijk

Naaldwijk, december 1986.

Intern verslag nr. 76.

INHOUDSOPGAVE

	Pagina
1. Inleiding	3
2. Onderzoek	
2.1. Vaststellen van de minimale droogtijd	4
2.2. Invloed droogmethode op de krimpbe­paling	5
2.3. Evenwichtsinstelling bij verzadiging en bij aanleggen zuigspanning	7
2.4. Meetnauwkeurigheid bij de krimpbe­paling	9
2.5. Optimaal gebruik van zand en zandbakken	11
3. Vaststelling nauwkeurigheid van fysische analysemethoden	11
4. Samenvatting	16
5. Conclusie	18
6. Literatuur	19
Bijlagen 1 tot en met 14	

1. Inleiding

In 1982 zijn werkvoorschriften opgesteld volgens welke de fysische gesteldheid van potgronden kan worden vastgesteld voornamelijk ten behoeve van de Regeling Handelspotgronden (Leijn-van Dijk en Van Dijk, 1983).

Bij het opstellen van deze voorschriften is uitgegaan van onderzoekresultaten c.q. basisvoorschriften zoals deze zijn vastgesteld door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) te Haren (Van Dijk, 1975). Deze basisvoorschriften zijn door het fysisch laboratorium zodanig gemodificeerd, dat routinematige toepassing mogelijk werd. Deze modificaties hadden voornamelijk betrekking op het op een reproduceerbare wijze afpassen van een volumedeel potgrond en op het vaststellen van de krimp door drogen en op de juiste gebruikswijze van zandbakken ten behoeve van de pF-instelling. De aldus opgestelde werkvoorschriften, als bijlagen 1, 2 en 3 opgenomen in dit verslag, hebben ertoe geleid dat sinds 1 januari 1983 de visuele beoordeling van de fysische gesteldheid kon worden vervangen door een objectieve meetmethode. Deze methode, vervolgens aan te duiden als "beperkt fysisch onderzoek" wordt sindsdien min of meer routinematig toegepast ten behoeve van praktijkdoeleinden. Tevens is in de periode 1982-1986 fysisch onderzoek verricht ten behoeve van onderzoekdoeleinden. De fysische eigenschappen van veelal nieuwe potgrondmengsels dienden op een uitgebreide wijze te worden vastgesteld.

Het verschil hierbij ten opzichte van beperkt fysisch onderzoek ligt voornamelijk in de wijze van samendrukken; $0,1 \text{ kg/cm}^2$ in plaats van $0,5 \text{ kg/cm}^2$ en in het feit dat niet bij alleen pF 1.5 maar ook bij pF 0.5, pF 1.0, pF 1.7 en pF 2.0 wordt waargenomen.

Ook hierbij is uitgegaan van onderzoekresultaten verkregen door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (Van Dijk, 1976).

Bij het opstellen van een eigen definitief werkvoorschrift is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van ervaringen opgedaan bij het beperkt fysisch onderzoek, voor zover deze gegevens toepasbaar zijn op beide methoden. De aldus in ontwerp zijnde analysemethode, vervolgens aan te duiden als "uitgebreid fysisch onderzoek" is voorheen nog nooit op schrift gesteld, ook niet in een voorlopige versie.

Ten behoeve van beide genoemde onderzoekvormen zijn mogelijkheden tot vereenvoudiging en optimalisatie onderzocht. Bij het beperkte fysisch onderzoek is vooral getracht daarbij de capaciteit te vergroten gezien het monsteraanbod vanuit de praktijk. Getracht is droog- en evenwichtsinstellingstijden zo kort mogelijk te maken. Steeds is daarbij nagegaan in welke mate de bevindingen toegepast kunnen worden bij het uitgebreid onderzoek. Uiteindelijk is door dit onderzoek gestreefd te komen tot een of meerdere voorschriften volgens welke de fysische gesteldheid van potgrond kan worden vastgesteld zowel ten behoeve van het onderzoek alsmede voor praktijkdoeleinden.

Tenslotte is een overzicht gegeven van de tot dusver volgens de werkvoorschriften verkregen analyseresultaten qua dupliceerbaarheid en reproduceerbaarheid.

2. Onderzoek

2.1. Vaststellen van de minimale droogtijd

Nadat de indruk verkregen was dat potgrondklompjes na één nacht drogen bij 105° C niet, droog waren, is nagegaan welke minimale droogtijd nodig is en/of het verwijderen van de omringende cylinder de droogtijd beïnvloedt. Hiertoe zijn tien potgrondmonsters op de volgende wijze geanalyseerd. Per monster zijn twee cylindersets op standaardwijze gevuld met potgrond volgens het werkvoorschrift voor beperkt fysisch onderzoek waarbij de potgrond direct is samengedrukt met $0,5 \text{ kg/cm}^2$.

Nadat de potgrond gedurende 24 uur is verzadigd in een zandbak is een zuigspanning van 31,6 cm (pF 1.5) aangelegd. Na 24 uur zijn de beide cylinders van elkaar gescheiden en is het gewicht van de vochtige potgrond in de onderste cylinder vastgesteld. Per monster is één omringende cylinder verwijderd en daarna is de potgrond gedroogd bij 105° C. Het gewicht van de potgrond na drogen is vastgesteld na respectievelijk 16, 21, 27 en 43 uur drogen. Uit het gewicht na drogen en het gewicht van de vochtige potgrond is het A-cijfer berekend. Aan de hand van deze A-cijfers bij de verschillende droogtijden is de minimale droogtijd van potgrond vastgesteld. In figuur 1, bijlage 4.1. is voor ieder potgrondmonster de procentuele verhouding van de A-cijfers na respectievelijk 16 en 21 uur ten opzichte van 27 uur drogen grafisch weergegeven. Op dezelfde wijze is ook de verhouding van de A-cijfers na 27 uur ten opzichte van 43 uur drogen grafisch weergegeven.

Uit figuur 1 blijkt dat 16 uur drogen bij 105° C onvoldoende is en dat na 21 uur drogen de monsters op vijf na droog zijn. Deze vijf monsters zijn met cylinder gedroogd. Na 27 uur drogen zijn alle monsters droog.

Uit figuur 1 blijkt ook dat het drogen van potgrond zonder de omringende cylinder de droogtijd verkort.

De droogtijd van potgrond gedroogd zonder cylinder is nader vastgesteld aan de hand van een serie potgrondmonsters uit de praktijk die in drievoud geanalyseerd zijn volgens het werkvoorschrift voor beperkt fysisch onderzoek, waarbij gedroogd is zonder cylinder gedurende 23 en 27 uur bij 105° C. Voor een droogtijd van 23 uur is gekozen vanwege de praktische uitvoering van de bepaling.

Uit de wegingen zijn de A-cijfers na 23 en 27 uur drogen berekend en grafisch weergegeven in figuur 2, bijlage 4.2. Uit figuur 2 blijkt dat na 23 uur drogen zonder cylinder bij 105° C alle onderzochte potgrondmonsters droog zijn. Het drogen van potgrond met of zonder cylinder is afhankelijk van de samenstelling van de potgrond. De samenstelling van potgrondmonsters die in aanmerking komen voor beperkt fysisch onderzoek wordt bekend verondersteld en om die reden is besloten alleen tijdens beperkt fysisch onderzoek potgrond zonder cylinder te drogen. Op deze wijze wordt voorkomen dat de klompjes potgrond tijdens het drogen uit elkaar vallen, vanwege de diversiteit in samenstelling van potgronden bij het uitgebreid fysisch onderzoek.

Tijdens het onderzoek naar de minimale droogtijd van potgrond is tevens vastgesteld dat het gebruik van een exsiccator voorafgaande aan de weging niet nodig is.

2.2. Invloed droogmethode op de krimpbe­paling

Om de invloed op de resultaten van de krimpbe­paling door het drogen en door de aan- of afwezigheid van cylinders daarbij vast te stellen is een serie potgrondmonsters uit de praktijk in drievoud geanalyseerd volgens het werkvoorschrift voor beperkt fysisch onderzoek. Per monster zijn afwisselend één of twee cylinders verwijderd. De vochtige potgrond zonder cylinder is 23 uur gedroogd bij 105° C en de vochtige potgrond met cylinder is 27 uur gedroogd bij 105° C. Na drogen en wegen zijn de resterende cylinders ook verwijderd en is de krimp volgens het werkvoorschrift gemeten. Het resultaat van de bepaling van de krimp van de onderzochte monsters is vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Percentage krimp van de geanalyseerde monsters na drogen zonder cylinder (23 uur) en met cylinder (27 uur)

analyse- nummer	% krimp na drogen zonder cylinder	% krimp na drogen met cylinder
84 F-62	32	35
63	23	28
64	25	27
65	25	26
66	22	20
67	24	20
68	5	3
69	4	4
70	23	23
S	20	19

Uit tabel 1 blijkt dat het verwijderen van de cylinder de krimp niet be­invloedt.

De invloed van langdurig drogen op de krimp is vastgesteld door een serie monsters te drogen zonder cylinders gedurende respectievelijk 23, 27 en 48 uur bij 105° C en na iedere droogtijd de krimp te meten volgens het werkvoorschrift.

Het resultaat van de bepaling van de krimp bij verschillende droogtijden is vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Percentage krimp van de geanalyseerde monsters na 23, 27 en 48 uur drogen zonder cylinder

analyse- nummer	% krimp na 23 uur drogen bij 105° C	% krimp na 27 uur drogen bij 105° C	% krimp na 48 uur drogen bij 105° C
84 F-44	28	29	30
45	14	14	15
46	27	28	28
47	16	17	18
48	28	29	29
49	26	26	27
50	24	25	25
51	24	25	25
52	25	25	26
S	17	19	19

Uit tabel 2 blijkt dat langdurig drogen van potgrond zonder cylinder, zelfs gedurende tweemaal de vastgestelde minimale droogtijd, het resultaat van de krimpbeplating niet beïnvloedt. Van deze serie monsters is één klompje potgrond per monster de krimp drie dagen lager nogmaals gemeten. Het percentage krimp na 23 uur drogen en na drie dagen laten staan, is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Percentage krimp in enkelvoud van monsters geanalyseerd direct na 23 uur drogen en na drie dagen laten staan

analyse- nummer	% krimp na 23 uur drogen bij 105° C	% krimp na na drie dagen laten staan
84 F-44	29	26
45	12	10
46	27	25
47	16	14
48	29	26
49	26	24
50	25	21
51	25	22
52	25	22
S	17	15

Uit tabel 3 blijkt dat het percentage krimp gemeten na drie dagen laten staan lager is dan direct na drogen gemeten. Het verschil is minimaal 2% en maximaal 4% absoluut. Deze verschillen zijn echter van weinig betekenis gezien de statistische verwerking van de resultaten van 25 geanalyseerde potgrondmonsters (Leijn-van Dijk en Van Dijk, 1983).

2.3. Evenwichtsinstelling bij verzadiging en bij aanleggen zuigspanning

Tijdens dit onderdeel van het onderzoek is aandacht besteed aan het verzadigen van potgrond en aan het volhouden van de aangelegde zuigspanning. De minimale tijd die nodig is voor het bereiken van een evenwicht tijdens verzadigen en tijdens het volhouden van de aangelegde zuigspanning is op de volgende wijze vastgesteld. Tien potgrondmonsters met uiteenlopende samenstellingen zijn geanalyseerd volgens het werkvoorschrift voor beperkt fysisch onderzoek waarbij de tijd nodig voor het bereiken van evenwicht tijdens verzadigen en tijdens het volhouden van een aangelegde zuigspanning variabel is gekozen. Bij het verzadigen van de potgrond is gekeken naar de invloed van water toevoegen aan de potgrond van bovenaf, dit in tegenstelling tot verzadigen van onderaf in een zandbak. Hiertoe zijn per monster twee cilinderset op standaardwijze gevuld met veldvochtige potgrond en gewogen. Per monster is een cilinderset gevuld met potgrond op een zeef geplaatst en is er net zolang water op de potgrond in de cilinderset gebracht totdat er water aan de onderkant uitliep. Daarna zijn alle cilinderset volgens voorschrift in twee zandbakken geplaatst waar verzadiging van onderaf plaatsvindt. De potgrond is verzadigd waarbij na respectievelijk 1-2-3,5-4,5-5,5-7-8-25- en 120 uur het gewicht van de natte potgrond is vastgesteld.

Uit de wegingen is voor iedere verzadigingstijd het gewicht van de natte potgrond per 100 g veldvochtige potgrond voor ieder monster berekend en grafisch weergegeven in figuur 3, bijlage 5. Uit figuur 3 blijkt dat na 4 uur verzadigen de monsters op twee na verzadigd zijn. Deze twee potgrondmonsters 85 pF 99 en 103 zijn na 120 uur nog niet verzadigd, hetgeen waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de samenstelling van deze monsters. De samenstelling is zwartveen en Duitse turfstrooisel. Het toevoegen van water van bovenaf op de potgrond in de cilinderset heeft bij de meeste van de tien geanalyseerde monsters geen invloed op de verzadigingssnelheid. Bij monster 85 pF 93, 96, 99 en 103 is de potgrond waaraan van bovenaf water is toegevoegd duidelijk natter en dit verschil blijft nagenoeg constant aanwezig gedurende het verzadigingsproces tot 120 uur.

Nadat de cilinderset terug in de zandbakken zijn geplaatst, beide cilinderset van één potgrondmonster in één zandbak, is een zuigspanning van 100 cm water (pF 2,0) aangelegd gedurende respectievelijk 16, 20, 24 en 40 uur. De cilinderset met potgrond zijn na iedere stap gewogen. Volgens voorschrift is nu de potgrond samengedrukt met 0,5 kg/cm² en zijn de cilinderset terug in de zandbakken geplaatst voor herverzadiging gedurende drie dagen onderaf. Daarna is een zuigspanning van 31,6 cm (pF 1,5) aangelegd, eveneens gedurende respectievelijk 16, 20, 24 en 40 uur. Na iedere stap zijn de cilinderset met potgrond gewogen. Uit de wegingen is het gewicht van de vochtige potgrond bij pF 1,5 en bij pF 2,0 aangelegd gedurende 16, 20, 24 en 40 uur, berekend per 100 gram veldvochtige potgrond en dit is weergegeven in tabel 4.

