

A
2
B
50

2511

Stamboek no. 2135

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk

LAGE FOSFAATGEHALTEN IN PERSEXTRACTEN.

EEN KWESTIE VAN VASTLEGGING OF OPLOSBAARHEID ?

door :
S.S. de Bes &
P.A. van Dijk

Naaldwijk, juli 1976
No. 729/augustus 1976.

2221877

INHOUD

	<i>pagina</i>
INLEIDING	3
PROEFOPZET	3
ONDERZOEK EN RESULTATEN	4
<i>Materiaal</i>	4
<i>Vochttrappen</i>	4
<i>Extractbereiding</i>	5
<i>Fosfaat-analyse</i>	6
<i>Resultaten</i>	6
SAMENVATTING	15
LITERATUUR	16
BIJLAGEN (1 t/m 3)	

INLEIDING

Bij een onderzoek van 85 grondmonsters vond Van den Ende⁽¹⁾ in 1965 een belangrijk grotere variatiecoëfficiënt (19,3%) voor de fosfaatbepaling in persextracten, dan voor de zelfde bepaling in verzadigingsextracten (4,1%). In dit verband zij opgemerkt dat Van Dijk & De Bes^(2 en 3) respectievelijk 14,4% en 6,1% vonden, bij een soortgelijk onderzoek in 20 grondmonsters.

Een veronderstellende verklaring welke hierbij werd gegeven, luidde als volgt : grond boven uit de zak genomen is droger dan grond onder uit de zak. Nu zou *drogere grond* tijdens het persen *meer fosfaat* kunnen *vasthouden dan nattere grond*, hetgeen door een aantal argumenten wordt gestaafd.

- 1^e. De enkelvoud gaf in doorsnee lagere P_2O_5 -cijfers dan de duplo als gevolg van verschil in vochtgehalte tussen grond boven en onder uit de zak.
- 2^e. In een orienterend proefje werd van een zavelgrond boven uit de zak gemonsterd (A-cijfer 32,1 en P_2O_5 19,0 mg per liter) en vergeleken met het onderste deel van dezelfde zak. (A-cijfer 37,0 en P_2O_5 30,7 mg per liter).
- 3^e. De tweede fracties van 15 persextracten hadden een lager P_2O_5 -cijfer dan de eerste fracties van dezelfde 15 monsters (respectievelijk 4,7 en 6,9 mg P_2O_5 per liter).

Teneinde in deze materie meer duidelijkheid te krijgen is op verzoek van ir. J.J. van den Ende een nieuw onderzoek ingesteld. De gevolgde methode alsmede de hiermede verkregen resultaten worden in dit verslag besproken.

PROEFOPZET

Bij een drietal gronden, rijk aan fosfaat, worden aan elk monster 5 vochttrappen aangebracht, welke variëren van "iets droger dan veldcapaciteit" tot verzadigde grond. Vervolgens wordt na een week bewaren (bij circa 4°C) 12½% van het aanwezige vocht van de grond gescheiden door middel van persen of afzuigen. In de aldus verkregen extracten wordt fosfaat bepaald.

ONDERZOEK EN RESULTATEN

Materiaal

Voor het onderzoek zijn drie grondsoorten gekozen, te weten zvael (ZK), klei (K) en humeuze klei (HK). De herkomst alsmede het vochtgehalte als ook het organische stofgehalte van deze gronden zijn vermeld in bijlage 1.

Vochttrappen

Van de aangeboden grondmonsters is allereerst het A-cijfer bepaald (code : A 1). Gelijkertijd is een deel van de grond verzadigd volgens de gebruikelijke normen. In de verzadigde grond is eveneens het A-cijfer bepaald (code : A 5). De gevonden A-cijfers zijn respectievelijk als onder- en bovengrens van de te kiezen vochttrappen te beschouwen, zodat de volgende vochttrappen van elke grondsoort als volgt zijn berekend en gebruikt, zoals tabel 1 aangeeft.

Vochttrap	Berekening	Zavel	Klei	Humeuze klei
1	A 1 = bepaald	22,4	25,8	36,0
2	$A'2 = A 1 + \frac{1}{4} (A 5 - A 1)$	29,2	36,5	49,4
3	$A 3 = A 1 + \frac{1}{2} (A 5 - A 1)$	36,1	47,2	62,8
4	$A 4 = A 1 + \frac{3}{4} (A 5 - A 1)$	43,0	57,8	76,1
5	A 5 = bepaald	49,8	68,5	89,5

Tabel 1. A-cijfers van de vochttrappen.

Het op de juiste vochtigheid van de grond brengen is als volgt gebeurd :

- Er is een zodanige hoeveelheid vochtige grond voorgelegd dat er bij elke trap 200 ml vocht aanwezig is. De hiervoor benodigde hoeveelheid is als volgt berekend :

$$\text{aantal grammen grond met A-cijfer } A_n \text{ inhoudend 200 ml vocht : } \frac{20.000}{A_n} + 200 \quad (1)$$

(A_n is A-cijfer bij willekeurige vochttrap).

Aangezien steeds zal worden uitgegaan van grond met A-cijfer A 1, zijn de volgens bovenstaande formule berekende gewichtshoeveelheden grond met A-cijfer A_n , omgerekend naar gewichtshoeveelheden grond met A-cijfer A 1, met behulp van de volgende formule :

$$\begin{aligned} \text{Aantal grammen : } & \text{grond met A-cijfer A 1 aanwezig in } \left(\frac{20.000}{A_n} + 200 \right) \text{ gram} \\ \text{" " } & \text{grond met A-cijfer } A_n : \frac{200}{A_n} (100 + A 1) \quad (2) \end{aligned}$$

Het verschil in uitkomsten tussen de formules 1 en 2 is het aantal grammen water dat moet worden toegevoegd aan de hoeveelheid grond met A-cijfer A 1 om de juiste hoeveelheid grond met A-cijfer A_n te krijgen, ofwel in formule uitgedrukt : $200 (1 - \frac{A_1}{A_n})$ (3)

Een afleiding voor alle drie gebruikte formules wordt gegeven in bijlage 2. In tabel 2 zijn voor elke vochttrap de afgewogen hoeveelheden grond en de daaraan toegevoegde hoeveelheid water gegeven, zodat er in totaal 200 ml vocht wordt voorgelegd.

