

A  
2  
B  
50

2511 + 2516

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Stamboek no.  
1823

Lage fosfaatgehalten in persextrakten, een kwestie van extraktbereiding.

Door:

S.S. de Bes

en

P.A. van Dijk

Naaldwijk, oktober 1979.

Intern verslag nr. 13.

222 1050

INHOUDPAGINA

1. Inleiding	1
2. Onderzoek	1
2.1. Onderzoek naar de oorzaak van verlaging P-koncentraties in persextrakten	1
2.1.1. Invloed van oxydatie van ijzer in de grond	1
2.1.2. Invloed van gefractioneerd persen bij verschil- lende vochttrappen	4
2.1.3. Invloed van filtratie- en extraktiemethode	6
2.1.4. Invloed van persvat bij hydraulisch persen	8
2.2. Oplosbaarheid van fosfaat bij variërende vochtgehalten in vijf grondsoorten.	10
3. Konklusie	16
4. Samenvatting	17
5. Literatuur	18

Bijlage 1 tot en met 6

## 1. Inleiding.

In 1976 is door De Bes en Van Dijk (1) een onderzoek ingesteld naar de oorzaak van lage fosfaatgehalten in persextrakten van een drietal verschillende grondmonsters. Uit dit onderzoek is gebleken dat de  $P_2O_5$  - concentraties toenamen in extrakten naarmate de water-grondverhouding toenam. Bij het persen van veldvochtige grond is het ionenprodukt van  $Ca^{++}$  en  $HPO_4^{--}$  beduidend lager gevonden dan bij die extrakten welke na afzuigen van verzadigde grond zijn verkregen. Een goed sluitende verklaring kon niet worden gevonden.

De veronderstelling dat fosfaat in drogere gronden zou worden uitgezeefd kon door dat onderzoek noch worden bewezen, noch worden verworpen. Evenwel zijn er door mondeling overleg met deskundigen enkele aanknopingspunten naar voren gekomen welke voldoende basis geven om een vervolgonderzoek naar de eventuele oorzaken vast te stellen.

Op verzoek van ir. J. van den Ende heeft dit onderzoek plaatsgevonden. Theoriën omtrent invloeden door oxydatie, filtratie en extraktbereiding zijn nader getoetst door enkele proeven. De werkwijze en de verkregen resultaten worden in dit rapport beschreven.

## 2. Onderzoek

### 2.1. Onderzoek naar de oorzaak van verlaging P-koncentraties in persextrakten.

#### 2.1.1. Invloed van oxydatie van ijzer in de grond.

Tijdens het eerste onderzoek zijn de bevochtigde porties grond gedurende 1 week bewaard bij  $4^{\circ}C$ . Dit vond plaats in gesloten plastic dozen waarbij uiteraard lucht is ingesloten. Nu zou door oxydatie van het aanwezige  $Fe^{2+}$  tot  $Fe^{3+}$  vastlegging van fosfaat kunnen plaatsvinden door vorming van  $FePO_4$ . Naarmate er meer vocht aan de grond-water-suspensie wordt onttrokken neemt de kans op bovenstaand oxydatieproces toe.

Wanneer aan een verzadigde grond langzaam water wordt onttrokken (in frakties) en er treedt tijdens de onttrekking een P-koncentratieverlaging op, dan zou dit kunnen wijzen in de richting van oxydatieinvloed.

Als methode van vochtonttrekking is hiervoor een zogenaamd membraanperstoesel te gebruiken. Dit toestel is zodanig gekonstrueerd dat op de geperforeerde bodemplaat een membraanfilter kan worden geplaatst. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van cellulosenitraatfilter met een poriengrootte van  $0.2 \mu m$  van het fabriektype Selectron type BA83.

Op dit filter wordt de vochtige suspensie gebracht.

Vervolgens wordt het deksel van de pers stevig bevestigd. In het deksel bevinden zich een inlaat voor perslucht en aansluitmogelijkheid voor een manometer. De pers is gemaakt van perspex. Om een eventuele oxydatie te bevorderen is dit toestel uitermate geschikt omdat er met overdruk aan lucht op de grondwatersuspensie wordt gewerkt. Verder heeft deze wijze van vocht onttrekken nog de volgende voordelen:

- eenvoudig te reinigen tussen twee persingen
- goed regelbare druk via centrale persluchtleiding
- goede mogelijkheid tot nauwkeurig gefractioneerd persen.

Met behulp van dit toestel is getracht een eventuele oxydatieinvloed op de P-koncentraties na te gaan. Hiertoe zijn in een drietal grondmonsters vooraf proefpersingen verricht in de verzadigde grond. De monsters zijn op de gebruikelijke wijze verzadigd met gedemineraliseerd water. De A-cijfers zijn bepaald. Vervolgens is er geperst volgens de hierboven beschreven procedure.

Deze persing is beëindigd nadat er geen vocht meer uit de pers kwam. Vervolgens is het A-cijfer bepaald van de uitgeperste grond. In bijlage 1 zijn de onderzochte monsters nader beschreven.

Uit deze proefpersingen is vastgesteld hoeveel vocht er door middel van deze wijze van persen kan worden verkregen. Hiervoor kan de volgende formule worden gebruikt:

$$W = \frac{V \cdot (A_v - A_p)}{100 + A_v} \quad (\text{formule 1, zie afleiding in bijlage 2})$$

Hierin zijn: W; grammen gewonnen vocht

V; grammen voorgelegde vochtige grond

A<sub>v</sub>; A-cijfer van de voorgelegde vochtige grond

A<sub>p</sub>; A-cijfer van de uitgeperste grond.

Omgekeerd kan hieruit worden berekend hoeveel vochtige grond men dient voor te leggen om een gekozen hoeveelheid vocht te kunnen verkrijgen.

Bij dit onderzoek is gestreefd naar het verkrijgen van 7 frakties vocht uit de verzadigde grond ieder bestaande uit ongeveer 15 ml, zodat 105 gram vocht is onttrokken. In tabel 1 zijn de gewichtshoeveelheden en A-cijfers gegeven welke op het moment van onderzoek zijn gevonden.

	HK	ZK	K
A-cijfer verzadigde grond (Av)	92.8	47.6	84.2
A-cijfer na persen (Ap)	37.2	16.4	41.6
gram vochtige grond (V)	364	497	454
gram vocht onttrokken (W)	98	99	115
verdeeld in frakties	7 x 14	5 x 14; 1 x 22; 1 x 7	6 x 14; 1 x 31

Tabel 1. A-cijfers verzadigde en uitgeperste grond, grammen in bewerking genomen verzadigde grond en verzamelde frakties persextrakt bij persingen met membraanpers bij onderzoek naar eventuele oxydatie-invloed op P-koncentraties.