Uit tabel 4 blijkt, dat na 16 uur volhouden van de aangelegde zuigspanning het gewicht van de vochtige potgrond niet meer afneemt en dus evenwicht is bereikt. De invloed van water toevoegen aan de potgrond van bovenaf (85 pF 93, 96, 99 en 103) is niet terug te vinden in het gewicht van de vochtige potgrond bij pF 2,0. Bij

monsters nr. 94 en 103 blijft het gewicht van de vochtige potgrond

Tabel 4. Gewicht van de vochtige potgrond bij pF 1,5 en bij pF 2,0 aangelegd gedurende 16, 20, 24 en 40 uur

ana-lyse nr.	water van boven-af toe-gevoegd	Gewicht vochtige potgrond per 100 g veldvochtige potgrond								
		120 uur ver-zadi-gen	bij pF 1,5				bij pF 2,0			
			na 16 uur	na 20 uur	na 24 uur	na 40 uur	na 16 uur	na 20 uur	na 24 uur	na 40 uur
85 pF										
91		120,6	97,7	97,5	97,4	97,2	95,4	95,2	95,0	94,5
	*	122,0	98,0	97,7	97,6	97,4	95,8	95,5	95,3	94,9
92		165,1	113,7	113,2	113,0	112,8	101,6	101,2	101,0	100,4
	*	166,2	114,0	113,6	113,3	113,0	102,5	102,1	101,9	101,5
93		210,7	137,6	136,9	136,5	135,8	115,0	114,4	114,0	113,4
	*	220,1	139,1	138,3	137,9	137,2	116,2	115,7	115,1	114,3
94		289,9	170,2	169,1	168,5	167,7	158,5	155,8	154,2	152,8
	*	290,8	167,4	166,4	165,8	165,0	150,6	148,2	146,7	144,4
95		143,5	112,3	112,0	111,8	111,6	103,7	103,4	103,2	102,5
	*	146,1	112,6	112,3	112,1	111,9	104,0	103,6	103,4	102,7
96		264,3	148,2	147,4	147,1	146,5	117,7	117,3	117,0	116,2
	*	275,4	149,7	148,8	148,5	147,7	117,7	117,3	117,0	116,1
97		260,2	158,8	158,1	157,6	157,0	140,8	139,7	139,1	138,2
	*	259,1	155,9	155,2	154,9	154,2	137,5	135,6	134,5	133,1
99		215,6	170,9	170,5	170,1	169,5	135,6	135,5	135,4	135,1
	*	222,5	170,8	170,4	170,0	169,5	136,8	136,6	136,5	136,2
103		474,4	267,4	265,1	264,0	262,7	230,9	228,0	226,4	224,4
	*	495,9	271,7	269,3	268,1	266,8	231,1	227,8	225,5	222,5
106		147,2	100,1	99,7	99,5	99,0	96,3	95,9	95,6	95,1
	*	148,4	100,2	99,9	99,6	99,2	96,6	96,2	95,9	95,3

iets afnemen naarmate de aangelegde zuigspanning langer dan 16 uur volgehouden wordt. De afname in gewicht is echter van weinig betekenis.

Tenslotte is een serie monsters uit de praktijk tweemaal genalyseerd. Eenmaal volgens het werkvoorschrift voor beperkt fysisch onderzoek en eenmaal met toepassing van de vastgestelde minimale verzadigingstijd van vier uur en de minimale tijd nodig voor het volhouden van de aangelegde zuigspanning, vastgesteld op 16 uur. De resultaten zijn vermeld in tabel 5.

Tabel 5. Resultaten van een serie monsters geanalyseerd volgens het voorschrift voor beperkt fysisch onderzoek voor en na optimalisatie van de evenwichtsinstellingstijden

ana-lyse- nr.	volume- gewicht (g/dm ³)		poriën- volume (%)	volume % water (%)		volume % lucht (%)		A-cijfer (g/100 g)		
85 pF										
229	164	160*	90,4	90,6*	63,0	59,1*	27,4	31,4*	385	369*
230	135	129	91,5	91,9	57,2	51,4	34,3	40,6	423	397
231	236	234	86,3	86,4	64,4	63,3	21,9	23,1	273	270
232	174	178	89,3	89,1	66,9	65,3	22,4	23,7	384	366
233	239	239	86,3	86,3	61,5	61,2	24,8	25,1	257	256
234	259	262	85,5	85,3	61,4	62,4	24,1	22,9	237	238
235	266	262	86,8	87,0	59,0	58,7	27,8	28,3	222	224
236	244	255	87,5	86,9	78,2	78,6	9,3	8,4	321	308
237	246	244	87,2	87,3	79,6	80,9	7,6	6,4	324	332
238	257	255	86,8	86,9	78,7	79,4	8,1	7,5	306	312
239	282	284	84,6	84,4	60,8	60,2	23,7	24,3	216	212
S	177	177	89,4	89,5	60,3	58,9	29,1	30,6	341	333

* Resultaten na optimalisatie van het voorschrift voor beperkt fysisch onderzoek

Uit tabel 5 blijkt dat de resultaten van de monsters geanalyseerd volgens het voorschrift voor beperkt fysisch onderzoek voor en na optimalisatie goed overeenkomen op één uitschieter na (vol. % water en lucht van 85 pF 230). Deze uitschieter kan het gevolg zijn van de samenstelling van het monster. Tijdens het onderzoek is gebleken dat vooral turfstrooisel problemen geeft tijdens verzadigen. Potgrondmonsters met een gangbare en gekende samenstelling kunnen voortaan worden geanalyseerd volgens het voorschrift voor beperkt fysisch onderzoek na optimalisatie, hierdoor is de duur van het beperkt fysisch onderzoek van acht dagen teruggebracht naar vier dagen. Voor het uitgebreid onderzoek is een dergelijke optimalisatie niet gewenst vanwege de meer diverse samenstelling en/of de onbekendheid ervan. Bovendien duurt de onderzoekprocedure zo veel langer dat enkele uren tijdwinst relatief weinig voordeel bieden.

2.4. Meetnauwkeurigheid bij de krimpbeoordeling

Bij de bepaling van het percentage krimp van potgronden zijn de hoogte en de diameter van het klompje potgrond na drogen tot nu toe altijd vastgesteld op 0,01 cm nauwkeurig. Of deze mate van nauwkeurigheid noodzakelijk is, is als volgt vastgesteld. Van zes monsters uit de praktijk die volgens het voorschrift voor beperkt fysisch onderzoek zijn geanalyseerd en waarvan bekend is dat de percentages krimp volgens voorschrift vastgesteld nogal uiteenlopen, is het percentage krimp nogmaals vastgesteld op de volgende wijze.

Van ieder monster zijn van één klompje potgrond na drogen de hoogte en de diameter elk in elfvoud gemeten op 0,01 cm nauwkeurig. Uit

deze waarnemingen, vermeld in bijlage 6, zijn voor ieder monster de gemiddelde hoogte en de gemiddelde diameter berekend. Uit deze gemiddelde hoogte en diameter is het percentage krimp berekend. Tevens zijn voor de hoogte en de diameter de standaardafwijking (s) en de variatiecoëfficiënt (v.c.) als maat voor de spreiding berekend. De gemiddelde hoogte en diameter, de krimp, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt van de zes potgrondmonsters zijn vermeld in tabel 6.

Tabel 6. Gemiddelde, standaardafwijking en variatiecoëfficiënt van de hoogte en van de diameter en het percentage krimp van zes onderzochte monsters

analyse- nummer	hoogte			diameter			krimp (%)
	gem. (cm)	s	v.c. (%)	gem. (cm)	s	v.c. (%)	
84 F-161	4,56	0,064	1,4	7,28	0,050	0,7	24,1
163	4,63	0,036	0,8	7,44	0,032	0,4	19,5
165	4,84	0,054	1,1	7,57	0,035	0,5	12,9
166	4,71	0,048	1,0	7,44	0,058	0,8	18,1
169	4,81	0,065	1,4	7,47	0,048	0,6	15,7
170	4,57	0,044	1,0	7,36	0,052	0,7	22,2

Uit tabel 6 blijkt dat de spreiding in de waarnemingen van de hoogte en in die van de diameter gelijk is. De waarden voor de variatiecoëfficiënt zijn laag.

Vervolgens zijn de waarnemingen van de hoogte en de diameter afgerond op 1 decimaal en zijn voor de hoogte en de diameter weer het gemiddelde op twee decimalen nauwkeurig de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt berekend. Met deze gemiddelde hoogte en diameter is de krimp berekend. Tenslotte is de krimp berekend nadat ook de gemiddelde hoogte en diameter op 1 decimaal zijn afgerond. De resultaten hiervan zijn vermeld in tabel 7.

Tabel 7. Gemiddelde, standaardafwijking en variatiecoëfficiënt van de hoogte en van de diameter en het percentage krimp van de zes onderzochte potgrondmonsters, na afronding van de waarnemingen en de gemiddelden van de hoogte en de diameter

analy- senum- mer	hoogte			diameter			krimp (%)	hoog- te gem. (cm)	dia- meter gem. (cm)	krimp (%)
	gem. (cm)	S	v.c. (%)	gem. (cm)	S	v.c. (%)				
84 F-										
161	4,56	0,067	1,5	7,25	0,069	1,0	24,7	4,6	7,2	25,1
163	4,62	0,040	0,9	7,44	0,050	0,7	19,7	4,6	7,4	20,9
165	4,84	0,067	1,4	7,57	0,047	0,6	12,9	4,8	7,6	12,9
166	4,71	0,070	1,5	7,45	0,069	0,9	17,9	4,7	7,4	19,1
169	4,80	0,063	1,3	7,46	0,067	0,9	16,1	4,8	7,5	15,2
170	4,55	0,052	1,1	7,37	0,047	0,6	22,4	4,6	7,4	20,9

Uit tabel 7 blijkt dat de verschillende wijzen van afronding geen

invloed hebben op de cijfers voor het percentage krimp. De spreiding in de afgeronde waarnemingen van de hoogte en van de diameter is nauwelijks groter geworden dan de spreiding in de niet-afgeronde waarnemingen. Uit de vergelijking van tabel 6 met tabel 7 blijkt dat het meten van de hoogte en van de diameter van het klompje potgrond na drogen op 0.1 cm in plaats van op 0.01 cm nauwkeurig en het berekenen van het gemiddelde op één decimaal nauwkeurig de cijfers voor het percentage krimp niet beïnvloeden.

2.5. Optimaal gebruik van zand en zandbakken

Sinds in 1982 begonnen is met het fysisch onderzoek van potgrond zijn er regelmatig problemen geweest met het functioneren van de zandbakken. Er is dan ook veel aandacht besteed aan de wijze van vullen en aan het onderhoud van de zandbakken en aan het reinigen van het Blokzijlzand. In het begin van het onderzoek is gebruik gemaakt van een waterstraalluchtpomp voor het afzuigen van het overtollige water tijdens het vullen van de zandbak. Vanwege de constante, aanhoudende stroom van luchtballen tijdens het afzuigen is gekozen voor hevelen van het overtollige water uit de zandbak. Om ervoor te zorgen dat het drainagesysteem in de zandbak minder gauw verstopt raakt met zand is uiteindelijk gekozen voor het vullen van de zandbak tot bovenaan het drainagesysteem met grint en daarboven met Blokzijlzand. Voor het reinigen van het Blokzijlzand voorafgaande aan het vullen van de zandbak is geen gebruik meer gemaakt van waterstofperoxide omdat dit in het zand achterblijft hetgeen de pakking van het zand nadelig beïnvloedt. Veelvuldig uitspoelen van waterstofperoxide met water had onvoldoende resultaat. Vastgesteld is dat spoelen van zand met alleen water goede resultaten geeft.

Het reinigen van het zand in de zandbak met warm water als onderdeel van het onderhoud van de zandbak is afgeschaft. Evenals het mengen van leidingwater met demi-water vanwege het gehalte aan organische stof in het leidingwater. Gebleken is dat beide handelingen weinig resultaat hebben gehad.

3. Vaststelling nauwkeurigheid fysische analysemethoden

Bij de start van het fysisch onderzoek van potgrond in 1982 zijn de potgrondmonsters in viervoud geanalyseerd volgens het werkvoorschrift beperkt fysisch onderzoek. Uit de statistische verwerking van deze analyseresultaten in viervoud is gebleken dat beperkt fysisch onderzoek volgens deze methode erg nauwkeurig is (Leijn-van Dijk en Van Dijk, 1983). Daarom is kort nadat het beperkt fysisch onderzoek van potgrond in januari 1983 voor de praktijk is opengesteld, overgegaan op het analyseren van de aangeboden monsters in drievoud. De analyseresultaten van deze drievouden per monster kwamen zo goed met elkaar overeen dat het fysisch onderzoek van potgrond nu in tweevoud wordt uitgevoerd. Voor het analyseren van monsters voor beperkt en uitgebreid fysisch onderzoek is altijd gebruik gemaakt van twee zandbakken. De analyseresultaten van de in drievoud en in tweevoud onderzochte monsters zijn statistisch verwerkt en in tabel 8 is hiervan een overzicht gegeven.

Tabel 8. Standaardafwijking, variatiecoëfficiënt en gemiddelde van de in drievoud geanalyseerde potgrondmonsters, voor beperkt en uitgebreid fysisch onderzoek

pF-waarden	Beperkt fysisch onderzoek (n = 120)				Uitgebreid fysisch onderzoek (n = 44)															
	1,5				0,5				1,0				1,5				2,0			
	s	v.c. (%)	m	n	s	v.c. (%)	m	n	s	v.c. (%)	m	n	s	v.c. (%)	m	n	s	v.c. (%)	m	n
volumegewicht	10,9	4,3	252	174	5,3	3,0	174													
poriënvolume	0,64	0,7	85,6	90,5	0,30	0,3	90,5													
vol. % water	1,12	1,9	60,4	78,0	0,91	1,2	78,0													
vol. % lucht	0,88	3,5	25,2	12,5	0,91	7,2	12,5													
A-cijfer	15,0	6,0	248	495	18,9	3,8	495													
					20,2	4,5	449													
					1,43	7,3	19,7													
					1,46	2,1	70,9													
					0,86	1,7	49,4													
					0,90	2,2	41,1													
					12,8	4,1	311													
					14,4	5,5	264													

* n = 14

Uit tabel 8 blijkt dat de spreiding in het volumegewicht en in het poriënvolume bij het beperkt fysisch onderzoek ongeveer tweemaal zo groot is als bij het uitgebreid fysisch onderzoek. De variatiecoëfficiënten in tabel 8 zijn voor alle bepalingen laag. Uit de statistische verwerking van de analyseresultaten van het beperkt en het uitgebreid fysisch onderzoek is gebleken dat de spreiding onafhankelijk van het niveau is. Het feit dat er slechts 44 monsters voor uitgebreid fysisch onderzoek statistisch verwerkt zijn, beïnvloedt de betrouwbaarheid van deze uitspraak wat betreft het uitgebreid fysisch onderzoek.