Vocht-trap	Gram grond A _n			=	Gram grond A 1			+ Gram gedem. H ₂ O		
	ZK	K	HK		ZK	K	HK	ZK	K	HK
1	1093	975	756		1093	975	756	0	0	0
2	885	748	605		838	689	551	47	59	54
3	754	624	518		678	533	433	76	91	85
4	665	546	463		569	435	357	96	111	105
5	602	492	423		492	367	304	110	125	120

Tabel 2. Gebruikte gewichtshoeveelheid grond en water voor bereiding van porties vochtige grond inhoudend 200 ml vocht.

De gewichtshoeveelheden veldvochtige grond en water, welke in tabel 2 zijn vermeld zijn afgewogen in plastic dozen met een inhoud van circa 1 liter en een diameter van circa 13 cm. Na goed mengen met behulp van een spatel zijn de dozen afgesloten weggezet bij circa 4°C in een koelkast.

Extractbereiding

Na 8 dagen bewaren is 25 ml (12½%) van het voorgelegde vocht afgetapt. Voor de trappen 1 tot en met 3 van elke grondsoort, gebeurde dit door middel van persen. De totale hoeveelheid vochtige grond is in een droge nylondoek verpakt en in een perskorf geplaatst. Het geheel is langzaam onder druk gezet totdat het vocht afvloeiende. Voor de trappen 4 en 5 gebeurde dit door afzuigen.

Na centrifugeren gedurende 10 minuten bij circa 8.000 toeren per minuut zijn de extracten bewaard bij + 4°C in poly-ethyleen flesjes, waarna analyse op fosfaat heeft plaatsgevonden. De extractbereiding is eenvoudig uitgevoerd.

Fosfaat-analyse

In de extracten is fosfaat bepaald, volgens Murphy & Riley, zoals in het voorschrift in bijlage 3 is aangegeven.

De bepaling is in triplo uitgevoerd.

Resultaten

In tabel 3 zijn de gemiddelde fosfaatgehalten gegeven, uitgedrukt in mg P_2O_5 per liter extract; de fosfaatgehalten uitgedrukt in mg P_2O_5 per kg stoofdrome grond en de bijbehorende A-cijfers van de verschillende vochttrappen, waaruit het extract is bereid.

Vocht-trap	Zavel			Klei			Humeuze klei		
	P-extract	P-grond	A	P-extract	P-grond	A	P-extract	P-grond	A
1	16,7	3,7	22,4	1,7	0,4	25,8	1,4	0,5	36,0
2	28,2	8,2	29,2	7,4	2,7	36,5	3,5	1,7	49,3
3	31,8	11,5	36,1	17,5	8,3	47,2	4,6	2,9	62,8
4	34,4	14,8	43,0	21,5	12,4	57,8	18,1	13,8	76,1
5	35,4	17,6	49,8	22,3	15,3	68,5	18,2	16,3	89,5

Tabel 3 : Fosfaatgehalten uitgedrukt in het extract (mg/liter) en in de grond (mg/kg) in relatie tot de vochtigheid van de grond (A-cijfer).

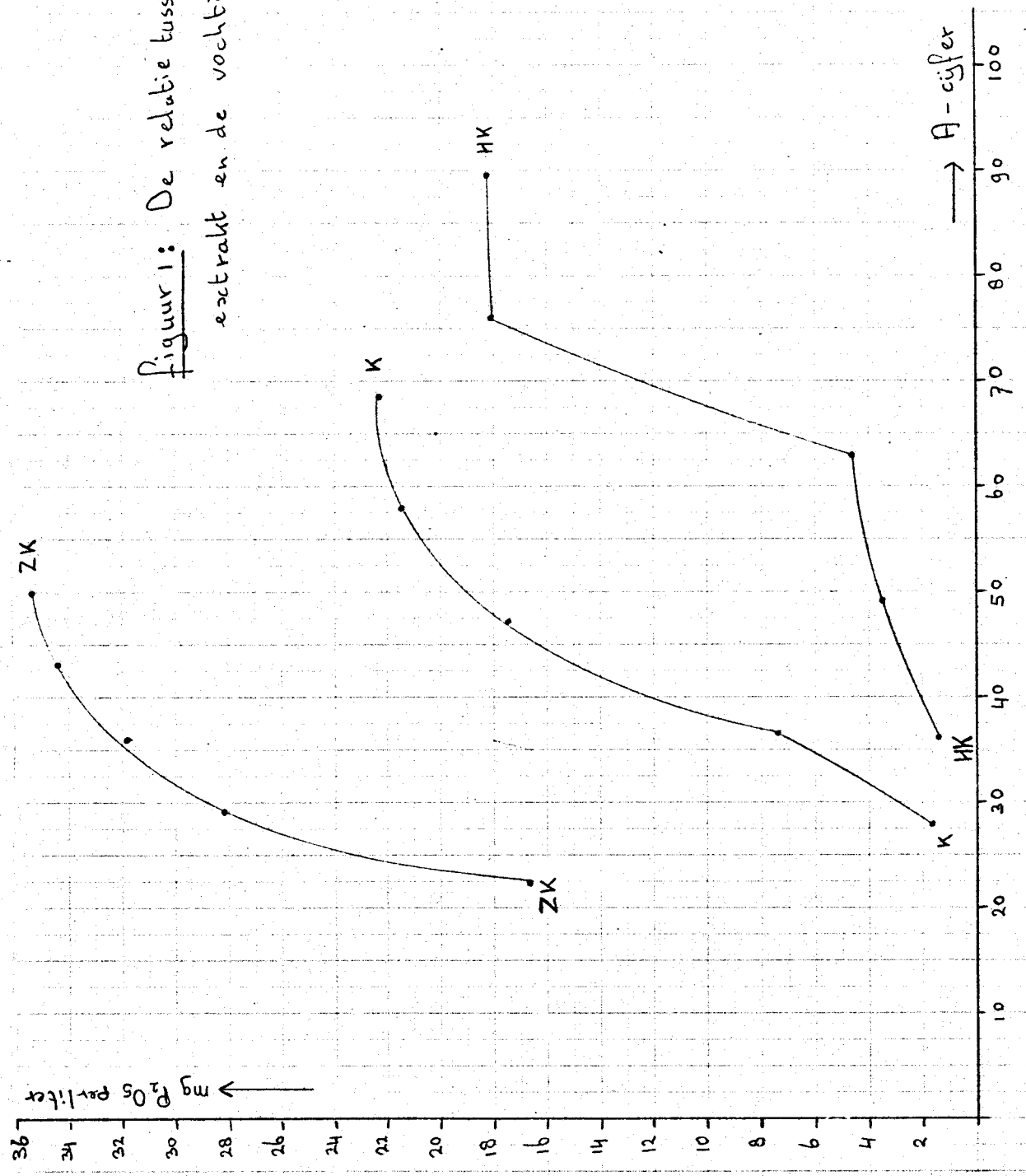
Uit de tabel (3) blijkt duidelijk dat aanvankelijk met toenemende vochtigheid van de grond de fosfaatconcentratie in het extract sterk toeneemt, terwijl bij hogere vochtigheid van de grond er een tendens naar nivellering van de fosfaatconcentratie in het extract valt waar te nemen. Dit blijkt duidelijk uit figuur 1.