In deze verzamelde frakties zijn bepaald; de EC, met behulp van een geleidbaarheidsmeter, fabrikaat Radiometer, type CDM 3 en cel CDC 314 ; Fe, door middel van atoomabsorptiespektrofotometrie met behulp van de Varian Techtron M 1280; P, spektrofotometrisch volgens Murphy en Riley.

De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel 2.

Monsters fractie- nummers	HK			ZK			K		
	$P_2O_5^{-1}$ mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	$P_2O_5^{-1}$ mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	$P_2O_5^{-1}$ mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>
1	13,5	4,4	0,25	38,9	4,5	0,10	8,0	4,9	0,15
2	14,9	4,3	0,25	41,0	4,4	0,10	9,0	4,9	0,15
3	15,2	4,3	0,25	41,9	4,4	0,10	9,1	4,9	0,15
4	15,2	4,3	0,25	42,2	4,4	0,10	8,7	4,9	0,15
5	16,3	4,3	0,25	41,0	4,5	0,10	9,2	4,9	0,15
6	15,3	4,3	0,25	42,2	4,5	0,10	9,1	5,0	0,15
7	14,5	4,3	0,25	42,2	4,5	0,10	9,4	4,9	0,15
M	15,0	4,3	0,25	41,3	4,5	0,10	8,9	4,9	0,15

Tabel 2. Resultaten van gefractioneerde persingen van verzadigde gronden met behulp van een membraanpers.

Uit de resultaten in tabel 2 blijkt dat er geen sprake is van verlaging van P-koncentratie bij het droger worden van de grond. Van een eventuele oxydatieinvloed is niets te bemerken.

2.1.2. Invloed van gefractioneerd persen bij verschillende vochttrappen.

Bij het eerste onderzoek in 1976 is niet in frakties maar bij verschillende vochttrappen geperst. Bovendien is toen uitsluitend gebruik gemaakt van een hydraulische pers. Het is zeker zinvol om beide persmethoden te vergelijken en daarbij tevens te betrekken het gefractioneerd persen bij verschillende vochtgehalten in de grond.

Dit onderzoek is verricht in monster HK. De vochttrappen zijn als volgt gekozen.

1e trap A-cijfer = 48 ; 2e trap A-cijfer = 60; 3e trap A-cijfer = 72 en 4e trap A-cijfer = 84.

Voor het hydraulisch persen zijn de gewichtshoeveelheden vochtige grond zodanig gekozen dat er 400 gram vocht werd voorgelegd. Hiervan zijn zoveel mogelijk frakties verzameld die elk 1/16 deel van het in bewerking genomen vocht bevatten. De ruwe pesextracten zijn gefiltreerd over 0.2 um membraanfilter zoals dat in de membraanpers direkt gebeurd. Voor de persingen met de membraanpers is 100 gram vocht voorgelegd.

De frakties zijn eveneens op 1/16 deel gekozen.

De gewichtshoeveelheden vochtige grond zijn na berekening bereid door veldvochtige grond te mengen met gedemineraliseerd water. De berekeningen zijn verricht met behulp van de formules 2, 3 en 4.

Deze zijn afgeleid in bijlage 3.

$$V = \frac{100 B}{A_v} + B \quad (\text{formule 2})$$

$$U = \frac{B (100 + A_o)}{A_v} \quad (\text{formule 3})$$

$$T = B (1 - A_o/A_v) \quad (\text{formule 4})$$

Hierin zijn: V; grammen voorgelegde vochtige grond

B; grammen in bewerking genomen vocht

A<sub>o</sub>; A-cijfer veldvochtige grond

A<sub>v</sub>; A-cijfer voorgelegde vochtige grond

U; grammen veldvochtige grond nodig om B gram vochtige grond te verkrijgen na toevoeging van T gram H<sub>2</sub>O.

T; grammen water dat aan U gram veldvochtige grond moet worden toegevoegd om B gram vochtige grond met A-cijfer =A<sub>v</sub> te verkrijgen.

In tabel 3 zijn de in bewerking genomen gewichtshoeveelheden grond en toegevoegd water vermeld bij de vochttrappen.

A-cijfer	U			T		
	B	U	T	B	U	T
	gram vocht	gram v.v.grond	gram water	gram vocht	gram v.v.grond	gram water
48	400	1194	78	100	299	10
60	400	955	111	100	239	28
72	400	796	159	100	199	40
84	400	682	194	100	171	48

Tabel 3. De gewichtshoeveelheden veldvochtige grond ( $A \approx 43.3$ ) en toegevoegd water om porties vochtige grond te verkrijgen waarin respectievelijk 400 en 100 gram vocht zijn voorgelegd bij monster HK.

In de verkregen frakties zijn EC, Fe en  $P_2O_5$  bepaald. De resultaten na hydraulisch persen zijn vermeld in tabel 4a.

A-cijfer fractie x 1/16	48			60			72			84		
	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	$P_2O_5$ mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	$P_2O_5$ mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	$P_2O_5$ mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	$P_2O_5$ mg.l <sup>-1</sup>
1	7.85	0.7	0.0	7.00	0.2	0.2	6.65	0.1	1.0	5.60	0.1	5.7
2	7.70	0.2	0.2	6.40	0.1	0.1	5.85	0.1	0.3	5.35	0.1	4.2
3	7.65	0.5	0.0	6.45	0.1	0.2	5.75	0.1	0.1	5.35	0.1	0.8
4	7.65	0.3	0.0	6.35	0.1	0.1	5.80	0.1	0.2	5.30	0.1	0.7
5	7.90	0.2	0.1	6.30	0.1	0.0	5.70	0.1	0.1	5.25	0.1	0.7
6	7.65	0.7	0.1	6.35	0.1	0.0	5.90	0.1	0.0	5.20	0.1	0.3
7	7.70	0.2	0.6	6.25	0.1	0.6	5.75	0.1	0.0	5.40	0.1	0.0
8	-	-	-	6.35	0.1	0.0	5.75	0.4	0.2	5.35	0.1	0.7
M	7.73	0.4	0.14	6.43	0.12	0.15	5.89	0.14	0.24	5.35	0.10	1.64

Tabel 4a. De EC-waarden, Fe- en  $P_2O_5$ -concentraties in persextraktten verkregen na hydraulisch persen bij vier verschillende A-cijfers van monster HK.