Een overzicht van de statistische verwerking van de in tweevoud geanalyseerde monsters is vermeld in tabel 9. In deze tabel is een zuigspanning van 50,1 cm (pF 1,7) vermeld, deze pF-waarde is toegevoegd aan de reeks zuigspanningen aangelegd tijdens uitgebreid fysisch onderzoek op verzoek van de afdeling teeltsubstraten en opkweekmedia.

Tabel 9. Standaardafwijking, variatiecoëfficiënt en gemiddelde van in tweevoud geanalyseerde potgrondmonsters, voor beperkt en uitgebreid fysisch onderzoek

pF-waarden	Beperkt fysisch onderzoek (n = 410)			Uitgebreid fysisch onderzoek (n = 37)														
	1,5			0,5			1,0			1,5			1,7			2,0		
bepaling	s	v.c. (%)	n	s	v.c. (%)	n	s	v.c. (%)	n	s	v.c. (%)	n	s	v.c. (%)	n	s	v.c. (%)	n
volumegewicht	5,3	2,4	222	4,1	2,8	148												
poriënvolume	0,30	0,3	87,4	0,24	0,3	91,4												
water vol. %	0,88	1,4	61,7	1,16	1,4	83,7	1,64	2,1	77,6	0,86	1,6	53,4	0,91	1,9	47,6	1,24	3,0	41,8
lucht vol. %	0,97	3,8	25,7	1,26	16,3	7,7	1,64	11,8	13,9	1,03	2,7	38,0	1,05	2,4	43,8	1,29	2,6	49,7
A-cijfer	8,5	2,9	298	18,7	3,0	634	18,5	3,1	590	9,1	2,3	396	8,5	2,4	350	14,5	4,7	305

Uit tabel 9 blijkt dat de spreiding in het volumegewicht en het poriënvolume bij beperkt of uitgebreid fysisch onderzoek weinig verschilt. De relatieve spreiding (v.c.) in het volumepercentage lucht is groter bij pF 0,5 en 1,0 dan bij de overige zuigspanningen. Dit wordt veroorzaakt door de lage waarden voor het volumepercentage lucht bij deze zuigspanningen.

Uit de statistische verwerking van de analyseresultaten in tweevoud van het beperkt fysisch onderzoek is vastgesteld dat de spreiding onafhankelijk is van het niveau met uitzondering van het A-cijfer. In figuur 4, bijlage 7 zijn de standaardafwijking en het gemiddelde van het A-cijfer bij pF 1,5 per niveau uitgezet. Uit figuur 4 blijkt dat de spreiding een stijgende lijn vertoont bij een toenemend gemiddelde van het A-cijfer, deze toename in de spreiding is echter niet constant.

Voor het kleine aantal monsters dan in tweevoud geanalyseerd is voor uitgebreid fysisch onderzoek is de relatie tussen spreiding en gemiddelde niet nauwkeurig vast te stellen.

De statistische verwerking van de standaardmonsters geanalyseerd in drie- en tweevoud is vermeld in tabel 10.

Tabel 10. Standaardafwijking, variatiecoëfficiënt en gemiddelde van de in drie- en tweevoud geanalyseerde standaardmonsters S₁ en S₂ voor beperkt fysisch onderzoek

Beperkt fysisch onderzoek - pF 1,5

bepaling	S ₁ (3-voud, n = 16)			S ₂ (2-voud, n = 15)		
	s	v.c. (%)	m	s	v.c. (%)	m
volumegewicht	19,2	8,5	226	3,2	1,8	176
poriënvolume	1,15	1,3	86,5	0,19	0,2	89,5
vol. % water	1,87	3,2	58,8	0,87	1,5	60,0
vol. % lucht	1,06	3,8	27,7	1,05	3,5	29,6
A-cijfer	29,3	11,2	262	4,0	1,2	342

Uit tabel 10 blijkt dat S₁ een grotere spreiding heeft in het volumegewicht, het poriënvolume, het volumepercentage water en het A-cijfer.

Het gemiddelde volumegewicht van S₁ is duidelijk hoger dan van S₂, dit duidt op verschil in samenstelling van de twee standaardmonsters.

Het grote verschil in spreiding in met name het volumegewicht en het A-cijfer is het gevolg van het verschil in samenstelling van de twee standaardmonsters. De lage variatiecoëfficiënten van S₂ en deels van S₁ duiden op een zeer nauwkeurige bepaling.

Tenslotte zijn van een standaardmonster, geanalyseerd in tweevoud voor beperkt en voor uitgebreid fysisch onderzoek de gemiddelde analyseresultaten statistisch verwerkt. Het resultaat hiervan is vermeld in tabel 11.

Tabel 11. Standaardafwijking, gemiddelde en variatiecoëfficiënt van de gemiddelden van een standaardmonster dat in tweevoud geanalyseerd is voor beperkt en voor uitgebreid fysisch onderzoek

	Beperkt fysisch onderzoek (n = 11)		Uitgebreid fysisch onderzoek (n = 8)		1,0		1,5		1,7		2,0	
pF-waarden	s	v.c. (%)	s	v.c. (%)	s	v.c. (%)	s	v.c. (%)	s	v.c. (%)	s	v.c. (%)
bepaling	6,4	3,6	177	7,4	5,0	148	0,41	0,5	89,6	0,80	0,9	91,5
volume- gewicht poriën- volume	1,60	2,7	60,0	0,62	0,7	88,6	1,60	2,7	60,0	0,62	0,7	88,6
vol. % water	1,70	5,7	29,6	0,75	25,9	2,9	1,70	5,7	29,6	0,75	25,9	2,9
vol. % lucht	14,2	4,2	339	32,4	5,4	601	14,2	4,2	339	32,4	5,4	601
A-cijfer				30,2	5,1	589				15,0	4,6	324
				16,9	4,6	364				15,0	4,6	324
				1,04	1,9	53,6				0,96	2,0	47,8
				1,30	3,4	37,7				1,36	3,1	43,6
				0,77	0,9	86,8				0,78	1,9	41,9
				1,30	3,4	37,7				1,30	2,6	49,6
				30,2	5,1	589				12,0	4,2	284

Uit tabel 11 blijkt dat de spreiding in de gemiddelden van het volumegewicht en in de gemiddelden van het poriënvolume voor beperkt fysisch onderzoek overeenkomt met het uitgebreid fysisch onderzoek.

Dit geldt ook voor het volumepercentage water en lucht en het A-cijfer bij pF 1,5. Bij pF 0,5 en 1,0 valt op dat de variatiecoëfficiënt van het volumepercentage lucht groot is. De in deze tabel vermelde spreiding zegt iets over de reproduceerbaarheid van de beide toegepaste methoden voor fysisch onderzoek van potgrond. De reproduceerbaarheid van het beperkt fysisch onderzoek is goed, van het uitgebreid fysisch onderzoek ook behalve dan bij de bepaling van het volumepercentage lucht bij pF 0,5 en 1,0.

De resultaten van de bepaling van het vocht- en organische stofgehalte die een onderdeel is van het beperkt en uitgebreid fysisch onderzoek van potgrond, zijn ook statistisch verwerkt. Hiertoe zijn de analyseresultaten van 410 potgrondmonsters verwerkt, van een standaardmonster S_1 en van de gemiddelden van een tweede standaardmonster S_2 . Deze bepaling is in tweevoud uitgevoerd. De resultaten van deze statistische verwerking zijn vermeld in tabel 12.

Tabel 12. Standaardafwijking, gemiddelde en variatiecoëfficiënt van 410 geanalyseerde monsters, van standaardmonsters S_1 en van de gemiddelden van standaardmonster S_1 .

Bepaling	N = 410			S_1 n = 15			S_2 n = 17		
	s	v.c. (%)	m	s	v.c. (%)	m	s	v.c. (%)	m
vocht- gehalte	0,74	1,1	67,1	0,46	0,6	71,7	0,66	0,9	70,7
org- stof- gehalte	1,45	2,0	93,0	0,88	1,1	81,1	1,56	2,0	78,6

Uit de lage waarden voor de spreiding in de geanalyseerde monsters en in standaardmonster S_1 blijkt dat de bepaling van het vocht- en organische stofgehalte erg nauwkeurig is. De lage waarden voor de spreiding in de gemiddelden van standaardmonster S_2 duiden op een goede reproduceerbaarheid van de bepaling.

4. Samenvatting

In dit verslag zijn de resultaten opgenomen van het onderzoek naar de minimale droogtijd van potgrond en naar de invloed van drogen op de krimp van potgrond. De methode voor beperkt fysisch onderzoek, de bepaling van het percentage krimp van potgrond en de methode voor het reinigen van het Blokzijlzand en het vullen van de zandbak zijn geoptimaliseerd en de resultaten hiervan zijn in dit verslag vermeld. Als laatste onderdeel van het verslag zijn de resultaten van de statistische verwerking van de analyseresultaten van het fysisch onderzoek vermeld.

Uit het onderzoek naar de minimale droogtijd van potgrond en de invloed van drogen op de krimp van potgrond is gebleken dat de minimale droogtijd van potgrond gedroogd met cylinder bij 105° C

27 uur is. Het verwijderen van de cylinder heeft de droogtijd verkort tot 23 uur. Omdat het verwijderen van de cylinder voor drogen afhankelijk is van de samenstelling van het monster wordt dit alleen toegepast bij beperkt fysisch onderzoek. De krimp van potgrond wordt niet beïnvloed door het verwijderen van de cylinder. Ten aanzien van de bepaling van het percentage krimp is ook vastgesteld dat het verlengen van de droogtijd tot 48 uur de krimp niet beïnvloedt. Ten aanzien van het tijdstip van vaststellen van de afmetingen van het klompje potgrond na drogen is gebleken dat meten tot drie dagen na drogen in plaats van direct na drogen weinig invloed heeft op het analyseresultaat van de krimpbepaling. De optimalisatie van het beperkt fysisch onderzoek heeft geleid tot een vereenvoudigde methode naast de reeds bestaande referentiemethode. De verzadigingstijd is teruggebracht van 24 uur naar 4 uur en de tijd nodig voor het bereiken van het evenwicht tijdens de aangelegde zuigspanning pF 1,5 en pF 2,0 is vastgesteld op 16 uur in plaats van 24 uur. Door deze optimalisatie is de duur van het beperkt fysisch onderzoek teruggebracht van acht dagen naar vier dagen.

De optimalisatie van de bepaling van het percentage krimp van potgrond heeft geleid tot het vaststellen van de afmetingen van het klompje potgrond na drogen op 0.1 cm in plaats van op 0.01 cm nauwkeurig, hetgeen een vereenvoudiging in de uitvoering van de bepaling betekent. De resultaten van het onderzoek betreffende het beperkt fysisch onderzoek van potgrond zijn vastgelegd in twee nieuwe voorschriften. Eén voorschrift als referentiemethode en één als vereenvoudigde methode, vermeld in bijlagen 8 en 9. De resultaten van het onderzoek betreffende de bepaling van de krimp zijn vastgelegd in een nieuw voorschrift vermeld in bijlage 10.

Ten aanzien van het uitgebreid fysisch onderzoek van potgrond is één voorschrift geschreven dat vermeld is in bijlage 11.

Tijdens het onderzoek is regelmatig aandacht besteed aan het reinigen van het Blokzijlzand en het vullen van de zandbakken. De wijzigingen hierin aangebracht, zijn opgenomen in twee nieuwe voorschriften vermeld in bijlage 12 en 13.

Uit de statistische verwerking van de in drie- en tweevoud geanalyseerde monsters voor beperkt en uitgebreid fysisch onderzoek is gebleken dat de bepaling van het volumegewicht, poriënvolume; het volumepercentage water en lucht en het A-cijfer bij de aangelegde zuigspanning erg nauwkeurig is. Vastgesteld is dat bij de lage zuigspanningen pF 0,5 en pF 1,0 de relatieve spreiding in het volumepercentage lucht van de geanalyseerde monsters groter is dan bij de hogere zuigspanningen. Dit is ook gebleken uit de statistische verwerking van de gemiddelde resultaten van een standaardmonster dat in tweevoud geanalyseerd is. Bovendien is uit de statistische verwerking van deze gemiddelde resultaten vastgesteld dat zowel het beperkt als het uitgebreid fysisch onderzoek goed reproduceerbaar uit te voeren zijn.

De bepaling van het vocht- en organische stofgehalte, volgens bijlage 14, die een onderdeel vormt van het fysisch onderzoek is voldoende nauwkeurig en goed reproduceerbaar gebleken.

5. Conclusie

Het onderzoek heeft geleid tot het opstellen van een aantal voorschriften voor fysisch onderzoek die het mogelijk maken om op een gestandaardiseerde en nauwkeurige wijze een aantal fysische eigenschappen van potgrond vast te stellen.

6. Literatuur

- Leijn-van Dijk, F.M. en P.A. van Dijk, 1983.
Fysisch Laboratoriumonderzoek van potgronden. Proefstation voor
Tuinbouw onder Glas, intern verslag nr. 38.
- Dijk, H.A., 1975.
Fysisch onderzoek en enkele classificatiecriteria voor
veenprodukten en potgronden. Instituut voor
Bodemvruchtbaarheid. Nota nr. 19.
- Dijk, H.A., 1976.
Physical characterization of peat product and plant substrates.
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, 0763.

De bepaling van het volumegewicht, het poriënvolume; het volumepercentage lucht en water en het A-cijfer bij pF 1,5, van potgronden, volgens de vereenvoudigde routinemethode met mechanisch samendrukken

Apparatuur:

Zandbak: inwendig 30 x 60 x 40 cm met onderin een toe- en afvoersysteem voor water. Indien de pF-bak van P.V.C. is gemaakt, ter versteviging een houten omlijsting om de gehele bak maken.