Wanneer de grond-water-verhouding in berekening wordt gebracht, blijkt er bij toenemende inzetverhouding ook een toenemende fosfaatgehalte van de grond te worden gevonden, hetgeen in figuur 2 wordt weergegeven.

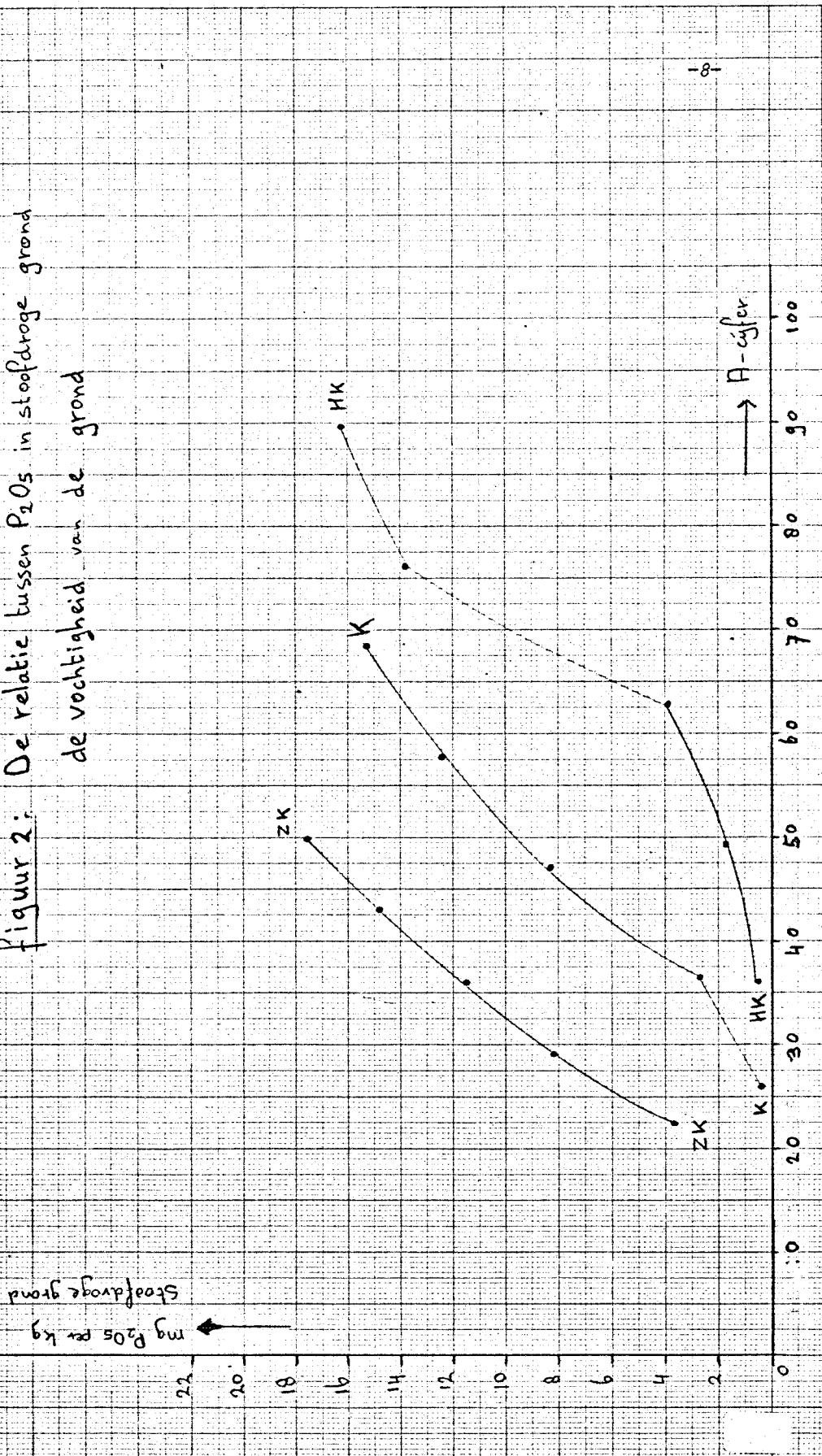
In alle drie de onderzochte monsters wordt bij de trappen 4 en 5 nauwelijks verschil in fosfaatconcentratie gevonden, hetgeen blijkt uit de sterke kromming van de curven in figuur 1. Uiteraard betekent dat bij omrekening op stoofdrome grond wel een toename van fosfaat in de grond wordt gevonden, als gevolg van de grotere grond-water-verhouding bij trap 5. Er is zowel in het extract als in de grond nauwelijks sprake van een rechtlijnig verband tussen fosfaattoename en de vochttoename voor elke trap.