Uit tabel 4a blijkt dat er nauwelijks fosfaat wordt gevonden na hydraulisch persen. Bij A-cijfer 84 wordt in de 1e en 2e fractie nog een kleine hoeveelheid fosfaat gevonden. In de daarop volgende frakties valt de P-concentratie sterk terug zonder dat er van de EC-waarde of de Fe-concentratie enige overeenkomstige verlaging plaatsvindt.

In tabel 4b zijn de vergelijkbare resultaten vermeld zoals die zijn verkregen na het persen met de membraanpersen.

A-cijfer fractie x 1/16	48			60			72			84		
	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.l <sup>-1</sup>	EC mS.cm <sup>-1</sup>	Fe mg.l <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.l <sup>-1</sup>
1	5.95	0.0	5.6	6.25	0.1	10.2	5.70	0.1	12.2	5.60	0.1	10.3
2	7.55	0.1	10.8	6.35	0.1	11.6	5.75	0.1	11.8	5.50	0.1	14.0
3	7.65	0.1	10.9	6.45	0.1	11.9	5.75	0.1	12.4	5.45	0.1	13.4
4	-	-	-	6.50	0.1	12.6	5.80	0.1	12.3	5.45	0.1	13.2
5	-	-	-	6.60	0.1	12.3	5.85	0.1	12.6	5.45	0.1	12.8
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.45	0.1	13.6
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.45	0.1	13.5
M	7.05	0.07	9.10	6.43	0.10	11.72	5.77	0.10	12.26	5.47	0.10	12.97

Tabel 4b. De EC-waarden, Fe- en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-concentraties in persextraktten verkregen na persen met een membraanpers bij vier verschillende A-cijfers van monster HK.

Uit tabel 4b blijkt dat er flinke P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-concentraties worden gevonden welke konstant blijven bij toename van het aantal gewonnen frakties extrakt. De eerste fraktie is niet altijd betrouwbaar, vanwege verdunning die optreedt door bevochtiging van het filter.

Naarmate de grond vochtiger wordt neemt de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-concentratie in enige mate toe en de EC-waarde af.

### 2.1.3. Invloed van filtratie- en extraktiemethode.

Vergelijking tussen afzuigen, hydraulisch persen en persen met een membraanpers in verzadigde grond geeft mogelijk een goed beeld van de eventuele invloed die de methode van extractbereiding heeft op de P-concentraties. Tegelijkertijd is het nagaan van de filtreermethode zinvol. Immers na hydraulisch persen is voorheen nooit gefiltreerd over een 0.2 um membraanfilter. Bij het persen met de membraanpers gebeurt dit altijd automatisch.

Het een en ander is nagegaan in een onderzoek waarin de drie reeds genoemde gronden zijn verzadigd volgens de normen door Van den Ende (1963) vastgesteld.

$$A_o = 2.617 OS + 11.8 \text{ en } A_s = 3.537 OS + 29.3$$

A<sub>o</sub> = A-cijfer veldvochtige grond.

A<sub>s</sub> = A-cijfer van de verzadigde grond

OS = percentage organische stof uitgedrukt over stoofdrome grond en bepaald door de gloeiverliesmethode bij 600°C.

In tabel 5 is vergeleken in welke mate de reeds onderzochte monsters voldeden aan deze normen.



Monster	A veldvochtig gevonden	A veldvochtig volgens norm	A verzadigd gevonden	A verzadigd volgens norm	org. stof %
HK	43.3	46.3	92.8	76.0	13.2
ZK	20.4	26.5	47.6	49.1	5.6
K	23.8	40.1	84.2	67.5	10.8

Tabel 5. Vergelijking gevonden en berekende A-cijfers in veldvochtige en verzadigde gronden.

Uit tabel 5 blijkt dat de monsters ZK en K enigszins droger zijn dan veldvochtig. De monsters HK en K blijken beduidend vochtiger dan de norm aangeeft voor de verzadigde toestand.

Voor dit onderzoek zijn porties veldvochtige grond en water gemengd. De gewichtshoeveelheden zijn berekend met de formules 2,3 en 4 en vermeld in tabel 6. Voor hydraulisch persen is 600 gram vocht voorgelegd, voor persen met de membraanpersen is 120 gram en bij het afzuigen 150 gram vocht in bewerking genomen.

Monster	voor hydr. persen v.v. grond water		voor membr.persen v.v. grond water		voor afzuigen v.v. grond water		A- cijfer
HK	1129	261	226	52	282	65	76
ZK	1469	355	294	72	367	89	49
K	1094	388	218	78	274	97	68

Tabel 6. Grammen veldvochtige grond en daaraan toegevoegd water om porties verzadigde grond te bereiden.

De extrakten zijn zoveel mogelijk in frakties verzameld. De fraktiegrootte is gekozen op 1/6 deel van het voorgelegde vocht. In de extrakten is uitsluitend orthofosfaat bepaald.

Naast de extraktwinning is eveneens de invloed van het filtreerpapier nagegaan. Bij het afzuigen is gebruik gemaakt van de papierfilters, S en S 589<sup>3</sup> en Schut VF 215. Deze beide soorten zijn ook gebruikt na hydraulisch persen. Daarnaast is er gefiltreerd over 0.2 um membraanfilter en ook gecentrifugeerd.

De resultaten zijn vermeld in tabel 7.

monsterfr.	extraktie: hydraulisch persen				membraan persen		afzuigen	
	filtratie: SenS 589 <sup>3</sup> VF 215 centrif. BA 83				0.2 um BA 83		SenS 589 <sup>3</sup> VF 215	
	milligram P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> per liter extrakt							
HK 1/6	0.8	0.6	0.8	1.2	12.6	11.9	10.8	
1/3	0.0	0.1	0.1	0.1	14.1	6.7	8.0	
1/2	0.0	0.1	0.0	0.0	12.8	-	-	
M	0.26	0.26	0.30	0.43	13.2	9.3	9.4	
ZK 1/6	17.8	17.2	17.4	17.4	34.4	37.1	34.6	
1/3	11.6	11.6	11.7	11.8	34.9	35.2	35.4	
1/2	0.5	0.6	0.8	0.6	35.5	51.8	41.4	
M	9.97	9.80	9.97	9.93	34.9	41.4	37.1	
K 1/6	0.1	0.2	0.0	0.0	7.7	9.5	8.5	
1/3	0.1	0.1	0.1	0.0	9.2	10.2	7.0	
M	0.10	0.15	0.05	0.00	8.45	9.85	7.75	

Tabel 7. Invloed extraktie- en filtratiemethode op de fosfaatconcentraties in het verzadigingsextrakt.