Cylinders: roestvrij staal, hoogte 5 cm, inhoud 250 cm³.

Pers: zelfbouw, met een staaf van 1,96 kg

Gewichten: 3,00 en 23,39 kg

Valinstallatie: hout, valhoogte 5,0 cm

Niveaucylinder: plastic, door middel van een slang verbonden met de pF-bak, voor het instellen van het waterniveau in de zandbak.

Cylinderklem: zelfbouw, met een verschuifbare opstaande wand van P.V.C.

Zaagje: ijzer

Stoof : met luchtafzuiging; instelbaar op 105 ± 3 °C

Banden: rubber, 3,5 en 1 cm breed

Nylondoek: Heidelberger Vlies

Waterpas

Analyse-materiaal:

Veldvochtige, gehomogeniseerde potgrond.

Uitvoering van de analyse:

Het % organische stof en het vochtgehalte van het potgrondmonster bepalen volgens voorschrift. Vocht- en organische stof bepaling. Het A-cijfer moet tenminste 1,2 maal het % organische stof bedragen, indien lager zoveel water toevoegen totdat het A-cijfer tenminste 1,4 maal het % organische stof bedraagt. Het monster gedurende 24 uur in een gesloten plastic zak bewaren. De hoeveelheid toe te voegen water kan m.b.v. de volgende formule worden geschat:

$$X = \frac{M (1,4 \times H - A)}{100 + A} \quad \text{waarin:}$$

X = aantal ml minimaal toe te voegen water

M = aantal g potgrond met A-cijfer A

H = % organische stof

Voor een homogeen submonster de potgrond goed mengen en bonkjes groter dan 2 cm kapot maken.

Bevestig twee roestvrij stalen cylinders; genummerd en gewogen tot op 0,1 g nauwkeurig, stel A-gram; met behulp van een 3,5 cm brede band op elkaar. Aan een uiteinde van deze cylinderset een lapje nylondoek bevestigen met behulp van een 1 cm brede band. De set nu gelijkmatig vullen tot de rand met gehomogeniseerde potgrond met behulp van een lepel met een inhoud van 48 ml. Deze lepel volscheppen met potgrond en in één beweging met de vinger gladstrijken. Na elke toevoeging de set 5 maal laten vallen vanaf 5 cm hoogte op de houten ondergrond van de valinstallatie. Na de laatste toevoeging 5 maal extra laten vallen vanaf 5 cm hoogte. Als de potgrond verzakt is dan weer vullen tot de rand echter zonder de set te laten vallen. Meerdere cylindersets per monster

vullen met een gelijk aantal scheppen potgrond. De potgrond nu samendrukken met een druk van $0,1 \text{ kg/cm}^2$ met behulp van de pers waarop een gewicht van $3,00 \text{ kg}$ is geplaatst. Het water in de pF-bak afvoeren met behulp van de niveaucylinder ingesteld op pF 2,0, en om nog aanwezige luchtbelllen in het zand te verwijderen, water van onderen op laten komen door de niveaucylinder $2,5 \text{ cm}$ boven het zandoppervlak te plaatsen. Als het zandoppervlak bedekt is met een paar mm water, de verbinding verbreken. De set met potgrond in de pF-bak plaatsen en licht aandrukken op het nylondoek voor een goed contact. Het waterniveau op 5 cm boven het zandoppervlak brengen door water van bovenaf toe te voegen via de petrischaal op het zandoppervlak. Na 24 uur verzadigen, de monsters op pF 2,0 brengen en deze onderdruk 24 uur volhouden. De monsters uit de pF-bak halen en samendrukken met een druk van $0,5 \text{ kg/cm}^2$ met behulp van de pers waarop een gewicht van $23,39 \text{ kg}$ is geplaatst. Het water weer van onderen op laten komen zoals hierboven beschreven is en de monsters weer in de pF-bak plaatsen. Water van bovenaf toevoegen tot een niveau van 5 cm boven het zandoppervlak. Na 24 uur de monsters op pF 1,5 brengen en deze onderdruk 24 uur volhouden. De monsters uit de pF-bak halen. De beide cylinders van elkaar scheiden en de potgrond in de onderste cylinder vlak afzagen op de volgende wijze: het nylondoekje en de 1 cm brede band verwijderen, de cilinderset vastklemmen in de cylinderklem en de opstaande wand van p.V.C. tegen de onderkant van de cilinderset plaatsen en vastzetten. De $3,5 \text{ cm}$ brede band opzij schuiven, de potgrond aan het open uiteinde tegenhouden en met het zaagje de potgrond in de onderste cylinder vlak afzagen. Direct de onderste cylinder met potgrond op een filtreerpapiertje plaatsen en wegen. Stel B gram. Gedurende 1 nacht drogen bij $105 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ en na afkoelen terugwegen, stel C gram. Na weging de cylinder verwijderen en van het klompje potgrond de krimp bepalen volgens voorschrift.

Berekening:

Volumegewicht: aantal g droge grond per l
aantal g droge grond in cylinder: C-A
aantal g droge grond in 1 liter: $\frac{1.000}{V} (C-A)$
waarin:
C = gewicht cylinder met potgrond + filtreerpapiertje na
1 nacht drogen bij $105 \text{ }^\circ\text{C}$ (g)
A = gewicht cylinder leeg + filtreerpapiertje (g)
V = volume cylinder, vastgesteld op 250 cm^3 .

Poriënvolume: eigenlijk volume % poriën
volume van de poriën: $V - (C-A)/SW$
volume % poriën: $\frac{V - (C-A)/SW}{V} * 100\%$
waarin:
SW = soortelijk gewicht van de potgrond (g/cm^3)

$$= \frac{\% \text{ org. stof}}{1,55} + \frac{100\% - \% \text{ org stof}}{2,65}$$

* het SW is afhankelijk van de samenstelling van de potgrond, nl. van het SW van de organische stof en van het SW van de minerale delen, respectievelijk vastgesteld op $1,55 \text{ g/cm}^3$ en $2,65 \text{ g/cm}^3$.

Volume % water, bij pF 1,5: aant g water = B-C

$$\text{volume \% water} = \frac{B-C}{V} * 100\%$$

waarin:

B = gewicht cylinder met potgrond + filtreer-
papiertje bij pF 1,5 (g)

Volume % lucht, bij pF 1,5: volume % poriën - volume % water

A- cijfer, bij pF 1,5: aantal g water per 100 g droge grond

aantal g water = B-C

aantal g droge grond = C-A

$$\text{A-cijfer} = \frac{B-C}{C-A} * 100$$

Het A-cijfer kan ook als volgt berekend worden:

$$\frac{\text{volume \% water}}{\text{volumegewicht}} * 1.000$$

Opmerking: De berekeningen kunnen op eenvoudige wijze uitgevoerd worden met behulp van de Hewlett Packard 97S, magneetkaart nummer 1.

De bepaling van het percentage krimp van potgrondenApparatuur:

Zie voorschrift: Het bepalen van het volumegewicht, het poriënvolume; het volumepercentage lucht en water en het A-cijfer bij pF 1,5, van potgronden, volgens de vereenvoudigde routinemethode met mechanisch samendrukken.

SchuifmaatWerkwijze:

Van het klompje potgrond na drogen op vier verschillende plaatsen de hoogte meten met behulp van een schuifmaat. Op drie verschillende plaatsen de diameter van het klompje meten, namelijk bovenaan, in het midden en onderaan. Aflezen tot op 0,01 cm nauwkeurig.

Berekening:

De hoogste en de laagste waarneming, van de hoogte en van de diameter van het klompje potgrond, wegstrepen. De overgebleven waarnemingen middelen

Volume van het klompje potgrond = $1/4 \pi d^2 \times h$

% krimp = $\frac{V - 1/4 \pi d^2 \times h}{V}$

waarin:

V = volume cylinder (cm³)

d = gemiddelde diameter van het klompje potgrond na drogen (cm)

h = gemiddelde hoogte van het klompje potgrond na drogen (cm)

Opmerking: De berekening kan op eenvoudige wijze uitgevoerd worden met behulp van Hewlett Packard 97 S, magneetkaart nummer 2.

Het vullen en onderhoud van de pF-bak voor fysisch onderzoekApparatuur:

Zandbak: inwendig 60 * 30 * 40 cm met onderin een toe- en afvoersysteem voor water. Indien de pF-bak van PVC is gemaakt, ter versteviging een houten omlijsting om de gehele bak maken.

Deksel: PVC, bekleed met schuimplastic.

Blokzijklzand: luchtintredewaarde van \pm 150 cm water, dit komt overeen met pF 2,2. Reiniging van het zand, zie bijlage 1.

Nylondoek : Monodur 300 micron

Waterstraalluchtpomp

Niveaucylinder: plastic, door middel van een slang verbonden met de pF-bak, voor het instellen van het waterniveau in de zandbak.

Werkwijze voor het vullen van de pF-bak:

De pF-bak van bovenaf vullen met 4 cm demi-water, het zand vermengd met demi-water in kleine hoeveelheden in de pF-bak brengen. Als het toe- en afvoersysteem voor water geheel met zand bedekt is, de afvoer van de pF-bak met de waterstraalluchtpomp verbinden en het overtollige water afzuigen. De zandlaag droog laten vallen en schoonschrappen. Van bovenaf demi-water in de pF-bak brengen tot een niveau van 4 cm boven het zandoppervlak en meer zand vermengd met demi-water toevoegen. Als de zandlaag met een paar cm toegenomen is, het overtollige water afzuigen met behulp van de waterstraalluchtpomp, de zandlaag droog laten vallen en schoonschrappen. Op deze manier de pF-bak vullen met zand tot 12 cm boven het toe- en afvoersysteem voor water. Vervolgens van bovenaf demi-water toevoegen tot een niveau van 2,5 cm boven het zandoppervlak en het zand net zolang omroeren totdat er geen luchtballen meer vrijkomen. Nadat het zand bezonken is het water afzuigen met behulp van de waterstraalluchtpomp tot een niveau van 1 cm boven het zandoppervlak. Het zandoppervlak waterpas maken en droog laten vallen. De pakking van het Blokzijklzand controleren door een \pm 3 cm diepe gleuf in het zand te maken en te kijken of het zand een hechte laag vormt zonder gleuven of gaten. Tenslotte de pF-bak geheel lucht vrij maken op de volgende wijze: water van onderen op laten komen door de niveaucylinder 2,5 cm boven het zandoppervlak te plaatsen. Als het zandoppervlak bedekt is met een paar mm water, de verbinding verbreken en water van bovenaf toevoegen via de petrischaal op het zandoppervlak tot een niveau van 2,5 cm boven het zandoppervlak.

- 2 -

Het water weer afvoeren met behulp van de niveaucylinder, ingesteld op pF 2,0. Deze procedure minimaal 2 keer herhalen. Tenslotte het zand afdekken met een nylondoek en het water-niveau op 2,5 cm boven het zandoppervlak brengen op de hierboven beschreven wijze.

Het onderhoud van de pF-bak:

Wanneer de pF-bak in gebruik is, eenmaal in de twee weken het zand reinigen met warm water. Hiertoe 5 cm warm water van bovenaf in de pF-bak brengen en dit weer afvoeren met behulp van de niveaucylinder, ingesteld op pF 2,0.

Na iedere proef in de pF-bak, de bak luchtvrij maken, zie Werkwijze voor het vullen van de pF-bak. Eventueel aanwezige verontreinigingen op het zandoppervlak verwijderen met een spons, het zandoppervlak waterpas maken en tenslotte de pF-bak vullen met 2,5 cm water.

Tijdens het aanleggen en volhouden van de onderdruk moet er een petrischaal gevuld met water op het zandoppervlak staan om de relatieve vochtigheid in de pF-bak zoveel mogelijk constant te houden en zo indrogen van de potgrond in de cilinderset te voorkomen. Bovendien voorkomt de petrischaal opwarrelen van het zand wanneer water van bovenaf in de pF-bak gebracht wordt.

Wanneer de monsters op het nylondoek in de pF-bak geplaatst worden, eerst de aanwezige luchtbellens onder het doek verwijderen met een spons, omdat een goed contact tussen het monster en de zandlaag erg belangrijk is.

Omdat het leidingwater in Naaldwijk rijk is aan organisch materiaal wordt het 1:1 gemengd met demi-water.

