

A
2
5
74

251

Lambert nr 1921

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK

De monsterfout en de analysefout van het chemisch grondonderzoek
uitgevoerd met behulp van het 1 : 2 volume - extract (onderzoek 1977-1978).

Door:
C. Sonneveld
en
E. van Voorthuizen

INHOUD

Inleiding

Statistische verwerking

Foutenanalyse

Systematische componenten

Conclusies

Literatuur

Bijlagen.

Inleiding

In 1975 is gestart met het nemen van controlemonsters die werden onderzocht met behulp van het 1 : 2 volume-extract. Het verslag van de eerste 200 objecten is in 1977 gereed gekomen (Sonneveld en Van Voorthuizen, 1977). Inmiddels zijn opnieuw 200 objecten bemonsterd. De resultaten hiervan zijn in de computer gebracht en konden dus intensief statistisch worden verwerkt. Naast een foutenanalyse per monsteremer is nu ook een foutenanalyse naar grondsoort en gewas uitgevoerd. De gegevens die in dit verslag worden besproken zijn afkomstig van monsters verzameld in 1977 - 1978.

Statistische verwerking

Per bemonsterd object zijn voor elke bepaling vier cijfers beschikbaar en wel de duplo bepalingen van de beide duplo monsters die per object zijn genomen.

De resultaten werden in niveau-klassen ingedeeld.

Per klasse werden gemiddelde en spreiding tussen duplo analyseresultaten en tussen duplo monsters berekend. De monsters werden voor elke bepaling afzonderlijk in tien niveau-klassen ingedeeld.

Nadat gemiddelde en spreiding per niveauklasse waren berekend, werd de regressie vergelijking tussen deze paramaters berekend. Daarna werd nagegaan of in het materiaal verschillen tussen duplo-waarden aanwezig waren groter dan 3σ (overschrijdingskans 0,003). Deze waarnemingen werden dan meestal uit het materiaal verwijderd, waarna in de desbetreffende niveau-klasse opnieuw de spreiding werd berekend.

Bij de verslaggeving worden de volgende aanduidingen gebruikt.

- x - een enkelvoudige analyseuitkomst
- x_a - het gemiddelde van twee bepalingen in hetzelfde monster
- x_m - het gemiddelde van de uitkomsten (X_a) van twee duplo-monsters
- d_a - het verschil tussen duplo uitkomsten in hetzelfde monster
- d_m - het verschil tussen de uitkomsten van duplo monsters.
- s_t - totale spreiding
- s_a - analysefout
- s_m - monsterfout
- vc_t - s_t in procenten
- vc_a - s_a in procenten
- vc_m - s_m in procenten
- n - een aantal waarnemingen
- nv - het aantal waarnemingen verwijderd uit het materiaal
- M - het gemiddelde van een aantal waarnemingen

De berekeningen van de spreiding zijn als volgt uitgevoerd:

$$s_t = \sqrt{\frac{\sum d_m^2}{2n}}$$

$$s_a = \sqrt{\frac{\sum d_a^2}{2n}}$$

$$s_m = \sqrt{s_t^2 - \frac{1}{2}s_a^2}$$

Eventuele andere aanduidingen zullen ter plaatse worden toegelicht.

Foutenanalyse

In bijlage 1 zijn de resultaten opgenomen van de spreidingsberekeningen voor de totale fout. Tabel 1 bevat de regressievergelijkingen voor het verband tussen s_t en het gemiddelde gehalte.

Bepaling	Regressievergelijking	r
EC	$s_t = 0.0997 x + 0,063$	0,765
Chloor	$s_t = 0.1537 x + 0.028$	0.931
stikstof	$s_t = 0.1742 x + 0.085$	0.892
fosfaat	$s_t = 0.3033 x - 0.287$	0.985
kali	$s_t = 0.2465 x - 0.063$	0.977
magnesium	$s_t = 0.1867 x + 0.062$	0.889

Tabel 1. Het verband tussen gehalte(x) en de totale spreiding per niveauklasse.

De regressievergelijkingen vertonen in het algemeen een goede overeenkomst met die gevonden in vorig onderzoek. Bij fosfaat werd echter een zeer grote richtingscoëfficiënt gevonden en een groot negatief intercept. Bij de eerste berekening waren nog sterker afwijkende waarden gevonden voor genoemde parameters, namelijk

$$s_t = 0.4813 x - 1.063 \quad r = 0.982$$

Dit was een gevolg van zeer hoge waarden van s_t in de hoogste twee niveauklassen. Nadat deze verwijderd waren, werd de in tabel 1 vermelde vergelijking berekend. De oorzaak van de toch nog hoge waarde van de richtingscoëfficiënt en negatieve waarde van het intercept is de systematische monstercomponent die in het materiaal aanwezig is. De uitkomst voor fosfaat is bij de monsternemers systematisch hoger dan bij de controleur. Vooral bij hoge waarden heeft dit invloed. In de volgende paragrafen zal dit worden toegelicht.