In figuur 2 vertoont de zavelgrond nog het meest een rechtlijnig verband in

Figuur 1: De relatie tussen P_2O_5 in het extract en de vochtigheid van de grond.



Figuur 2: De relatie tussen P_{205} in stofdrome grond
de vochtigheid van de grond



deze.

De toename per trap voor zowel fosfaat als vocht wordt met elkaar op twee manieren in tabel 4 vergeleken.

A : relatief trap 1 : Hierbij wordt de toestand in trap 1 op 1,0 gesteld en voor elke vochttrap de toename relatief vergeleken met trap 1.

B : relatief trap N 1 : Hierbij wordt de toestand in elke trap relatief vergeleken met de direkt daaraan voorafgaande trap.

Vocht-trap	Zavel		Klei		Humeuze klei	
	P-grond	A-cijfer	P-grond	A-cijfer	P-grond	A-cijfer
1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	1,7	1,3	4,4	6,8	2,5	1,5
3	1,9	1,4	10,3	20,8	3,3	1,3
4	2,1	1,3	12,6	31,0	12,9	3,9
5	2,1	1,0	13,1	38,2	13,0	1,0

Tabel 4. Vergelijkingen per trap tussen de toename van de fosfaatconcentratie en de toename van de vochtigheid van de grond.

Uit de tabel blijkt dat alleen bij zavel een redelijke overeenstemming wordt gevonden tussen de relatieve toename A van P-extract en A-cijfer. De relatieve toename A van P-grond ligt voor iedere trap van het zavelmonster ongeveer 2 x hoger dan de relatieve toename A van het A-cijfer, hetgeen het vrijwel lineaire verband uit figuur 2 reeds aantoonde. Bij klei en humeuze klei is een veel grotere relatieve toename A gevonden, voor zowel P-extract als P-grond in vergelijking tot de toename van het A-cijfer, waarbij van een rechtlijnig verband geen sprake is.

De relatieve toename B geeft voor P-grond in vergelijking met de relatieve toename B van het A-cijfer voor alle monsters een vrijwel identiek beeld. Bij de lagere trappen is de relatieve toename B van P-grond het grootst, terwijl

deze afneemt bij hogere vochttrappen.

Bij de overgang trap 4 ---> 5 is de toename gelijk aan de vochttoename bij dezelfde overgang. Een uitschieter is hierin de overgang 3 ---> 4 bij humeuze klei. De relatieve toename van P-extract neemt eveneens af met stijgende vochttrap en hierbij blijkt in alle drie de onderzochte monsters bij de overgang 4 ---> 5 geen toename van P-extract plaatsvindt. Doordat er bij de hoogste vochttrappen nauwelijks nog van een relatieve P-extract-toename kan worden gesproken, zodat de P-grond-toename gelijk is aan de toename in A-cijfer, valt er te denken aan het bereiken van de oplosbaarheid van CaHPO_4 . Dit werd door Van den Ende ¹⁾ reeds geconstateerd in verzadigingsextracten, waarin voor een aantal monsters het produkt van de activiteiten van Ca en HPO_4 groter was dan het gegeven oplosbaarheidsprodukt. In het huidige onderzoek is derhalve getracht een schatting te maken van deze oplosbaarheid. Hiertoe is Ca bepaald, door middel van atomaire absorptie en tevens het geleidingsvermogen bepaald, om hieruit de ionensterkte te schatten volgens Griffin Jurinak ⁽⁴⁾. Zij vonden een relatie tussen de ionensterkte (J) en het geleidingsvermogen bij 25°C in onder meer verzadigingsextracten. $J = 0,013 \text{ E.C.} ; r = 0,996$ In tabel 5 zijn achtereenvolgens gegeven het Ca-gehalte in het extract in meq per liter en in de grond in meq per kg, het geleidingsvermogen in mmho cm^{-1} bij 25°C in het extract en eveneens omgerekend naar stoofdrome grond.

In tabel 5 is duidelijk te zien dat zowel Ca als E.C. in het extract afnemen bij toenemende vochtigheid van de grond.

Omgerekend naar stoofdrome grond valt er juist een toename waar te nemen bij hogere vochtigheid van de grond met uitzondering van zavel, waarbij het Ca-gehalte in de grond vrijwel constant blijft. In figuur 3 zijn zowel het Ca-gehalte als het E.C.-cijfer in het extract uitgezet tegen het A-cijfer van de vochtige grond. De curven voor Ca en E.C. zijn vrijwel gelijk van vorm. In figuur 4 is hetzelfde gedaan maar dan voor stoofdrome grond in plaats van het extract. Hierin zijn de curven voor de E.C. bijna recht.