Uit tabel 7 blijkt dat na hydraulisch persen geen verschillen optreden in fosfaatconcentraties na verschillende manieren van extraktbehandeling. Er is bij alle monsters een verlaging van de fosfaatconcentratie gevonden bij toenemend aantal frakties. Het meest opmerkelijke is dat na persen met de membraanpers ten eerste veel hogere fosfaatconcentraties worden gevonden en ten tweede dat er geen verschil optreedt bij toenemend aantal frakties. Deze fosfaatconcentraties stemmen redelijk overeen met de resultaten gevonden na afzuigen. Ook na afzuigen is er geen verschil gevonden tussen de resultaten bij gebruik van twee soorten filtreerpapier.

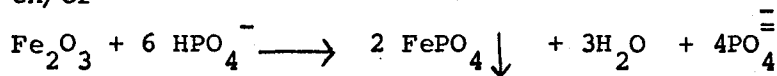
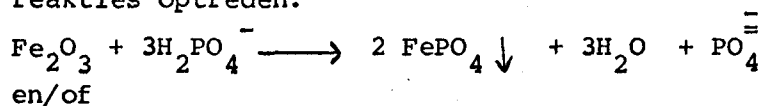
De filtratiemethode heeft dus nauwelijks invloed op de fosfaatconcentraties. De wijze van extraktbereiding is zeker wel van invloed. Na hydraulisch persen worden veel lagere fosfaatgehalten gevonden.

#### 2.1.4. Invloed van persvat bij hydraulisch persen.

In dit verband is een onderzoek ingesteld naar een mogelijke invloed die het persvat uitoefent op de fosfaatconcentraties.

Tijdens het persen met de hydraulische pers wordt de perstijd langer naarmate de te persen grond droger is. Hierbij wordt de kans op oxydatieinvloed vergroot.

Wanneer het extrakt in kontakt komt met ijzeroxyde kunnen er de volgende reakties optreden:



$\text{PO}_4^{3-}$  zal met  $\text{H}_2\text{O}$  associëren tot  $\text{HPO}_4^{2-}$  en  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

afhankelijk van de pH.

Om dit na te gaan zijn twee porties persextrakt en een portie fosfaatstandaardoplossing, 20 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per liter als  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , in kontakt gebracht met het ijzeren persvat. Het vat is vooraf bevochtigd met water en met behulp van perslucht weer drooggeblazen. Na enige tijd zijn de porties driemaal over het persvat gegoten. Hierna zijn de porties gefiltreerd over filtreerpapier.

S en S 589<sup>3</sup>, Fosfaat is bepaald zowel voor als na deze behandeling. De resultaten zijn vermeld in tabel 8.

Extrakt	onbehandeld	na kontakt persvat	verschil
		mg $\text{P}_2\text{O}_5$ per liter	in %
I	37.4	25.7	- 31
II	7.7	0.4	- 95
Standaard	21.7	18.1	- 17
M	22.3	14.7	- 34

Tabel 8. Invloed geoxideerd persvat op fosfaatconcentraties in extrakten en in een standaardoplossing.

Uit tabel 8 blijkt duidelijk dat een geoxideerd persvat de fosfaatconcentraties sterk verlaagd. Het is zeer aannemelijk dat dit de reden is van de lagere fosfaatconcentraties gevonden na hydraulisch persen (zie tabel 7). Dit was niet te verifiëren omdat er geen alternatief persvat voorradig is. Te denken valt hierbij aan een persvat vervaardigd uit trcvidur, waarmee bij de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders goede ervaringen zijn opgedaan. Deze ontwikkelingen laten zien dat alle voorgaande analyses in persextrakten, verkregen na hydraulisch persen in zeer hoge mate onbetrouwbaar zijn. Slechts bij zeer vochtige monsters, dus bij zeer korte perstijden kunnen nog redelijk goede fosfaatconcentraties zijn gevonden. Dit laatste moet zelfs nog worden betwijfeld als men in tabel 7 het gedrag beziet van monster HK. De eerste fraktie van de verzadigde grond is snel verkregen maar toch nog 50% lager dan bij de andere extraktiemethoden.

2.2. Oplosbaarheid van fosfaat bij variërende vochtgehalten in vijf grondsoorten.

Ter afsluiting en komplementering van het onderzoek is een laatste onderzoek ingesteld naar het gedrag van fosfaat in vijf verschillende grondsoorten bij variërende vochtgehalten.

Dit is verricht in vijf grondmonsters. In bijlage 4 zijn de nadere specificaties gegeven. Extraktbereiding heeft plaatsgevonden door middel van persen met behulp van de membraanpers en door middel van afzuigen van de verzadigde grond. Zowel de veldvochtige alsmede de verzadigde toestand is visueel beoordeeld. De tussenliggende vochttrappen zijn gekozen op respectievelijk  $1/3$  en  $2/3$  maal het verschil tussen veldvochtige en verzadigde toestand. Iedere extraktbereiding is in twee frakties à  $1/10$  deel van het voorgelegde vocht verricht. Bij de 1e frakties zijn zoveel mogelijk de 1e en 2e ml extrakt weggegooid. Bij het afzuigen is gefiltreerd over filtreerpapier VF 215, zoals dat voorheen altijd is gedaan bij het verzadigingsextrakt.

Tevens zijn de vochtgehalten getoetst volgens de reeds eerder vermelde normen. (zie tabel 5). In tabel 9 zijn de A-cijfers van de diverse vochttrappen alsmede de gewichtshoeveelheden veldvochtige grond en de daaraan toegevoegde gewichtshoeveelheden water gegeven. Tevens zijn in tabel 9 de volgens de normen berekende A-cijfers in veldvochtige en verzadigde grond vermeld. Bij het persen met de membraanpers is steeds 100 gram vocht en bij het afzuigen 200 gram vocht voorgelegd. Berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de formules 2, 3 en 4.

Monster	Vochttrap	A-cijfer	gram v.v. grond	gram H <sub>2</sub> O	A-cijfer volgens norm.
HK	a) v.v.	44.5	325	0	47.3
HK	b) 2/3a + 1/3d	60.9	237	27	-
HK	c) 1/3a + 2/3d	77.4	187	42	-
HK	d) verz.	93.8	154(308)	53(105)	77.3
ZK	a) v.v.	31.1	422	0	27.1
ZK	b) 2/3a + 1/3d	37.6	349	17	-
ZK	c) 1/3a + 2/3d	44.1	297	30	-
ZK	d) verz.	50.6	259(518)	38(77)	50.0
K	a) v.v.	34.6	389	0	41.8
K	b) 2/3a + 1/3 d	53.2	253	35	-
K	c) 1/3a + 2/3d	71.8	187	52	-
K	d) verz.	90.3	149(298)	62(123)	69.8
V	a) v.v.	121.9	182	0	102.6
V	b) 2/3a + 1/3d	145.8	152	16	-
V	c) 1/3a + 2/3d	169.7	131	28	-
V	d) verz.	193.6	115(229)	37(74)	152.0
Z	a) v.v.	22.0	555	0	20.5
Z	b) 2/3a + 1/3d	28.5	428	23	-
Z	c) 1/3a + 2/3d	35.0	349	37	-
Z	d) verz.	41.5	294(588)	47(94)	41.0

Tabel 9. A-cijfers van de vochttrappen en grammen veldvochtige grond met daaraan toegevoegd water om porties vochtige grond te bereiden waarin 100 gram (200) vocht is voorgelegd.