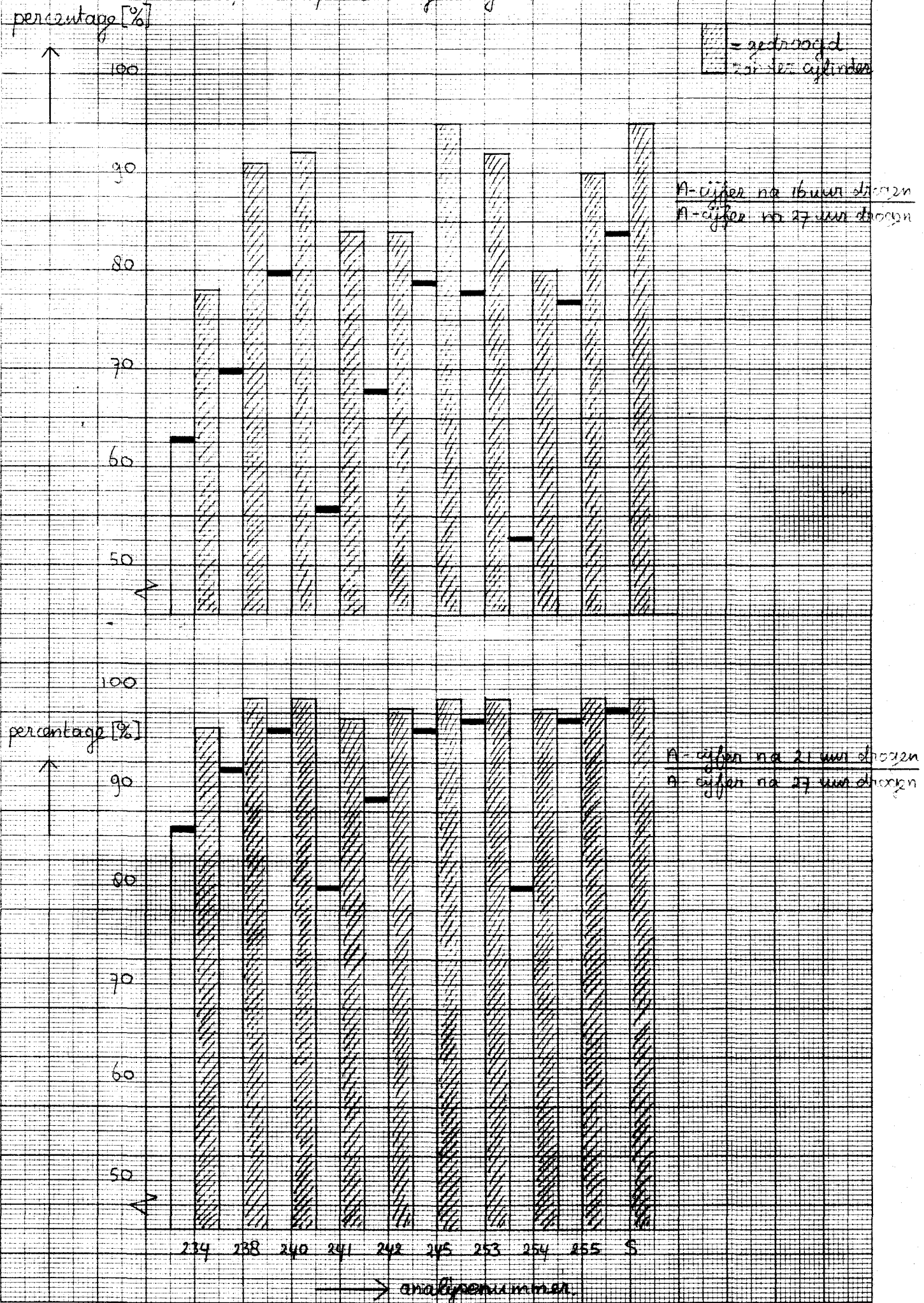
De slang, die de pF-bak verbindt met de niveaucylinder, regelmatig controleren op eventueel aanwezige luchtbellens. Deze verwijderen door de slang door te spoelen met water. De afstanden die overeenkomen met de verschillende pF-waarden regelmatig controleren.

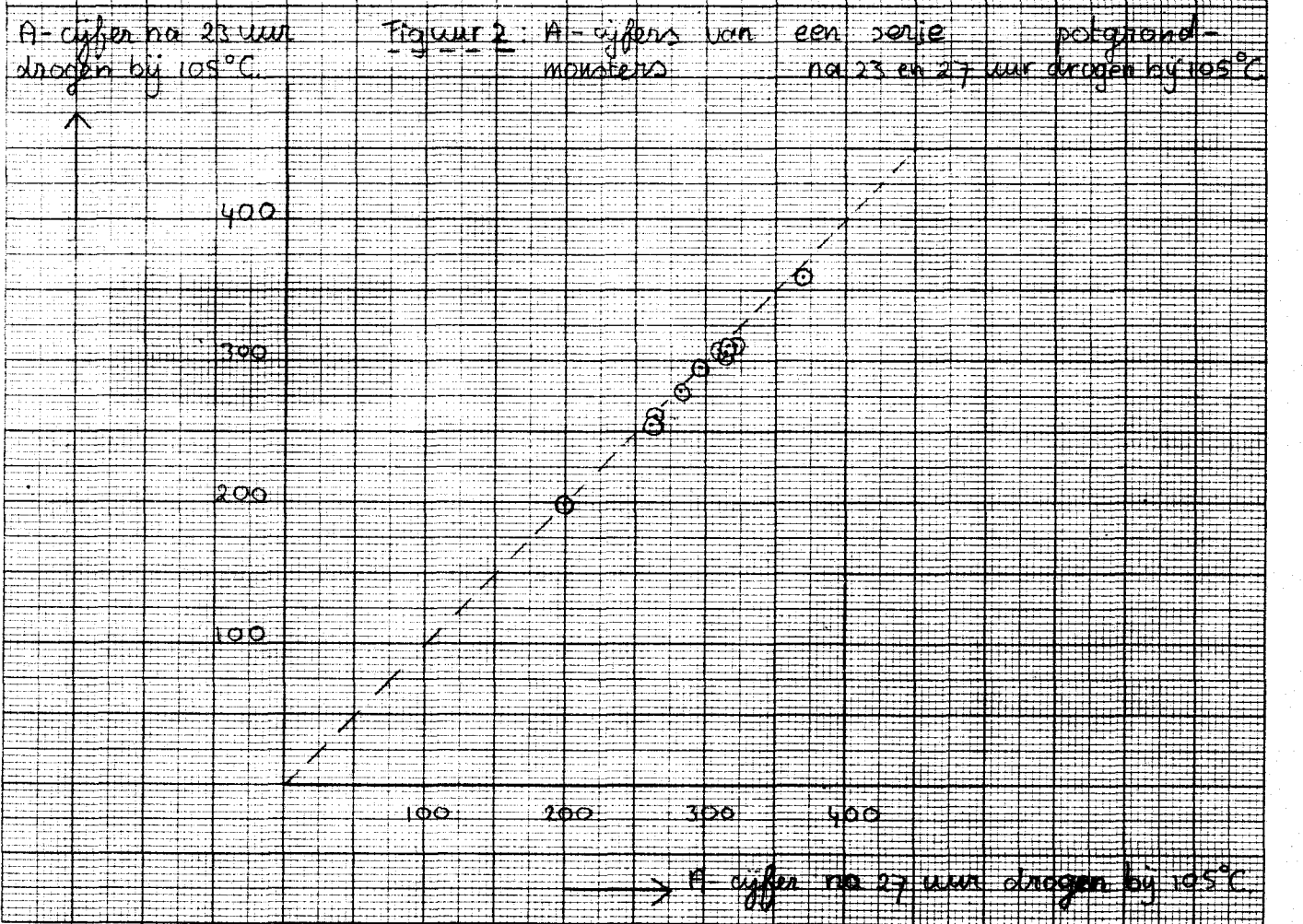
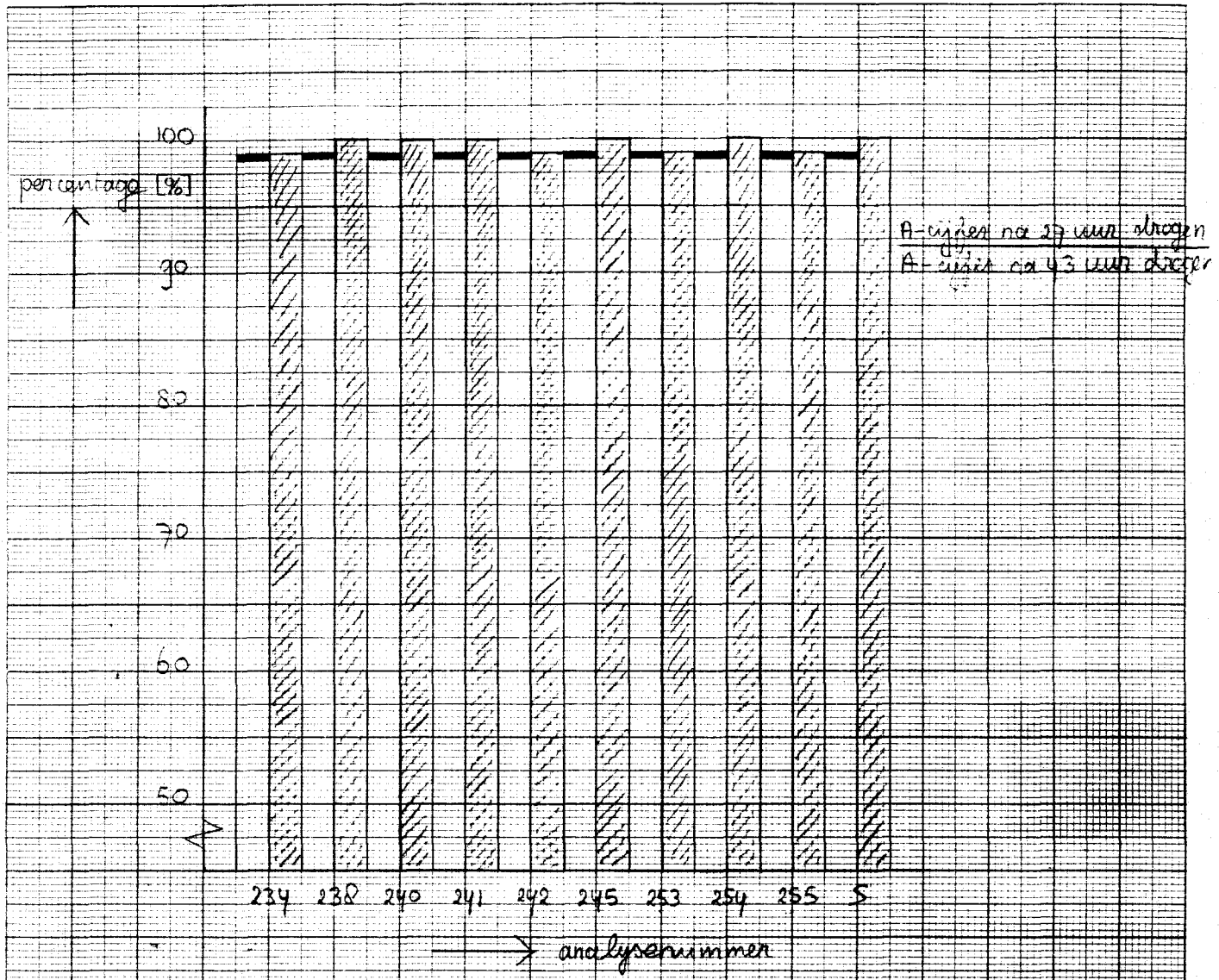
Het reinigen van het Blokzijlzand:

Voordat de pF-bak met Blokzijlzand gevuld wordt, het zand reinigen met demi-water, en met waterstofperoxide ter verwijdering van de organische stof. Hiertoe het zand in kleine hoeveelheden behandelen in emmers. Voeg demi-water toe, goed omroeren en het zand laten bezinken. Het bovenstaande water afgieten en de donker gekleurde laag verontreinigd zand schoonschrapen.

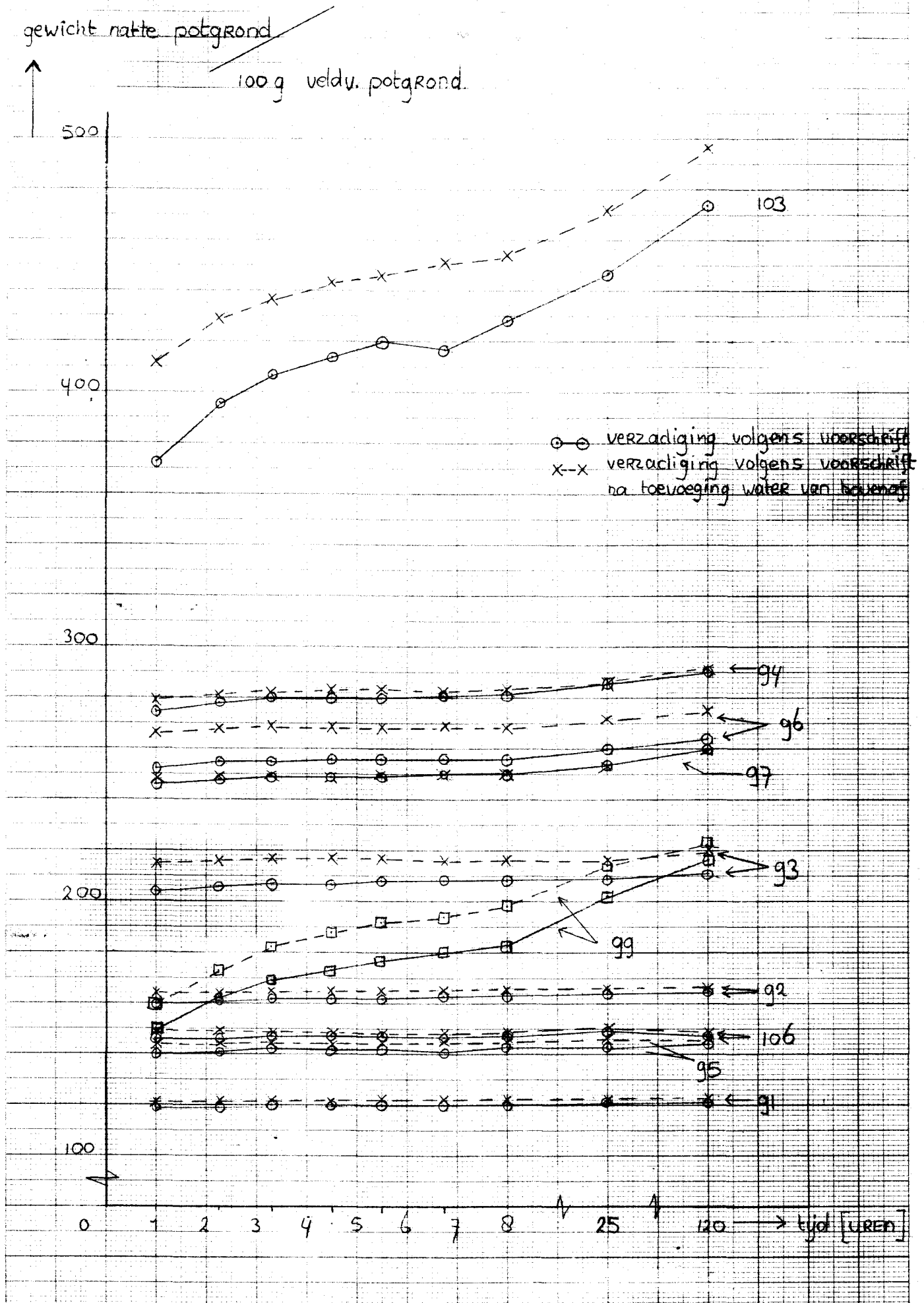
Op deze manier het zand nog eenmaal spoelen met demi-water. Voeg weer demi-water toe en tevens 150 ml 30% waterstofperoxide, goed omroeren en gedurende een nacht laten inwerken. Vervolgens het zand minimaal 4 maal met demi-water spoelen op de hierboven beschreven wijze om te voorkomen dat er nog waterstofperoxide achterblijft.