Vervolgens zijn de activiteiten van Ca en HPO_4 berekend, volgens Skoog en West ⁽⁵⁾ :

$$-\log f = \frac{0,5085 z^2 \sqrt{J}}{1 + 0,3281 \partial \sqrt{J}}$$

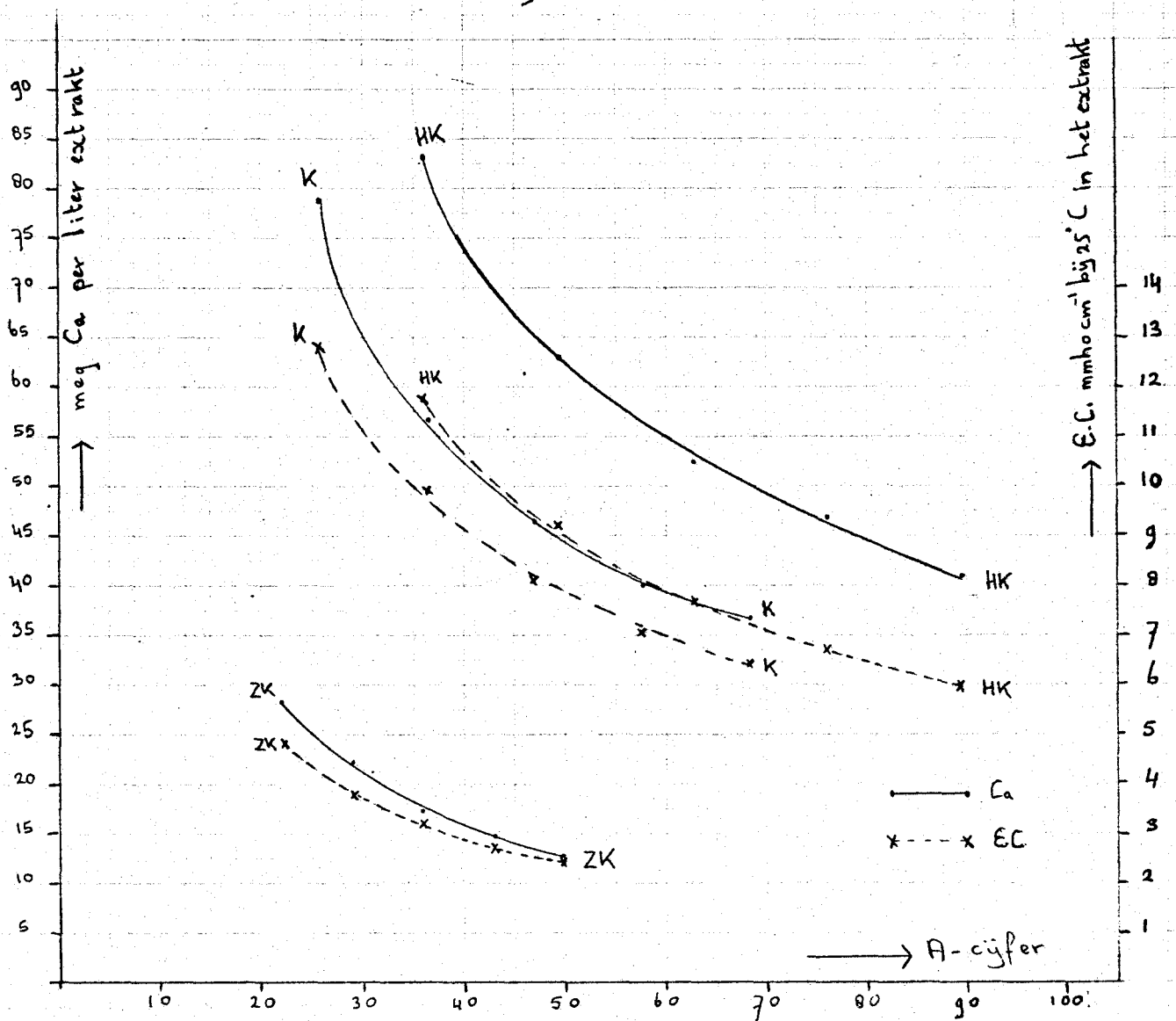
waarin f = activiteits-coëfficiënt van het ion

z = valentie van het ion : voor zowel Ca als $\text{HPO}_4 = 2$

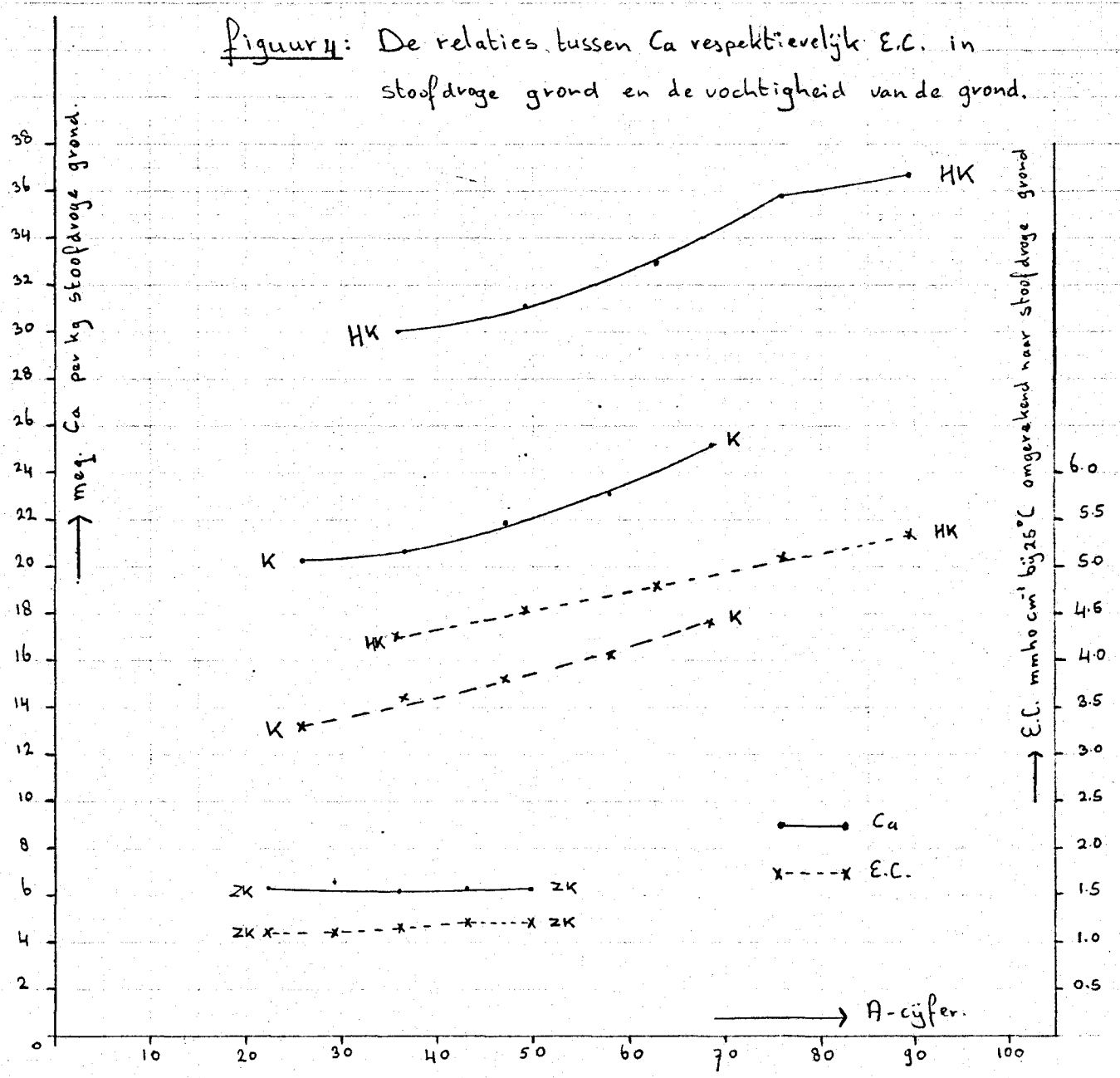
∂ = diameter van het ion : voor Ca = 6 \AA° en voor $\text{HPO}_4 = 4 \text{ \AA}^\circ$