In de aldus verkregen extracten is naast fosfaat en E.C., tevens Ca en pH bepaald. Op deze wijze kunnen door middel van berekeningen schattingen worden gemaakt van het activiteitenprodukt van Ca<sup>++</sup> en HPO<sub>4</sub><sup>=</sup>. De analyseresultaten zijn vermeld in tabel 10.

Mon-ster	extrakt-nr.	vochttrap code/A-cijfer	$\text{mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{l}^{-1}$		$\text{mmol Ca} \cdot \text{l}^{-1}$		$\text{EC mS} \cdot \text{cm}^{-1} / 25^\circ\text{C}$		$\text{pH}$	
			1e fr	2e fr	1e fr	2e fr	1e fr	2e fr	1e fr	2e fr
HK	Mbr	a/44.5	11.9	-	31.2	-	7.95	-	7.1	-
HK	Mbr	b/60.9	11.2	-	22.5	-	6.25	-	7.1	-
HK	Mbr	c/77.4	11.2	12.2	20.4	20.2	5.40	5.25	7.2	7.3
HK	Mbr	d/93.8	11.7	11.9	17.8	18.2	4.74	4.77	7.3	7.4
HK	Afz	d/93.8	12.0	12.5	18.4	18.2	4.78	4.83	6.9	7.0
ZK	Mbr	a/31.1	31.9	34.1	25.5	26.7	7.10	7.45	6.5	6.6
ZK	Mbr	b/37.6	31.9	32.9	22.8	22.6	6.35	6.40	6.4	6.5
ZK	Mbr	c/44.1	31.3	32.3	19.4	19.4	5.55	5.62	6.6	6.6
ZK	Mbr	d/50.6	30.1	31.9	16.9	17.1	4.85	4.87	6.8	6.8
ZK	Afz	d/50.6	31.6	31.0	17.2	17.3	4.89	4.83	7.0	7.0
K	Mbr	a/34.6	-	-	-	-	-	-	-	-
K	Mbr	b/53.2	7.9	-	22.8	-	7.35	-	6.9	-
K	Mbr	c/71.8	8.2	8.8	17.8	17.8	5.80	5.85	7.0	7.3
K	Mbr	d/90.3	7.6	8.2	13.9	13.9	4.62	4.63	7.0	7.0
K	Afz	d/90.3	9.0	9.0	14.1	13.9	4.73	4.77	7.2	7.4
V	Mbr	a/121.9	-	-	-	-	-	-	-	-
V	Mbr	b/145.8	7.3	-	15.2	-	4.59	-	5.7	-
V	Mbr	c/169.7	8.1	8.2	13.1	13.4	4.07	4.13	5.5	5.5
V	Mbr	d/193.6	8.2	8.6	11.2	11.5	3.67	3.73	6.0	5.7
V	Afz	d/193.6	8.7	8.4	11.7	11.6	3.68	3.72	6.1	5.9
Z	Mbr	a/22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Z	Mbr	b/28.5	16.3	16.6	8.88	8.95	3.22	3.31	6.7	6.7
Z	Mbr	c/35.0	16.1	16.7	7.02	7.16	2.74	2.78	6.9	7.0
Z	Mbr	d/41.5	16.2	16.1	5.80	5.80	2.40	2.42	7.0	7.0
Z	Afz	d/41.5	16.6	16.4	6.01	6.12	2.47	2.44	7.1	7.1

Tabel 10. Fosfaat, calcium, EC en pH in extracten na persen met membraanpers en na afzuigen van vijf grondsoorten met variërende vochtgehalten.

Uit tabel 10 blijkt dat de fosfaatconcentraties konstant blijven ongeacht het vochtgehalte, de extraktiemethode en de verkregen fraktie. Calcium en geleidingsvermogen worden lager bij toenemend vochtgehalte, hetgeen als een normaal beeld wordt ervaren. Er is ook geen noemenswaardig verschil tussen afzuigen en persen met de membraanpers van verzadigde grond.

De waarnemingen uit tabel 10 zijn voor zover het de eerste frakties betreft betrokken in de berekening van het activiteitenprodukt  $\text{Ca}^{++} \times \text{HPO}_4^-$ .

Hiertoe is uit de EC-waarden eerst de ionensterkte berekend volgens Griffin en Jhurinak, 1973.

Uit de fosfaatgehalten en de pH is volgens bijlage 5 een schatting van de  $\text{HPO}_4^-$  concentratie gemaakt.

De gevonden concentraties aan  $\text{Ca}^{++}$  en  $\text{HPO}_4^-$  zijn omgerekend in aktiviteiten volgens Skoog en West, 1969.

$$I = 0.013 \text{ EC} \quad (\text{formule 5})$$

$$-\log f_i = \frac{0.5085 \quad z^2 \sqrt{I}}{1 + 0.3281 \quad z \sqrt{I}} \quad (\text{formule 6})$$

$$L_{\text{CaHPO}_4} = f_{\text{Ca}} \times [\text{Ca}^{++}] \times f_{\text{HPO}_4} \times [\text{HPO}_4^-] \quad (\text{formule 7})$$

Hierin zijn:

I = ionensterkte in mol per liter

Z = valentie van het ion: voor  $\text{Ca}^{++}$  en  $\text{HPO}_4^- = 2$

J = diameter ion in Å : voor  $\text{Ca}^{++} = 6 \text{ Å}$ ; voor  $\text{HPO}_4^- = 4 \text{ Å}$

f = aktiviteitskoefficiënt van het ion.

$L_{\text{CaHPO}_4}$  = aktiviteitenprodukt van  $\text{CaHPO}_4$  berekend uit de aktiviteiten van de ionen.

$$L_{\text{CaHPO}_4} = 2,77 \times 10^{-7}$$

In tabel 11 zijn de resultaten van deze berekeningen vermeld.