Figuur 1: Verhoudingen van A-cijfers van tien onderzochte potgrondmonsters na 16, 21 en 27 uur drogen bij 105°C.





Figuur 3: Gewicht potgrond na verzadiging gedurende 1-2-3-5-7-8-25 en 120 uur van de gearanalyseerde potgrondmonsters.



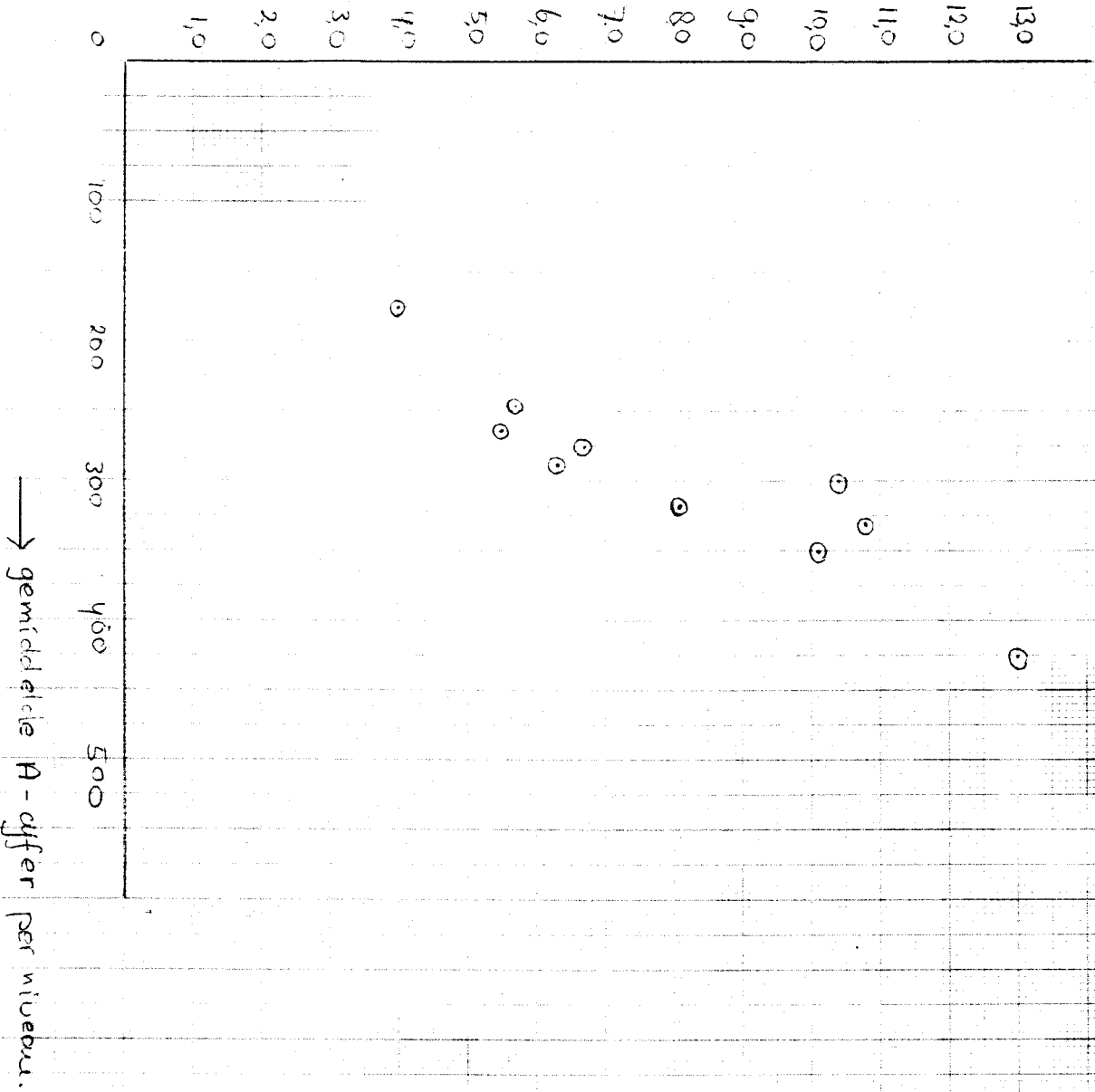
Bijlage 6

De hoogte en diameter van zes onderzochte monsters

84 F-161		84 F-163		84 F-165		84 F-166		84 F-169		84 F-170	
h(cm)	d(cm)	h(cm)	d(cm)	h(cm)	d(cm)	h(cm)	d(cm)	h(cm)	d(cm)	h(cm)	d(cm)
4,52	7,25	4,62	7,45	4,85	7,56	4,74	7,42	4,76	7,42	4,54	7,29
4,55	7,24	4,60	7,42	4,85	7,52	4,77	7,46	4,76	7,50	4,56	7,30
4,57	7,34	4,67	7,41	4,80	7,55	4,75	7,37	4,74	7,46	4,53	7,28
4,65	7,34	4,62	7,45	4,82	7,57	4,73	7,45	4,72	7,45	4,51	7,37
4,59	7,25	4,62	7,46	4,80	7,60	4,76	7,45	4,79	7,42	4,64	7,35
4,50	7,21	4,60	7,47	4,88	7,53	4,66	7,46	4,94	7,46	4,58	7,37
4,48	7,35	4,71	7,40	4,95	7,52	4,69	7,36	4,87	7,48	4,59	7,39
4,49	7,32	4,63	7,42	4,89	7,61	4,65	7,43	4,79	7,44	4,54	7,42
4,56	7,30	4,59	7,48	4,82	7,61	4,64	7,39	4,84	7,47	4,51	7,42
4,68	7,24	4,64	7,42	4,79	7,59	4,66	7,52	4,85	7,44	4,60	7,37
4,54	7,25	4,60	7,50	4,76	7,59	4,72	7,55	4,81	7,59	4,62	7,42

S →

Figuur 1 : Spreiding bij een toenemend gemiddeld A-cijfer per niveau.



B Beperkt fysisch onderzoek van potgrond- referentiemethode

1. Toepassingsgebied

Potgrondmonsters ten behoeve van praktijk en onderzoek waarvan bekend is dat met een beperkt onderzoek kan worden volstaan.

2. Inhoud onderzoek

De bepaling van het volumegewicht, het poriënvolume; het volumepercentage water en lucht en het A-cijfer bij pF 1,5.

Duur van het onderzoek: 8 dagen.

3. Beknopte werkwijze

Een cilinderset met een inhoud van 500 cm³ op standaardwijze vullen met potgrond. Verzadigen gedurende minimaal 24 uur op een zandbak. Samendrukken met 0,5 kg/cm² nadat pF 2,0 is ingesteld gedurende minimaal 24 uur.

Herverzadigen gedurende minimaal 24 uur, daarna pF 1,5 instellen gedurende minimaal 24 uur. Gewicht vochtige en droge potgrond vaststellen door weging. Droogtijd is 23 uur.

4. Uitvoering

4.1 Apparatuur

<u>Zandbak</u>	: inwendig 60 x 30 x 40 cm met onderin een toe- en afvoersysteem voor water. Geconditioneerd volgens het voorschrift. Het vullen en conditioneren van de zandbak voor fysisch onderzoek. Indien de zandbak van PVC is gemaakt, ter versterking een houten omlijsting om de gehele bak maken.
<u>Deksel</u>	: hout, bekleed met schuimplastic.
<u>Blokzijlzand</u>	: luchtintredewaarde van ongeveer 150 cm water, dit komt overeen met pF 2,2.
<u>Cylinders</u>	: roestvrij staal, hoogte 5,0 cm, inhoud 250 cm ³ .
<u>Pers</u>	: zelfbouw met een staaf van 1,96 kg.
<u>Gewichten</u>	: 3,00 en 23,39 kg.
<u>Valinstallatie</u>	: hout, valhoogte 5,0 cm.
<u>Niveaucylinder</u>	: plastic, door middel van een slang verbonden met de zandbak, voor het instellen van het waterniveau in de bak.
<u>Decanteerfles</u>	: glas, door middel van een slag verbonden met de zandbak, voor de toevoer van water naar de bak.
<u>Cylinderklem</u>	: zelfbouw, met een verschuifbare opstaande wand van PVC.
<u>Zaagje</u>	: ijzer.
<u>Stoof</u>	: met luchtafzuiging; instelbaar op 105 ± 3 °C.
<u>Banden</u>	: rubber, 3,5 en 1 cm breed.
<u>Polyester vlies</u>	: Heidelberger Vlies.
<u>Nylondoek</u>	: voor het afdekken van het zand in de zandbak.

4.2 Analysemateriaal

Veldvochtige, gehomogeniseerde potgrond.

4.3 Werkwijze

Bepaal het organische stof- en vochtgehalte (A-cijfer) van het potgrondmonster volgens het voorschrift: Vocht- en organische stofbepaling.

Het A-cijfer moet tenminste 1,2 maal groter zijn dan het organische stofgehalte, indien lager zoveel water toevoegen totdat het A-cijfer tenminste 1,4 maal het organische stofgehalte bedraagt.

Het monster na bevochtigen gedurende 24 uur in een afgesloten plastic zak bewaren. De hoeveelheid toe te voegen water kan met behulp van de volgende formule worden geschat:

$$X = \frac{M (1,4 \times H - A)}{100 + A}$$

waarin:

X = minimaal toe te voegen hoeveelheid water (ml)

M = hoeveelheid potgrond met A-cijfer A(q)

H = het organische stofgehalte (gew.%)

Bij elke subbemonstering de potgrond goed mengen. Bonkjes groter dan 2 cm kapotmaken.

Bevestig twee roestvrij stalen, genummerde cylinders met behulp van een 3,5 cm brede band op elkaar. Aan een uiteinde van deze cylinderset een lapje polyester vlies bevestigen met behulp van een 1 cm brede band. De set nu gelijkmatig vullen tot de rand met gehomogeniseerde potgrond met behulp van een lepel met een inhoud van 48 ml. Deze lepel volscheppen met potgrond en in één beweging met de vinger gladstrijken. Na elke toevoeging de set 5 maal laten vallen vanaf 5 cm hoogte op de houten ondergrond van de valinstallatie. Na de laatste toevoeging 5 maal extra laten vallen vanaf 5 cm hoogte. Als de potgrond verzakt is dan weer vullen tot de rand echter zonder de set te laten vallen.

Per monster twee cylindersets vullen met een gelijk aantal scheppen potgrond. De potgrond nu samendrukken met een druk van 0,1 kg/cm² met behulp van de pers waarop een gewicht van 3,00 kg is geplaatst. Het water in de zandbak afvoeren met behulp van de niveaucylinder ingesteld op pF 2,0, en water van onderen op laten komen door het waterniveau in de decanteerfles 2,5 cm boven het zandoppervlak te plaatsen. Als het zandoppervlak bedekt is met een paar mm water, de toevoer van water stoppen en de kraan van de zandbak dicht draaien. Met behulp van een natte spons eventueel aanwezige luchtbellen onder het nylondoek verwijderen, de cylinderset met potgrond in de zandbak plaatsen en licht aandrukken op het nylondoek voor een goed contact. Als alle cylindersets in de zandbak geplaatst zijn, het waterniveau op 5 cm boven het zandoppervlak brengen door water van bovenaf toe te voegen via een dun plaatje op het zandoppervlak.

Na minimaal 24 uur verzadigen, pF 2,0 (= 100 cm) instellen en deze onderdruk minstens 24 uur volhouden. Tijdens het aanleggen en volhouden van de onderdruk, een petrischaal gevuld met water op het zandoppervlak plaatsen en de zandbak gesloten houden.

De cylindersets uit de zandbak halen en de potgrond samendrukken met een druk van 0,5 kg/cm² met behulp van de pers waarop een gewicht van 23,39 kg is geplaatst. Het water van onderen op laten komen en de cylindersets weer in de zandbak plaatsen op de hierboven beschreven wijze. Water van bovenaf toevoegen tot een niveau van 5 cm boven het zandoppervlak.

Na minimaal 24 uur verzadigen, pF 1,5 (= 31,6 cm) instellen en deze onderdruk minstens 24 uur volhouden.

De cilinderset uit de zandbak halen. De beide cilindrs van elkaar scheiden en de potgrond in de onderste cilinder vlak afzagen op de volgende wijze: het nylondoekje en de 1 cm brede band verwijderen, de cilinderset vastklemmen in de cilinderklem en de opstaande wand van PVC tegen de onderkant van de cilinderset plaatsen en vastzetten. De 3,5 cm brede band opzij schuiven, de potgrond aan het open uiteinde tegenhouden en met het zaagje de potgrond in de onderste cilinder vlak afzagen. De onderste cilinder met potgrond op een filtreerpapiertje plaatsen, voorzichtig de cilinder verwijderen en vervolgens direct het klompje potgrond wegen. Stel B gram. Minimaal 23 uur drogen bij 105 ± 3 °C. Bepaal het drooggewicht, stel C gram.

Van de aldus verkregen klompjes potgrond kan zonodig de krimp bepaald worden volgens het voorschrift: De bepaling van de krimp van potgrond.

4.4 Berekeningen

Volumegewicht

uitdrukken in grammen droge grond per liter

$$\text{volgens: } \frac{1.000 \times C}{V}$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 1 gram droge grond per liter nauwkeurig.

Poriënvolume

uitdrukken in volumeprocenten

$$\text{volgens: } \frac{V - C/s.m.}{V} \times 100\%$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeurig.

Volumepercentage water, bij pF 1,5: uitdrukken in volumeprocenten

$$\text{volgens: } \frac{B - C}{V} \times 100\%$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeurig.

Volumepercentage lucht, bij pF 1,5: uitdrukken in volumeprocenten

volgens: poriënvolume - volume % water

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeurig.

A.cijfer, bij pF 1,5: uitdrukken in grammen water per 100 gram droge grond

$$\text{volgens: } \frac{B - C}{C} \times 100$$

$$\text{of volgens: } \frac{\text{volume \% water}}{\text{volumegewicht}} \times 1.000$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 1 gram water per 100 gram droge grond nauwkeurig.