J = ionensterkte van de oplossing : geschat uit de E.C. volgens

figuur 3: De relaties tussen Ca respectievelijk EC in het extract en de vochtigheid van de grond.



Figuur 4: De relaties tussen Ca resp. E.C. in stoffdroge grond en de vochtigheid van de grond.



Vocht-trap	Zavel				Klei				Humeuze klei				
	Ca	E.C.	E.C.	Ca	Ca	E.C.	E.C.	Ca	Ca	E.C.	E.C.	Ca	Ca
1	28,25	6,3	4,82	1,10	78,75	20,3	12,82	3,30	83,25	30,0	11,75	4,25	4,25
2	22,25	6,5	3,78	1,10	56,70	20,7	9,90	3,60	63,00	31,1	9,20	4,55	4,55
3	17,25	6,2	3,15	1,15	46,50	21,9	8,10	3,80	52,50	33,0	7,65	4,80	4,80
4	14,75	6,3	2,74	1,20	40,00	23,1	7,05	4,05	47,00	35,8	6,70	5,10	5,10
5	12,75	6,3	2,42	1,20	36,75	25,2	6,40	4,40	41,00	36,7	5,95	5,35	5,35

Tabel 5. Ca en E.C. in extracten en in grond in relatie tot de vochtigheid van de grond.

In tabel 6 zijn achtereenvolgens gegeven :

- de ionensterkte J; de concentratie Ca^{++} in mol l^{-1} ; de concentratie $\text{HPO}_4^{=}$ in mol l^{-1} (berekend uit de pH van de oplossingen en het fosfaatgehalte in de extracten uit tabel 3), de activiteits-coëfficiënt voor Ca en voor HPO_4 de activiteit van Ca, de activiteit van HPO_4 , het produkt van de twee genoemde activiteiten en de pH van de extracten -

Vocht-trap	J mol l^{-1} {Ca}	{ HPO_4 }	f.Ca	f. HPO_4	Ca	HPO_4	Ca x HPO_4	pH	
ZK 1	0,063	$1,412 \times 10^{-2}$	$1,013 \times 10^{-4}$	0,455	0,413	$6,42 \times 10^{-3}$	$4,18 \times 10^{-5}$	$2,68 \times 10^{-7}$	7,0
ZK 2	0,049	$1,112 \times 10^{-2}$	$1,153 \times 10^{-4}$	0,486	0,448	$5,40 \times 10^{-3}$	$5,17 \times 10^{-5}$	$2,79 \times 10^{-7}$	6,7
ZK 3	0,041	$8,625 \times 10^{-3}$	$1,121 \times 10^{-4}$	0,508	0,473	$4,38 \times 10^{-3}$	$5,30 \times 10^{-5}$	$2,32 \times 10^{-7}$	6,6
ZK 4	0,036	$7,375 \times 10^{-3}$	$2,571 \times 10^{-4}$	0,524	0,491	$3,86 \times 10^{-3}$	$1,26 \times 10^{-4}$	$4,86 \times 10^{-7}$	7,2
ZK 5	0,031	$6,375 \times 10^{-3}$	$2,147 \times 10^{-4}$	0,542	0,512	$3,46 \times 10^{-3}$	$1,10 \times 10^{-4}$	$3,81 \times 10^{-7}$	7,0