Mon-ster	A-cij-fer	I mol.l <sup>-1</sup>	Ca <sup>++</sup> mol.l <sup>-1</sup>	fca	HPO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mol.l <sup>-1</sup>	fHPO <sub>4</sub>	L CaHPO <sub>4</sub> = 2.77 <sup>4</sup> x 10 <sup>-7</sup>
HK	44.5	1.03 x 10 <sup>-1</sup>	3.12 x 10 <sup>-2</sup>	0.398	8.06 x 10 <sup>-5</sup>	0.347	3.47 x 10 <sup>-7</sup>
HK	60.9	8.12 x 10 <sup>-2</sup>	2.25 x 10 <sup>-2</sup>	0.425	7.58 x 10 <sup>-5</sup>	0.379	2.75 x 10 <sup>-7</sup>
HK	77.4	7.02 x 10 <sup>-2</sup>	2.04 x 10 <sup>-2</sup>	0.442	8.37 x 10 <sup>-5</sup>	0.398	3.00 x 10 <sup>-7</sup>
HK	93.8	6.19 x 10 <sup>-2</sup>	1.81 x 10 <sup>-2</sup>	0.457	8.00 x 10 <sup>-5</sup>	0.415	2.75 x 10 <sup>-7</sup>
ZK	31.1	9.23 x 10 <sup>-2</sup>	2.55 x 10 <sup>-2</sup>	0.411	9.44 x 10 <sup>-5</sup>	0.362	3.58 x 10 <sup>-7</sup>
(ZK 37.6)					(9.74)		(3.53 x 10 <sup>-7</sup> )
ZK	37.6	8.26 x 10 <sup>-2</sup>	2.28 x 10 <sup>-2</sup>	0.423	7.64 x 10 <sup>-5</sup>	0.376	2.77 x 10 <sup>-7</sup>
ZK	44.1	7.22 x 10 <sup>-2</sup>	1.94 x 10 <sup>-2</sup>	0.439	1.10 x 10 <sup>-4</sup>	0.394	3.63 x 10 <sup>-7</sup>
ZK	50.6	6.33 x 10 <sup>-2</sup>	1.69 x 10 <sup>-2</sup>	0.455	1.66 x 10 <sup>-4</sup>	0.412	5.26 x 10 <sup>-7</sup>
K	34.6	-	-	-	-	-	-
K	53.2	9.56 x 10 <sup>-2</sup>	2.28 x 10 <sup>-2</sup>	0.406	4.23 x 10 <sup>-5</sup>	0.357	1.40 x 10 <sup>-7</sup>
K	71.8	7.54 x 10 <sup>-2</sup>	1.78 x 10 <sup>-2</sup>	0.434	4.97 x 10 <sup>-5</sup>	0.389	1.49 x 10 <sup>-7</sup>
K	90.3	6.08 x 10 <sup>-2</sup>	1.40 x 10 <sup>-2</sup>	0.460	5.67 x 10 <sup>-5</sup>	0.418	1.53 x 10 <sup>-7</sup>
V	121.9	-	-	-	-	-	-
V	145.8	5.97 x 10 <sup>-2</sup>	1.52 x 10 <sup>-2</sup>	0.462	4.12 x 10 <sup>-6</sup>	0.420	0.12 x 10 <sup>-7</sup>
V	169.7	5.29 x 10 <sup>-2</sup>	1.31 x 10 <sup>-2</sup>	0.476	3.44 x 10 <sup>-6</sup>	0.437	0.09 x 10 <sup>-7</sup>
V	193.6	4.78 x 10 <sup>-2</sup>	1.14 x 10 <sup>-2</sup>	0.489	9.56 x 10 <sup>-6</sup>	0.451	0.24 x 10 <sup>-7</sup>
Z	22.0	-	-	-	-	-	-
Z	28.5	4.19 x 10 <sup>-2</sup>	8.88 x 10 <sup>-3</sup>	0.505	6.67 x 10 <sup>-5</sup>	0.470	1.41 x 10 <sup>-7</sup>
Z	35.0	3.56 x 10 <sup>-2</sup>	7.02 x 10 <sup>-3</sup>	0.525	8.63 x 10 <sup>-5</sup>	0.492	1.56 x 10 <sup>-7</sup>
Z	41.5	3.17 x 10 <sup>-2</sup>	5.90 x 10 <sup>-3</sup>	0.539	1.05 x 10 <sup>-4</sup>	0.509	1.70 x 10 <sup>-7</sup>

Tabel 11. Aktiviteitenprodukt van Ca<sup>++</sup> en HPO<sub>4</sub><sup>=</sup> berekend via de ionensterkte in de extrakten van vijf grondsoorten bij varierend vochtgehalte.

N.B. In tabel 11 zijn de resultaten van afzuigen en persen met de membraanpers in verzadigde grond gemiddeld (bij monsters ZK - 37.6 is tevens het resultaat van de tweede fraktie vermeld).

Uit tabel 11 blijkt dat het oplosbaarheidsprodukt van CaHPO<sub>4</sub> wordt benaderd of overschreden in de monsters HK en ZK. In de monsters K, V en Z wordt het oplosbaarheidsprodukt duidelijk niet bereikt. De verschillen per vochttrap per monster zijn gering. De HPO<sub>4</sub><sup>=</sup> concentraties in de extrakten vertonen een stijgende tendens bij toenemend vochtgehalte van de grond. Doordat de EC-waarden afnemen bij toenemend vochtgehalte neemt de ionensterkte eveneens af.



Hierdoor worden de aktiviteiten van de ionen relatief verhoogt bij toenemend vochtgehalte. Ondanks dat voor calcium de aktiviteiten toenemen, maar de koncentraties lager worden kunnen de aktiviteitenprodukten toch konstant blijven of zelfs de neiging vertonen iets groter te worden naarmate het vochtgehalte van de grond stijgt.

Dat de  $\text{HPO}_4^{=}$ -koncentraties tenderen tot stijgen is een gevolg van de stijgende pH bij toenemend vochtgehalte. In tabel 10 en 11 is duidelijk te zien dat wanneer de pH van het extrakt stijgt dat dan ook de  $\text{HPO}_4^{=}$  - konzentratie stijgt. Bij monster HK blijven zowel de pH als de  $\text{HPO}_4^{=}$  konzentratie vrijwel konstant. Protolysering van  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  blijft dan achterwege. Op deze wijze is het verklaarbaar dat de  $\text{HPO}_4^{=}$  - konzentraties een stijgende tendens vertonen terwijl de gevonden konzentratie aan  $\text{P}_2\text{O}_5$  vrijwel konstant blijken te zijn bij toenemende vochtigheid van de grond. Uiteraard neemt de hoeveelheid geextraheerd fosfaat toe naarmate de grond vochtiger is.