Hierin zijn:

C = gewicht klompje potgrond na 23 uur drogen bij 105 °C (g)

V = volume cilinder, vastgesteld op 250 cm³

s.m. = soortelijke massa van de potgrond (g/cm³)

$$\text{volgens: } \frac{410,75}{155 + 1,1 \times \% \text{ org. stof}}$$

B = gewicht klompje potgrond bij pF 1,5 (g).

C. Beperkt fysisch onderzoek van potgrond - vereenvoudigde methode1. Toepassingsgebied

Potgrondmonsters met een samenstelling waarvan bekend is dat de tijd nodig voor evenwichtsinstelling bij beperkt onderzoek verkort kan worden.

2. Inhoud onderzoek

De bepaling van het volumegewicht, het poriënvolume; het volumepercentage water en lucht en het A-cijfer bij pF 1,5.

Duur van het onderzoek: 4 dagen.

3. Beknopte werkwijze

Een cilinderset met een inhoud van 500 cm^3 op standaardwijze vullen met potgrond. Verzadigen gedurende minimaal 4 uur op een zandbak. Samendrukken met $0,5 \text{ kg/cm}^2$ nadat pF 2,0 is ingesteld gedurende minimaal 16 uur. Herverzadigen gedurende minimaal 4 uur, daarna pF 1,5 instellen gedurende minimaal 16 uur. Gewicht vochtige en droge potgrond vaststellen door weging. Droogtijd is 23 uur.

4. Uitvoering4.1 Apparatuur

- 4.1 Zandbak : inwendig $60 \times 30 \times 40 \text{ cm}$ met onderin een toe- en afvoersysteem voor water. Geconditioneerd volgens het voorschrift: Het vullen en conditioneren van de zandbak voor fysisch onderzoek. Indien de zandbak van PVC gemaakt is, ter versteviging een houten omlijsting om de gehele bak maken.
- Deksel : hout, bekleed met schuimplastic.
- Blokzijlzand : luchtintredewaarde van ongeveer 150 cm water, dit komt overeen met pF 2,2.
- Cylinders : roestvrij staal, hoogte 5,0 cm, inhoud 250 cm^3 .
- Pers : zelfbouw met een staaf van 1,96 kg.
- Gewichten : 3,00 en 23,39 kg.
- Valinstallatie : hout, valhoogte 5,0 cm.
- Niveaucylinder : plastic, door middel van een slang verbonden met de zandbak, voor het instellen van het waterniveau in de bak.
- Decanteerfles : glas, door middel van een slang verbonden met de zandbak, voor de toevoer van water naar de bak.
- Cylindersklem : zelfbouw, met een verschuifbare opstaande wand van PVC.
- Zaagje : ijzer.
- Stoof : met luchtafzuiging; instelbaar op $105 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Banden : rubber, 3,5 en 1 cm breed.
- Polyester vlies : Heidelberger Vlies.
- Nylondoek : voor het afdekken van het zand in de zandbak.

4.2 Analysemateriaal

Veldvochtige, gehomogeniseerde potgrond.

4.3 Werkwijze

Bepaal het organische stof- en vochtgehalte (A-cijfer) van het potgrondmonster volgens het voorschrift: Vocht- en organische stofbepaling. Het A-cijfer moet tenminste 1,2 maal groter zijn dan het organische stofgehalte, indien lager zoveel water toevoegen totdat het A-cijfer tenminste 1,4 maal het organische stofgehalte bedraagt.

Het monster na bevochtigen gedurende 24 uur in een afgesloten plastic zak bewaren. De hoeveelheid toe te voegen water kan met behulp van de volgende formule worden geschat.

$$X = \frac{M (1,4 \times H - A)}{100 + A}$$

waarin:

X = minimaal toe te voegen hoeveelheid water (ml)

M = hoeveelheid potgrond met A-cijfer A (g)

H = het organische stofgehalte (gew. %)

Bij elke subbemonstering de potgrond goed mengen. Bonkjes groter dan 2 cm kapotmaken.

Bevestig twee roestvrij stalen, genummerde cilindervellen met behulp van een 3,5 cm brede band op elkaar. Aan een uiteinde van deze cilindervellen een lapje polyester vlies bevestigen met behulp van een 1 cm brede band. De set nu gelijkmatig vullen tot de rand met gehomogeniseerde potgrond met behulp van een lepel met een inhoud van 48 ml. Deze lepel volscheppen met potgrond en in één beweging met de vinger gladstrijken. Na elke toevoeging de set 5 maal laten vallen vanaf 5 cm hoogte op de houten ondergrond van de valinstallatie. Na de laatste toevoeging 5 maal extra laten vallen vanaf 5 cm hoogte. Als de potgrond verzakt is dan weer vullen tot de rand echter zonder de set te laten vallen.

Per monster twee cilindervellen vullen met een gelijk aantal scheppen potgrond. De potgrond nu samendrukken met een druk van 0,1 kg/cm² met behulp van de pers waarop een gewicht van 3,00 kg is geplaatst. Het water in de zandbak afvoeren met behulp van de niveaucilinder ingesteld op pF 2,0 en water van onderen op laten komen door het waterniveau in de decanteerfles 2,5 cm boven het zandoppervlak te plaatsen. Als het zandoppervlak bedekt is met een paar mm water, de toevoer van water stoppen en de kraan van de zandbak dichtdraaien. Met behulp van een natte spons eventueel aanwezige luchtballen onder het nylondoek verwijderen, de cilindervellen met potgrond in de zandbak plaatsen en licht aandrukken op het nylondoek voor een goed contact. Als alle cilindervellen in de zandbak geplaatst zijn, het waterniveau op 5 cm boven het zandoppervlak brengen door water van bovenaf toe te voegen via een dun plaatje op het zandoppervlak.

Na minimaal 4 uur verzadigen, pF 2,0 (= 100 cm) instellen en deze onderdruk minstens 16 uur volhouden. Tijdens het aanleggen en volhouden van de onderdruk, een petrischaal gevuld met water op het zandoppervlak plaatsen en de zandbak gesloten houden.

De cilindervellen uit de zandbak halen en de potgrond samendrukken met een druk van 0,5 kg/cm² met behulp van de pers waarop een gewicht van 23,39 kg is geplaatst. Het water van onderen op laten komen en de cilindervellen weer in de zandbak plaatsen op de hierboven beschreven wijze. Water van bovenaf toevoegen tot een niveau van 5 cm boven het zandoppervlak. Na minimaal 4 uur ver-

zadigen, pF 1,5 (= 31,6 cm) instellen en deze onderdruk minstens 16 uur volhouden.

De cilinderset uit de zandbak halen. De beide cylinders van elkaar scheiden en de potgrond in de onderste cylinder vlak afzagen op de volgende wijze: het nylondoekje en de 1 cm brede band verwijderen, de cilinderset vastklemmen in de cylinderklem en de opstaande wand van PVC tegen de onderkant van de cilinderset plaatsen en vastzetten. De 3,5 cm brede band opzij schuiven, de potgrond aan het open uiteinde tegenhouden en met het zaagje de potgrond in de onderste cylinder vlak afzagen. De onderste cylinder op een filterpapier tje plaatsen, voorzichtig de cylinder verwijderen en vervolgens direct het klompje potgrond wegen. Stel B gram. Minimaal 23 uur drogen bij 105 °C. Bepaal het drooggewicht, stel C gram.

Van de aldus verkregen klompjes potgrond kan zonodig de krimp bepaald worden volgens het voorschrift: De bepaling van de krimp van potgrond.

4.4 Berekeningen

Volumegewicht : uitdrukken in grammen droge grond per liter

$$\text{volgens: } \frac{1.000 \times C}{V}$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 1 gram droge grond per liter nauwkeurig.

Poriënvolume : uitdrukken in volumeprocenten

$$\text{volgens: } \frac{V - C/s.m.}{V} \times 100\%$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeuri

Volumepercentage water, bij pF 1,5: uitdrukken in volumeprocenten

$$\text{volgens: } \frac{B - C}{V} \times 100\%$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeuri

Volumepercentage lucht, bij pF 1,5: uitdrukken in volumeprocenten

volgens: poriënvolume - volume % water

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeuri

A-cijfer, bij pF 1,5: uitdrukken in grammen water per 100 gram droge grond

$$\text{volgens: } \frac{B - C}{C} \times 100$$

$$\text{of volgens: } \frac{\text{volume \% water}}{\text{volumegewicht}} \times 1.000$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 1 gram water per 100 gram droge grond nauwkeurig.

Hierin zijn:

C = gewicht klompje potgrond na 23 uur drogen bij 105 °C (g)

V = volume cylinder, vastgesteld op 250 cm³

s.m. = soortelijke massa van de potgrond (g/cm³)

$$\text{volgens: } \frac{410,75}{155 + 1,1 \times \% \text{ org. stof}}$$

B = gewicht klompje potgrond bij pF 1,5 (g).

D. De bepaling van de krimp van potgrond1. Toepassing

De bepaling van de krimp van potgrond kan pas uitgevoerd worden nadat een voorschrift voor fysisch onderzoek van potgrond is toegepast uitgezonderd de vocht- en organische stofbepaling.

2. Principe

Het vaststellen van de volumeverandering van potgrond door drogen ten opzichte van het volume onder gestandaardiseerde omstandigheden.

3. Uitvoering3.1 ApparatuurSchuifmaat3.2 Werkwijze

Bepaal van beide klompjes de hoogte in viervoud. Bepaal de diameter in drievoud; namelijk bovenaan, in het midden en onderaan. Verricht de metingen tot op 0,1 cm nauwkeurig.

De gemiddelde hoogte en diameter berekenen tot op 0,1 cm nauwkeurig.

3.3 Berekening

$$\% \text{ krimp} = \frac{V - \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot h}{V} \times 100\% \quad \text{of:} \quad \frac{1.000 - \pi d^2 \cdot h}{10}$$

waarin:

d = gemiddelde diameter van het klompje potgrond na drogen bij 105 °C (cm)

h = gemiddelde hoogte van het klompje potgrond na drogen bij 105 °C (cm)

V = volume cylinder, vastgesteld op 250 cm³

Het percentage krimp opgeven op 1% nauwkeurig.

Opmerking: De krimp wordt uitgedrukt als de volumeverandering, in procenten, van potgrond door drogen ten opzichte van het volume van vochtige potgrond verkregen na uitvoering van uitgebreid of beperkt fysisch onderzoek.

E. Bepaling van het volumegewicht in veen1. Apparatuur

Cylindrische buizen : polyethyleen, 20 cm lang en met een inwendige diameter tussen 5,5 en 5,8 cm, aan één kant voorzien van een gleufvormige rand ter bevestiging van een nylondoekje (of een ander niet korroderend materiaal) met behulp van een elastiek.

Cylindrische gewichten (of gewichten op een ronde schijf bevestigd):

met een diameter van (circa) 2 mm minder dan de inwendige diameter van de buizen (de druk door deze gewichten uitgeoefend, dient 10 g/cm^2 te zijn).

Valinstallatie : hout, valhoogte 5,0 cm.

Droogstoof of kast : instelbaar op 40°C , met lucht toe- en afvoer.

Uitdampbakken : polyethyleen.

Zeef : met maaswijdte van 2 cm.

2. Monstervoorbehandeling

Vocht bepalen, liefst dezelfde dag, in ieder geval binnen 3 dagen. De veldvochtige monsters worden uitgestrooid in de uitdampbakken en zo goed mogelijk gehomogeniseerd. Alleen brokken groter dan 2 cm worden kapotgemaakt. (Alleen monsters met erg veel grove delen worden gezeefd.)

Het uitstrooien in de bakken dient zo luchtig mogelijk te gebeuren, voor een zo efficiënt mogelijk drogen van de monsters.

De monsters worden een nacht gedroogd bij maximaal 40°C onder toe- en afvoer van lucht.

De luchtdroge monsters mogen maximaal 15% vocht bevatten.

3. Uitvoering

Bevestig met behulp van een elastiekje een nylondoek onderaan de buis. Weeg de buis tot 0,1 g nauwkeurig: A gram.

Hierna wordt de buis in 10 ongeveer gelijke porties gevuld tot een hoogte van 17 cm. Na elke toevoeging de buis vanaf een hoogte van 5 cm vijfmaal loodrecht op een houten ondergrond laten vallen.

Nadat een hoogte van (ongeveer) 17 cm is bereikt wordt een gewicht op het materiaal geplaatst. Indien de kolom grond zakt, wederom aanvullen tot 17 cm ($\pm 0,2 \text{ cm}$), echter zonder de buis te laten vallen. Weeg de buis terug, echter zonder gewicht: B gram.

Voer de bepaling tenminste in drievoud uit. Neem bij elke serie een standaardmonster mee. Het is beter voor elk nieuw monster een nieuwe buis (+ nylondoek) te nemen.

De gebruikte buizen worden schoongemaakt met leidingwater en gedroogd aan de lucht.

N.B. De buizen en uitdampschalen mogen nooit boven 60°C worden verhit, in verband met de temperatuurgevoeligheid van het materiaal (polyethyleen).

A. Uitgebreid fysisch onderzoek van potgrond - referentiemethode1. Toepassingsgebied

Potgrondmonsters ten behoeve van praktijk en onderzoek waarvan een vochtka-
rakteristiek is gewenst.

2. Inhoud onderzoek

De bepaling van het volumegewicht, het poriënvolume; het volumepercentage
water en lucht en het A-cijfer bij respectievelijk pF 0,5-1,0-1,5-1,7 en
2,0. Duur van het onderzoek: 13 dagen.

3. Beknopte werkwijze

Een cilinderset met een inhoud van 500 cm³ op standaardwijze vullen met pot-
grond. Verzadigen gedurende minimaal 24 uur op een zandbak. Samendrukken met
0,1 kg/cm² nadat pF 2,0 is ingesteld gedurende minimaal 24 uur.

Herverzadigen gedurende minimaal 24 uur, daarna pF 0,5 instellen gedurende
minimaal 24 uur.

Gewicht van de vochtige potgrond vaststellen door weging. Op dezelfde wijze
pF 1,0-1,5-1,7 en 2,0 instellen en na iedere stap de vochtige potgrond wegen.
Gewicht van de droge grond vaststellen na een droogtijd van 27 uur.