Vocht- trap	J mol l ⁻¹	{ Ca }	{ HPO ₄ }	f. Ca	f. HPO ₄	Ca	HPO ₄	Ca x HPO ₄	pH
K 1	0,167	3,938 x 10 ⁻²	7,914 x 10 ⁻⁶	0,346	0,288	1,36 x 10 ⁻²	2,28 x 10 ⁻⁶	0,31 x 10 ⁻⁷	6,8
K 2	0,129	2,835 x 10 ⁻²	5,532 x 10 ⁻⁵	0,374	0,319	1,06 x 10 ⁻²	1,76 x 10 ⁻⁵	1,87 x 10 ⁻⁷	7,2
K 3	0,105	2,325 x 10 ⁻²	1,061 x 10 ⁻⁴	0,396	0,345	9,21 x 10 ⁻³	3,66 x 10 ⁻⁵	3,37 x 10 ⁻⁷	7,0
K 4	0,092	2,000 x 10 ⁻²	1,456 x 10 ⁻⁴	0,411	0,362	8,22 x 10 ⁻³	5,27 x 10 ⁻⁵	4,33 x 10 ⁻⁷	7,1
K 5	0,083	1,838 x 10 ⁻²	1,824 x 10 ⁻⁴	0,423	0,376	7,77 x 10 ⁻³	6,86 x 10 ⁻⁵	5,33 x 10 ⁻⁷	7,3
HK 1	0,153	4,162 x 10 ⁻²	7,504 x 10 ⁻⁶	0,355	0,298	1,48 x 10 ⁻²	2,24 x 10 ⁻⁶	0,33 x 10 ⁻⁷	6,9
HK 2	0,120	3,150 x 10 ⁻²	1,432 x 10 ⁻⁵	0,381	0,328	1,20 x 10 ⁻²	4,70 x 10 ⁻⁶	0,56 x 10 ⁻⁷	6,7
HK 3	0,099	2,625 x 10 ⁻²	2,466 x 10 ⁻⁵	0,402	0,352	1,06 x 10 ⁻²	8,68 x 10 ⁻⁶	0,92 x 10 ⁻⁷	6,9
HK 4	0,087	2,350 x 10 ⁻²	1,098 x 10 ⁻⁴	0,417	0,369	9,80 x 10 ⁻³	4,05 x 10 ⁻⁵	3,97 x 10 ⁻⁷	7,0
HK 5	0,077	2,050 x 10 ⁻²	9,862 x 10 ⁻⁵	0,431	0,386	8,84 x 10 ⁻³	3,81 x 10 ⁻⁵	3,37 x 10 ⁻⁷	6,9

Tabel 6.

Het oplosbaarheidsproduct van CaHPO₄ bedraagt $2,77 \times 10^{-7}$ (Van den Ende 1). Uit tabel 6 blijkt duidelijk dat de mogelijkheid van overschrijding van het oplosbaarheidsproduct niet denkbeeldig is. Vooral bij de hoogste vochttrappen wordt een oververzadiging gevonden. Deze oververzadiging is wellicht niet reëel, omdat er slechts sprake is van een schatting van de activiteiten en omdat er allerlei complexe en minder gedissocieerde verbindingen in een extract bestaan, waarmee geen rekening is gehouden. Duidelijk is evenwel dat bij lage vochtigheid van de grond het oplosbaarheidsproduct niet wordt bereikt (al wordt deze bij zavel wel dicht benaderd), zodat de lage fosfaatcijfers niet hieraan ten grondslag kunnen liggen.

Het een en ander is duidelijk in overeenstemming met hetgeen Van den Ende in 1965 vond en vervolgens veronderstelde, namelijk een vastlegging van fosfaat bij lage vochtigheid van de grond. Alleen bij het onderzochte monster zavel

kan ook bij een lagere vochtigheid van de grond de oplosbaarheid een rol spelen, te meer daar naast het door Van den Ende ¹⁾ gebruikte oplosbaarheidsprodukt $2,77 \times 10^{-7}$, zoals dat door Moreno ⁶⁾ is gegeven, door Dean ⁷⁾ als 1×10^{-7} wordt gegeven. In dit geval is er veel eerder sprake van over- en/of verzadiging, echter niet voor de laagste vochttrappen bij klei en humeuze klei.

SAMENVATTING

-- Een onderzoek naar eventuele vastlegging van fosfaat bij lage vochtigheid van de grond is verricht. Over de 3 grondmonsters, te weten, zavel, klei en humeuze klei, werden vijf vochttrappen aangelegd. Na een week werd in het verkregen extract P_2O_5 bepaald. Duidelijk bleek dat bij toenemend A-cijfer van de grond, ook het fosfaatgehalte toeneemt, waarbij het fosfaat in de hoogste trap nauwelijks hoger is dan in de op één na hoogste trap. Het verband tussen fosfaat in de grond en de vochtigheid van de grond is duidelijk niet rechtlijnig, zodat gedacht kan worden aan benadering of zelfs overschrijding van het oplosbaarheidsprodukt van $CaHPO_4$. In de laagste vochttrappen is hier duidelijk geen sprake van, zodat moet worden geconstateerd dat er relatief te weinig fosfaat oplost in een persextract, hetgeen voor het onderzochte zavelmonster niet geldt. De oorzaak van deze te lage fosfaatgehalten valt uit de resultaten van dit onderzoek niet te achterhalen, zodat een reeds door Van den Ende in 1965 gedane veronderstelling van vastlegging nog steeds plausibel lijkt. Hoe deze eventuele vastlegging geschiedt valt zonder nader onderzoek niet vast te stellen.

LITERATUUR

1. Ende, ir. J.J. van den
Grondonderzoek op basis van het verzadigingsextract V. 1965.
2. Dijk, P.A. van & S.S. de Bes
Onderzoek naar de invloed van verbeterde analysemethoden op het verkrijgen van een kloppende ionenbalans in pers-extracten, april 1976.
3. Dijk, P.A. van & S.S. de Bes
Onderzoek naar de invloed van verbeterde analysemethoden op het verkrijgen van een kloppende ionenbalans in verzadigings- en 1:5 extracten, mei 1976.
4. Griffin, R.A & 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.
5. Skoog, D.A. & D.M. West
Fundamentals of Analytical Chemistry
2nd edition, 1969.
6. Moreno, E.C. et al
Solubility of dicalcium phosphate dihydrate in aqueous systems. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24 : 1960.
7. Dean, J.A. (editor)
Lange's Handebook of Chemistry
11th edition, 1973.

Bijlage 1

Grondsoort :	Herkomst :	% vocht	% organische op stoofdroke grond
Zavel	Proefstation C-3	18,3	7,8
Klei	P. Zuidgeest, Lange Broekweg 20, Naaldwijk	20,5	9,6
Humeuze klei	Gebr. Sonneveld S.v.d.Ooyenweg 100, Pijnacker	26,5	14,9

Afleiding gebruikte formules bij bereiding diverse grondwatermengsels

 (vochttrappen)

Voor 200 ml vocht is nodig P gram vochtige grond met A-cijfer A_n .