In tabel 12 zijn de konzentraties aan  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{HPO}_4^{2-}$  (zie tabel 11) en de konzentraties aan  $\text{P}_2\text{O}_5$  (zie tabel 10) welke in de ekstrakten zijn gevonden omgerekend naar stoofdroke grond.

Hiervoor is formule 8 gebruikt. De afleiding hiervan wordt gegeven in bijlage 6.

$$x = \frac{y \times a}{100} \quad (\text{formule 8})$$

x = eenheden per kg stoofdroke grond

y = eenheden per liter extrakt

a = A-cijfer van de grond, waaruit extrakt is bereid.

Monster	A-cijfer	Koncentraties in mol per kg droge grond		
		$\times 10^{-2}$ Ca <sup>++</sup>	$\times 10^{-5}$ HPO <sub>4</sub>	$\times 10^{-5}$ P
HK	44.5	1.39	3.59	7.46
HK	60.9	1.37	4.62	9.61
HK	77.4	1.58	6.48	12.21
HK	93.8	1.70	7.50	15.66
ZK	31.1	0.79	2.94	13.97
ZK	37.6	0.86	2.87 (3.66)	16.89 (17.42)
ZK	44.1	0.86	4.85	19.44
ZK	50.6	0.86	8.40	21.99
K	53.2	1.21	2.25	5.92
K	71.8	1.28	3.57	8.29
K	90.3	1.26	5.12	11.45
V	145.8	2.22	0.60	14.99
V	169.7	2.22	0.58	19.36
V	193.6	2.21	1.86	23.04
Z	28.5	0.25	1.90	6.54
Z	35.0	0.24	3.02	7.94
Z	41.5	0.24	4.36	9.70

Tabel 12. Geëxtraheerde hoeveelheden Ca<sup>++</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>=</sup> en P per kg stoofdroge grond bij diverse vochttrappen.

Uit tabel 12 blijkt dat de hoeveelheid geëxtraheerd Ca<sup>++</sup> vrijwel konstant blijft bij toenemende vochtigheid van de grond. De hoeveelheid geëxtraheerd fosfaat neemt duidelijk toe naarmate de grond vochtiger is.

### 3. Konklusie:

Bij het bereiden van persextrakten moet er rekening worden gehouden met invloed van de persapparatuur op de chemische samenstelling van het extrakt. Een ijzeren persvat geeft bij langdurige contacttijden ijzeroxide af aan de te winnen extrakten. Precipitatie van ijzerfosfaat is aangetoond.

Dit is vrijwel zeker de reden dat er voorheen relatief lage fosfaatgehalten werden gevonden in persextrakten. Aangetoond is dat wanneer er wordt geperst met apparatuur waarbij dergelijke invloeden worden uitgesloten, dat de fosfaatconcentraties in extrakten vrijwel konstant worden gevonden bij toenemende

vochtigheid van de grond. De concentraties van  $\text{HPO}_4^{=}$  vertonen daarbij een stijgende tendens. De  $\text{Ca}^{++}$  - concentraties een verlaging.

Niet in alle monsters wordt het oplosbaarheidsprodukt van  $\text{CaHPO}_4$  bereikt. De totale hoeveelheid opgelost fosfaat neemt toe naarmate er meer water aan de grond wordt toegevoegd.

#### 4. Samenvatting.

Een onderzoek naar eventuele fouten bij de bereiding van persextrakten is ingesteld. In een eerder onderzoek was gebleken dat bij persen van veldvochtige grond er relatief weinig fosfaat in oplossing ging.

Invloeden door oxydatie van in de grond opgelost ijzer kon niet worden vastgesteld.

Invloeden die de filtratietechnieken en hulpmiddelen hierop zouden kunnen uitoefenen werden eveneens nagegaan. Van enige invloed op deze wijze werd niets bemerkt.

De invloed van extraktbereiding is eveneens nagegaan. Hieruit bleek dat hydraulisch persen van grond met behulp van een ijzeren persvat de fosfaatkonzentraties sterk kan beïnvloeden. De perssnelheid is hierbij van grote importantie. Vergeleken is een alternatieve methode van persen. Hieruit is gebleken dat fosfaatkonzentraties in extrakten vrijwel konstante waarde per grondmonster bereiken, ongeacht de vochtigheid van de grond.

Door berekeningen is gebleken dat de  $\text{HPO}_4^{=}$  concentraties met toenemende vochtigheid een stijgende tendens vertonen en dat het  $\text{CaHPO}_4$  - aktiviteit niet in alle monsters het oplosbaarheidsprodukt bereikt. In een veldvochtige toestand van de grond wordt in deze gevallen nauwelijks een lager ionenprodukt gevonden dan in de verzadigde toestand van dezelfde grond. In die gevallen dat dit in het verleden wel werd gevonden is er vrijwel zeker sprake geweest van beïnvloeding door de methode van extraktbereiding.

5. Literatuur.

Bes, S.S. de - en P.A. van Dijk.

Lage fosfaatgehalten in persextrakten een kwestie van vastlegging of oplosbaarheid?

Intern rapport no. 729 / augustus 1976, 16 pp.

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk.

Ende, ir. J. van den.

Grondonderzoek op basis van het verzadigingsextrakt.

1963

Griffin, R.A. and J.J. Jurinak.

Estimation of activity coefficients from the electrical conductivity of natural aquatic systems and soil extracts.

Soil Science Vol. 116 no. 1., 1973. pp. 26 - 30.

Skoog, D.A. and D.M. West.

Fundamentals of Analytical Chemistry.

2<sup>nd</sup> edition, 1969.

Herkomst, A-cijfers veldvochtige en verzadigde grond, organische stofgehalte en grondsoort van de onderzochte grondmonsters tijdens het beschreven onderzoek

Monster HK, humeuze klei

Herkomst: Gebr. Sonneveld

Schimmel v.d. Ooyenweg 100

Pijnacker.

Organische stof: 13,2 % van de stoof droge grond.

A-cijfer veldvochtige grond: 43,3

A-cijfer verzadigde grond: 92,8

Monster ZK, zavel.

Herkomst: Proefstation, Naaldwijk

Afdeling C3

Organische stof: 5,6% van de stoof droge grond.

A-cijfer veldvochtige grond : 20,4

A-cijfer verzadigde grond: 47,6

Monster K, klei.

Herkomst: Zuidgeest

Langebreekweg

Naaldwijk

Organische stof: 10.8% van de stoof droge grond.