4. Uitvoering4.1 Apparatuur

<u>Zandbak</u>	: inwendig 60 x 30 x 40 cm met onderin een toe- en afvoer- systeem voor water. Geconditioneerd volgens het voor- schrift: Het vullen en conditioneren van de zandbak voor fysisch onderzoek. Indien de zandbak van PVC is gemaakt, ter verstevi- ging een houten omlijsting om de gehele bak maken.
<u>Deksel</u>	: hout, bekleed met schuimplastic.
<u>Blokzijlzand</u>	: luchtintredewaarde van ongeveer 150 cm water, dit komt overeen met pF 2,2.
<u>Cylinders</u>	: roestvrij staal, hoogte 5,0 cm, inhoud 250 cm ³ .
<u>Pers</u>	: zelfbouw met een staaf van 1,96 kg.
<u>Gewichten</u>	: 3,00 en 23,39 kg.
<u>Valinstallatie</u>	: hout, valhoogte 5,0 cm.
<u>Niveaucylinder</u>	: plastic, door middel van een slang verbonden met de zandbak, voor het instellen van het waterniveau in de bak.
<u>Decanteerfles</u>	: glas, door middel van een slang verbonden met de zand- bak, door de toevoer van water naar de bak.
<u>Cylinderklem</u>	: zelfbouw, met een verschuifbare opstaande wand van PVC.
<u>Zaagje</u>	: ijzer.
<u>Stoof</u>	: met luchtafzuiging; instelbaar op 105 ± 3 °C.
<u>Banden</u>	: rubber, 3,5 en 1 cm breed.
<u>Polyester vlies</u>	: Heidelberg Vlies.
<u>Nylondoek</u>	: voor het afdekken van het zand in de zandbak.

4.2 Analysemateriaal

Veldvochtige, gehomogeniseerde potgrond.

4.3 Werkwijze

Bepaal het organische stof- en vochtgehalte (A-cijfer) van het potgrondmonster volgens het voorschrift: Vocht-en organische stofbepaling.

Het A-cijfer moet tenminste 1,2 maal groter zijn dan het organische stofgehalte, indien lager zoveel water toevoegen totdat het A-cijfer tenminste 1,4 maal het organische stofgehalte bedraagt.

Het monster na bevochtigen gedurende 24 uur in een afgesloten plastic zak bewaren. De hoeveelheid toe te voegen water kan met behulp van de volgende formule worden geschat:

$$X = \frac{M (1,4 \times H - A)}{100 + A}$$

Waarin:

X = minimaal toe te voegen hoeveelheid water (ml)

M = hoeveelheid potgrond met A.cijfer A (g)

H = het organische stofgehalte (gew.%).

Bij elke subbemonstering de potgrond goedmengen. Bonkjes groter dan 2 cm kapotmaken.

Bevestig twee roestvrij stalen, genummerde en tot op 0,1 g nauwkeurig gewogen cylinders, stel A gram, met behulp van een 3,5 cm brede band op elkaar. Aan een uiteinde van deze cylinderset een lapje polyester vlies bevestigen met behulp van een 1 cm brede band. De set nu gelijkmatig vullen tot de rand met gehomogeniseerde potgrond met behulp van een lepel met een inhoud van 48 ml. Deze lepel volscheppen met potgrond en in één beweging met de vinger gladstrijken. Na elke toevoeging de set 5 maal laten vallen vanaf 5 cm hoogte op de houten ondergrond van de valinstallatie. Na de laatste toevoeging 5 maal extra laten vallen vanaf 5 cm hoogte. Als de potgrond verzakt is dan weer vullen tot de rand echter zonder de set te laten vallen.

Per monster twee cylindersets vullen met een gelijk aantal scheppen potgrond. De potgrond nu samendrukken met een druk van 0,1 kg/cm² met behulp van de pers waarop een gewicht van 3,0 kg is geplaatst. Het water in de zandbak afvoeren met behulp van de niveaucilinder ingesteld op pF 2,0 en water van onderen op laten komen door het waterniveau in de decanteerfles 2,5 cm boven het zandoppervlak te plaatsen. Als het zandoppervlak bedekt is met een paar mm water, de toevoer van water stoppen en de kraan van de zandbak dichtdraaien. Met behulp van een natte spons eventueel aanwezige luchtballen onder het nylondoek verwijderen, de cylinderset met potgrond in de zandbak plaatsen en licht aandrukken op het nylondoek voor een goed contact. Als alle cylindersets in de zandbak geplaatst zijn, het waterniveau op 5 cm boven het zandoppervlak brengen door water van bovenaf toe te voegen via een dun plaatje op het zandoppervlak.

Na minimaal 24 uur verzadigen, pF 2,0 (= 100 cm) instellen en deze onderdruk minstens 24 uur volhouden. Tijdens het aanleggen en volhouden van de onderdruk, een petrischaal gevuld met water op het zandoppervlak plaatsen en de zandbak gesloten houden.

De cylindersets uit de zandbak² halen en de potgrond nog een keer samendrukken met een druk van 0,1 kg/cm² met behulp van de pers.

Het water van onderen op laten komen en de cylindersets weer in de pF-bak plaatsen op de hierboven beschreven wijze. Water van bovenaf toevoegen tot een niveau van 5 cm boven het zandoppervlak.

Na minimaal 24 uur verzadigen, pF 0,5 (= 3,2 cm) instellen en deze onderdruk

minstens 24 uur volhouden. De cilinderset uit de zandbak halen. De beide cilindres van elkaar scheiden en de potgrond in de onderste cilinder vlak afzagen op de volgende wijze: de cilinderset vastklemmen in de cilinderklem en de opstaande wand van PVC tegen de onderkant van de cilinderset plaatsen en vastzetten. De 3,5 cm brede band opzij schuiven, de potgrond aan het open uiteinde tegenhouden en met het zaagje de potgrond in de onderste cilinder vlak afzagen.

Vervolgens direct de cilinder met potgrond wegen. Stel B gram. De cilindres met potgrond weer in de zandbak plaatsen op de hierboven beschreven wijze echter zonder water van onderen op te laten komen. Als alle cilindres in de zandbak geplaatst zijn pF 1,0 (= 10,0 cm) instellen en deze onderdruk minstens 24 uur volhouden. De cilindres met potgrond wegen (B gram). Op deze wijze achtereenvolgens pF 1,5 (= 31,6 cm), pF 1,7 (= 50,1 cm) en pF 2,0 (= 100 cm) instellen en telkens na minimaal 24 uur de cilindres wegen (B gram). Ten slotte de 1 cm brede band verwijderen en de cilindres met potgrond minimaal 27 uur drogen bij 105 ± 3 °C. Bepaal het drooggewicht, stel C gram. Voorzichtig de omringende cilinder verwijderen. Van de aldus verkregen klompjes potgrond kan zonodig de krimp bepaald worden volgens het voorschrift: De bepaling van de krimp van potgrond.

4.4 Berekeningen

Volumegewicht : uitdrukken in grammen droge grond per liter

$$\text{volgens: } \frac{1.000 \times (C - A)}{V}$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 1 gram droge grond per liter nauwkeurig.

Poriënvolume : uitdrukken in volumeprocenten

$$\text{volgens: } \frac{V - (C - A)/s.m.}{V} \times 100\%$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeurig.

Volumepercentage water, bij pF X: uitdrukken in volumeprocenten

$$\text{volgens: } \frac{B - C}{V} \times 100\%$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeurig.

Volumepercentage lucht, bij pF X: uitdrukken in volumeprocenten

volgens: poriënvolume - volume % water
de gemiddelde resultaten opgeven op 0,1 procent nauwkeurig.

A-cijfer, bij pF X: uitdrukken in grammen water per 100 gram droge grond

$$\text{volgens: } \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

$$\text{of volgens } \frac{\text{volume \% water bij pF X}}{\text{volumegewicht}} \times 1.000$$

De gemiddelde resultaten opgeven op 1 gram water per 100 gram droge grond nauwkeurig.

Hierin zijn:

C = gewicht cylinder met potgrond na 27 uur drogen bij 105 °C (g)

A = gewicht cylinder leeg (g)

V = volume cylinder, vastgesteld op 250 cm³

s.m. = soortelijke massa van de potgrond (g/cm³)

volgens: $\frac{410,75}{155 + 1,1 \times \% \text{ org.stof}}$

B = gewicht cylinder met potgrond bij pF X (g).

H Het reinigen van het Blokzijlzand

Voordat de zandbak met blokzijlzand gevuld wordt, het zand reinigen met water. Hiertoe het zand in kleine hoeveelheden behandelen in emmers. Het zand met water goed omroeren en het zand laten bezinken. Vervolgens het bovenstaande water afgieten en de donker gekleurde laag verontreinigd zand verwijderen. Op deze wijze het zand net zolang spoelen met water totdat er geen verontreinigingen meer op het zandoppervlak achterblijven. Ongebruikt Blokzijlzand eerst een paar keer spoelen met water en vervolgens in water zeven met behulp van een zeef met een maaswijdte van 420 micron. Doorgaan met spoelen zoals hierboven beschreven is.

Het vullen en conditioneren van de zandbak voor fysisch onderzoek1. Apparatuur

- Zandbak : inwendig 60 x 30 x 40 cm met onderin een toe- en afvoersysteem voor water. Indien de zandbak van PVC is gemaakt, ter versterking een houten omlijsting om de gehele bak te maken.
- Deksel : hout, bekleed met schuimplastic.
- Blokszijlzand : luchtintredewaarde van ongeveer 150 cm water, dit komt overeen met pF 2,2. Reiniging van het zand, zie voorschrift.
- Grint : met water gereinigd grint
- Nylondoek : voor het afdekken van het zand in de zandbak.
- Niveaucylinder : plastic, door middel van een slang verbonden met de zandbak, voor het instellen van het waterniveau in de bak.
- Decanteerfles : glas, door middel van een slang verbonden met de zandbak, voor de toevoer van water naar de bak.

2. Werkwijze2.1 Het vullen van de zandbak

De zandbak vullen met ongeveer 20 cm water, het grint vermengd met water in kleine hoeveelheden in de zandbak brengen. In deze wijze de zandbak vullen met grint tot aan de bovenzijde van het toe- en afvoersysteem voor water. Het zandoppervlak water met een nat sponsje verontreinigingen op het zandoppervlak verwijderen tot op 3 cm boven het zandoppervlak. De zandbak vullen en laten met water tot ongeveer 20 cm boven het zandoppervlak en vervolgens het Blokszijlzand vermengd met water in kleine hoeveelheden in de zandbak brengen. Wanneer de zandlaag een paar cm dik is, het bovenstaande water uit de zandbak hevelen en eventueel aanwezige verontreinigingen op het zandoppervlak verwijderen met een natte spons. Op deze manier de zandbak laag voor laag vullen met zand tot 11 cm boven het toe- en afvoersysteem voor water. Het zand laten bezinken en het bovenstaande water uit de zandbak hevelen tot een niveau van 0,5 cm boven het zandoppervlak. Het zandoppervlak gladstrijken en vervolgens het water afvoeren met behulp van de niveaucylinder, ingesteld op pF 2,0 (= 100 cm). Eventueel aanwezige verontreinigingen op het zandoppervlak verwijderen. Het water van onderen op laten komen door het waterniveau in de decanteerfles, 2,5 cm boven het zandoppervlak te plaatsen. Wanneer het zandoppervlak met een paar mm water is bedekt, de toevoer van water stoppen. Nog minimaal vijf keer water afvoeren en weer van onderen laten opkomen. Tenslotte het zandoppervlak droog laten vallen en de pakking van het Blokszijlzand controleren door een 3 cm diepe gleuf in het zand te maken en te kijken of het zand een hechte laag vormt zonder gleuven of gaten. De zandbak conditioneren op de hieronder beschreven wijze.

2.2 Het conditioneren van de zandbak

Na iedere proef met behulp van de zandbak, de bak lucht vrij maken. Hiertoe 5 cm water van bovenaf in de zandbak brengen en dit weer afvoeren met behulp van de niveaucylinder, ingesteld op pF 2,0. Om achtergebleven luchtballen in de zandbak te verwijderen, het water nu van onderen op laten komen door het waterniveau in de decanteerfles 2.5 cm boven het zandoppervlak te plaatsen. Als het zandoppervlak bedekt is met een paar mm water, de toevoer van water stoppen en het zandoppervlak waterpas maken. Het water weer afvoeren met behulp van de niveaucylinder, ingesteld op pF 2,0. Eventueel aanwezige verontreinigingen op het zandoppervlak verwijderen met een natte spons. Nog minimaal een keer water van onderen op laten komen en weer

F Vocht- en organische stofbepaling1. ApparatuurDroogstoof : instelbaar op 105 °C .Porceleinen schaaltesElectrische gloeioven: instelbaar op 600 °C .Exciccator : met droogmiddel (silicagel met indicator).2. Uitvoering

Van tevoren gedroogde en gewogen porceleinen schaaltes worden gevuld met veldvochtig/luchtdroog materiaal en teruggewogen (wegingen 0,1 mg nauwkeurig).

Vervolgens wordt een nacht gedroogd bij 105 ± 2 °C,

De schaaltes met het gedroogde veldvochtige materiaal worden in de electrische gloeioven geplaatst en gedurende 2 uur bij 600 °C gegloeid.

Afkoelen tot circa 100 °C; afkoelen in een exciccator en terugwegen. Voer de bepalingen in duplo uit.

3. BerekeningVocht

schaaltje + veldvochtig/luchtdroog materiaal	:	a g
schaaltje + materiaal na drogen	:	b g
		a - b g

schaaltje + veldvochtig/luchtdroog materiaal	:	a g
schaaltje	:	c g
		a - c g

Het veldvochtig/luchtdroge materiaal bevat : $\frac{a - b}{a - c} \times 100\%*$ vo

Organische stof

schaaltje + materiaal na drogen	:	b g
schaaltje + materiaal na gloeien	:	d g
		b - d g

De stoofdroke stof van het veldvochtige materiaal bevat:

$$\frac{b - d}{b - c} \times 100\%* \text{ organische stof}$$

Resultaten zowel voor vocht als organische stof opgeven in 0,1% nauwkeurig.

* Gewichtsprocenten