A_n gram vocht wordt aangetroffen in $(100 + A_n)$ gram vochtige grond.

200 gram vocht dus in $\frac{200}{A_n} \times (100 + A_n)$ gram vochtige grond.

Uitgewerkt levert dit *formule 1* op : $\frac{20.000}{A_n} + 200$ = P

P gram vochtige grond met A-cijfer A_n bevat Q gram vochtige grond met A-cijfer A 1 en W gram water.

P gram grond A_n bevat 200 gram vocht en $(\frac{20.000}{A_n})$ gram stoofdroke grond.

100 gram stoofdroke grond komt overeen met $(100 + A_1)$ gram vochtige grond met A-cijfer A 1.

derhalve : $\frac{20.000}{A_n}$ gram stoofdroke grond met $\frac{1}{100} \times \frac{20.000}{A_n} \times (100 + A_1)$ gram zodat *formule 2* luidt :

$$\frac{200}{A_n} (100 + A_1) \quad \boxed{= Q}$$

Uit het voorgaande volgt dat $P = Q + W$

zodat *formule 1* - *formule 2* = *formule 3*.

of wel :

$$\frac{20.000}{A_n} + 200 - \frac{20.000}{A_n} - \frac{200 A_1}{A_n} = 200 (1 - \frac{A_1}{A_n}) \quad \boxed{= W}$$

Zodat om P gram grond met A-cijfer A_n te verkrijgen er Q gram grond met A-cijfer A 1 en W gram water moet worden afgewogen, waarbij P gram grond totaal 200 gram vocht bevat.

FOSFAAT BETALING

Apparatuur : potjes, wijdmonds 30 ml
spectrofotometer, Zeiss PMQ 11.

Regentia : zwavelzuur ; 5 n

Voeg 70 ml 96% H₂SO₄, p.a. toe aan 430 ml gedemineraliseerd water.
Goed mengen en afkoelen.

ammoniummolybdaatoplossing ; 4%

Los 20 g ammoniummolybdaat, (NH₄)₂ Mo₇O₂₄ · 4 H₂O, p.a. op in
500 ml gedemineraliseerd water.

ascorbinezuuroplossing ; 0,1 M

Los 1,32 gram ascorbinezuur, L (+)-ascorbinezuur, C₆H₈O₆, p.a.
op in 75 ml gedemineraliseerd water.

Deze oplossing moet pas vóór het gebruik worden gemaakt, omdat
ascorbinezuur gemakkelijk oxydeert. Ascorbinezuur moet in het
donker en koel worden bewaard !

kaliumantimonyltartraat ; 1 mg Sb/ml :

Los op 0,2743 gram kaliumantimonyltartraat, KSbO₄ · C₄H₄O₆, A.r.
in gedemineraliseerd water en vul aan tot 100,0 ml. Deze
oplossing moet in de koelkast worden bewaard.

mengreagens :

Meng goed 125 ml zwavelzuur 5 n en 37,5 ml ammoniummolybdaat-
oplossing 4%. Voeg daar aan toe 75 ml ascorbinezuur-oplossing en
12,5 ml kaliumantimonyltartraat-oplossing. Dit mengreagens
moet worden gemaakt direkt vóór het gebruik, omdat het niet
langer dan 24 uur houdbaar is. 1:4 verdunnen met gedeminera-
liseerd water.

hoofdstandaardoplossing ; 200 mg P₂O₅ per liter

Monokaliumfosfaat, KH₂PO₄, volgens Sörensen, mortieren.
0,3834 gram oplossen en aanvullen tot 1.000,0 ml met ge-
demineraliseerd water. Een paar druppels chloroform toevoegen
vóór het aanvullen.

tussenstandaard ; 20 mg P₂O₅ per liter :

Verdun de hoofdstandaard 10 maal (25 ml afpipetteren en aan-
vullen met gedemineraliseerd water tot 250,0 ml).

standaardoplossingen A :

- 0 mg P₂O₅ per liter ; 0,0 ml van de tussenstandaard aanvullen
tot 100,0 ml met gedemineraliseerd water.
- 2 mg P₂O₅ per liter ; 10,0 ml idem
- 5 mg P₂O₅ per liter ; 25,0 ml idem
- 10 mg P₂O₅ per liter ; 50,0 ml idem

standaardoplossingen B :

0 mg P ₂ O ₅ per liter ;	0,0 ml	van de hoofdstandaard aanvullen tot 100,0 ml met gedemineraliseerd water
10 mg P ₂ O ₅ per liter ;	5,0 ml	idem
20 mg P ₂ O ₅ per liter ;	10,0 ml	idem
30 mg P ₂ O ₅ per liter ;	15,0 ml	idem
40 mg P ₂ O ₅ per liter ;	20,0 ml	idem

Uitvoering van de analyse :

A. Oppervlakte water

Van de standaardreeks 0 - 10 mg P₂O₅ per liter en van de monsters 1 ml afpipetteren in flesjes van 30 ml.

Toevoegen 15,0 ml 1:4 verdund mengreagens, daarna goed mengen.

Na 10 minuten de kleurenintensiteit bepalen ten opzichte van gedemineraliseerd water in cuvetten van 4 cm bij 885 of 720 nm. De gevoeligheid is bij 885 nm het grootst.

B. Pers- en verzadigingsextracten en 1:5 extracten

Van de standaardreeks 0 - 40 mg P₂O₅ per liter en van de monsters 1 ml afpipetteren in flesjes van 30 ml. Toevoegen 15,0 ml 1:4 verdund mengreagens, daarna goed mengen. Na 10 minuten de kleurintensiteit bepalen ten opzichte van gedemineraliseerd water in cuvetten van 1 cm bij 885 of 720 nm. De gevoeligheid is bij 885 nm het grootst.

Berekening van de uitkomsten

De via de standaardcurve verkregen resultaten staan direkt in mg P₂O₅ per liter.

Resultaten opgeven in 2 decimalen !