A-cijfer veldvochtige grond: 23,8

A-cijfer verzadigde grond: 84.2

N.B. de monsters zijn na ontvangst mechanisch gemengd en bewaard in gesloten plastic emmers bij kamertemperatuur.

Afleiding formule 1:

Voorgelegd V gram vochtige grond met A-cijfer Av.

Deze hoeveelheid bevat Q gram vocht.

$$Q = \frac{V \cdot Av}{100 + Av}$$

Na persen is er over P gram uitgeperste grond met A-cijfer Ap.

Deze hoeveelheid bevat R gram vocht.

$$R = \frac{P \cdot Ap}{100 + Ap}$$

Door middel van persen is er  $Q - R = W$  gram vocht verkregen, dit is ook gelijk aan  $V - P$ .

$$Q - R = \frac{V \cdot Av}{100 + Av} - \frac{P \cdot Ap}{100 + Ap} = W$$

Substitutie van  $P = V - W$  levert op:

$$\frac{100 V (Av - Ap) + W Ap (100 + Av)}{(100 + Av) (100 + Ap)} =$$

Na enige omwerking is formule 1 hieruit af te leiden als:

$$W = \frac{V (Av - Ap)}{100 + Av} \quad \text{of} \quad V = \frac{W (100 + Av)}{(Av - Ap)}$$

Afleiding formule 2:

(100 + Av) gram vochtige grond (A-cijfer Av) bevat Av gram vocht.

Indien men B gram vocht wil voorleggen moet er

$\frac{B}{Av}$  X (100 + Av) gram vochtige grond worden voorgelegd.

$$V = \frac{100 B}{Av} + B \text{ gram vochtige grond (formule 2)}$$

Afleiding formule 3:

Indien men V wil samenstellen uit U gram veldvochtige grond met A-cijfer = Ao en T gram water dan is de in bewerking genomen hoeveelheid stoffe droge grond dezelfde.

Dus V gram vochtige grond Av bevat  $\frac{100 B}{Av}$  gram droge grond.

maar ook:

U gram veldvochtige grond Ao bevat  $\frac{100 U}{100 + Ao}$  gram droge grond

$$\text{ofwel } \frac{100 B}{Av} = \frac{100 U}{100 + Ao} \quad U = \frac{B (100 + Ao)}{Av} \text{ gram veldvochtige grond (formule 3).}$$

Afleiding formule 4:

Uit het hierboven gestelde volgt dat  $V = U + T$

ofwel  $T = V - U$

$$T = \frac{100 B}{Av} + B - \frac{B (100 + Ao)}{Av} = B (1 - Ao/Av) \text{ gram water. (formule 4)}$$

Herkomst, A-cijfers veldvochtige en verzadigde grond en organische stofgehalte bepaald na gloeiverlies bij 600°C uitgedrukt op stoof droge grond.

Merk	Herkomst	A-cijfer veldvochtige	A-cijfer verzadigd	organische stof %
HK	Gebr. Sonneveld Schimmel v.d. Ooyenweg 100			
	Pijnacker	44.5	93.8	13.58
ZK	Proefstation Naaldwijk			
	afdeling C3	31.1	50.6	5.84
K	Zuidgeest Langebroekweg			
	Naaldwijk	34.6	90.3	11.46
V	Nieuwerkerk a/d IJssel	121.9	193.6	34.69
Z	Barendse Haagweg			
	Monster	22.0	41.5	3.32



Tabel om mg  $P_2O_5$  per liter om te zetten in de mval  $H_2PO_4$  en  $HPO_4$ .

pH	Verhouding $H_2PO_4$ : $HPO_4$		Factor voor $H_2PO_4$	Factor voor $HPO_4$	
4.9	100	: 0	0.01410	0.0	
5.0	99	: 1	0.01396	0.00028	
5.1	99	: 1	0.01396	0.00028	$\frac{1}{71} \times \frac{\text{verhoudingsgetal } HPO_4}{100} =$
5.2	99	: 1	0.01396	0.00028	factor $H_2PO_4$
5.3	98	: 2	0.01382	0.00056	
5.4	98	: 2	0.01382	0.00056	
5.5	97	: 3	0.01368	0.00085	Factor $H_2PO_4$ x mg $P_2O_5$ per
5.6	97	: 3	0.01368	0.00085	liter = mval $H_2PO_4$ per liter
5.7	96	: 4	0.01354	0.00113	
5.8	95	: 5	0.01340	0.00141	$\frac{1}{71} \times \text{verhoudingsgetal } HPO_4 \times$
5.9	94	: 6	0.01325	0.00169	= factor $HPO_4$
6.0	93	: 7	0.01311	0.00197	
6.1	91	: 9	0.01283	0.00254	
6.2	89	: 11	0.01255	0.00310	Factor $HPO_4$ x mg $P_2O_5$ per lit
6.3	86	: 14	0.01213	0.00395	= mval $HPO_4$ per liter
6.4	83	: 17	0.01170	0.00479	
6.5	79	: 21	0.01114	0.00592	
6.6	75	: 25	0.01058	0.00705	
6.7	71	: 29	0.01001	0.00818	
6.8	67	: 33	0.00945	0.00931	
6.9	62	: 38	0.00874	0.01072	
7.0	57	: 43	0.00804	0.01213	
7.1	52	: 48	0.00733	0.01354	
7.2	47	: 53	0.00663	0.01495	
7.3	42	: 58	0.00592	0.01636	
7.4	37	: 63	0.00522	0.01777	
7.5	32	: 68	0.00451	0.01918	
7.6	27	: 73	0.00381	0.02059	
7.7	23	: 77	0.00324	0.02171	
7.8	19	: 81	0.00268	0.02284	
7.9	15	: 85	0.00212	0.02397	
8.0	12	: 88	0.00169	0.02482	
8.1	10	: 90	0.00141	0.02538	
8.2	8	: 92	0.00113	0.02594	
8.3	6	: 94	0.00085	0.02651	
8.4	5	: 95	0.00070	0.02679	

Afleiding van formule 8 voor de omrekening van ... eenheden per liter  
extrakt van de vochtige grond naar eenheden per kg stoofdroge grond in af-  
hankelijkheid van het A-cijfer van de vochtige grond.

(100 + A) gram vochtige grond bevat 100 gram stoofdroge grond en A gram vocht.

1 liter extrakt = 1000 gram vocht komt overeen met

$$\frac{1000}{A} \times 100 \text{ gram stoofdroge grond} =$$

$$\frac{100}{A} \text{ kg stoofdroge grond,}$$

per kg stoofdroge grond dus:  $\frac{A}{100}$  x eenheden per liter extrakt.