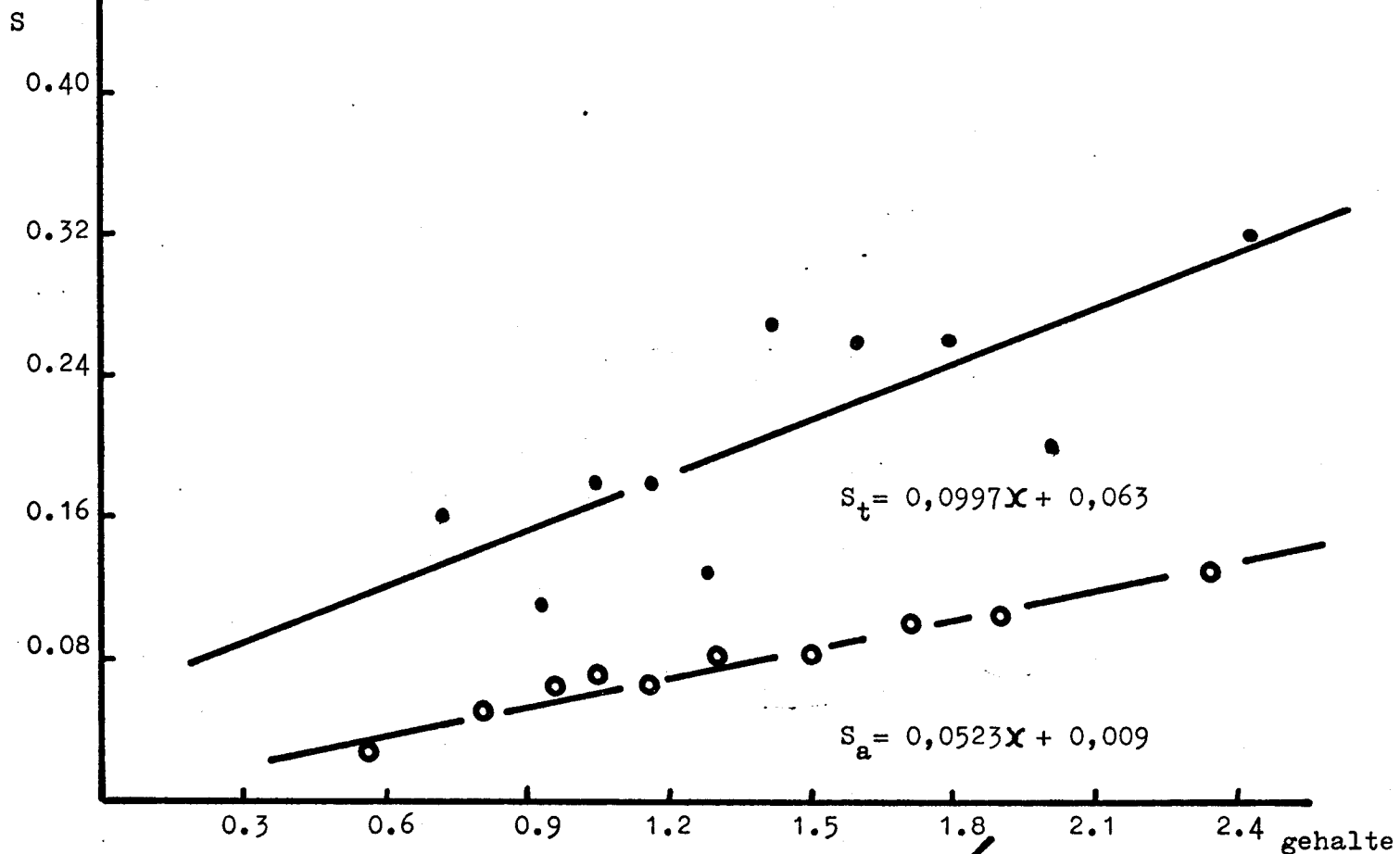
Na correctie van de waarde van s_t op de systematische component werd als regressievergelijking gevonden.

$$s_t = 0.2169 x - 0.026 \quad r = 0.982$$

Het verband tussen gehalte enerzijds en spreiding (S_t en S_a)
anderzijds

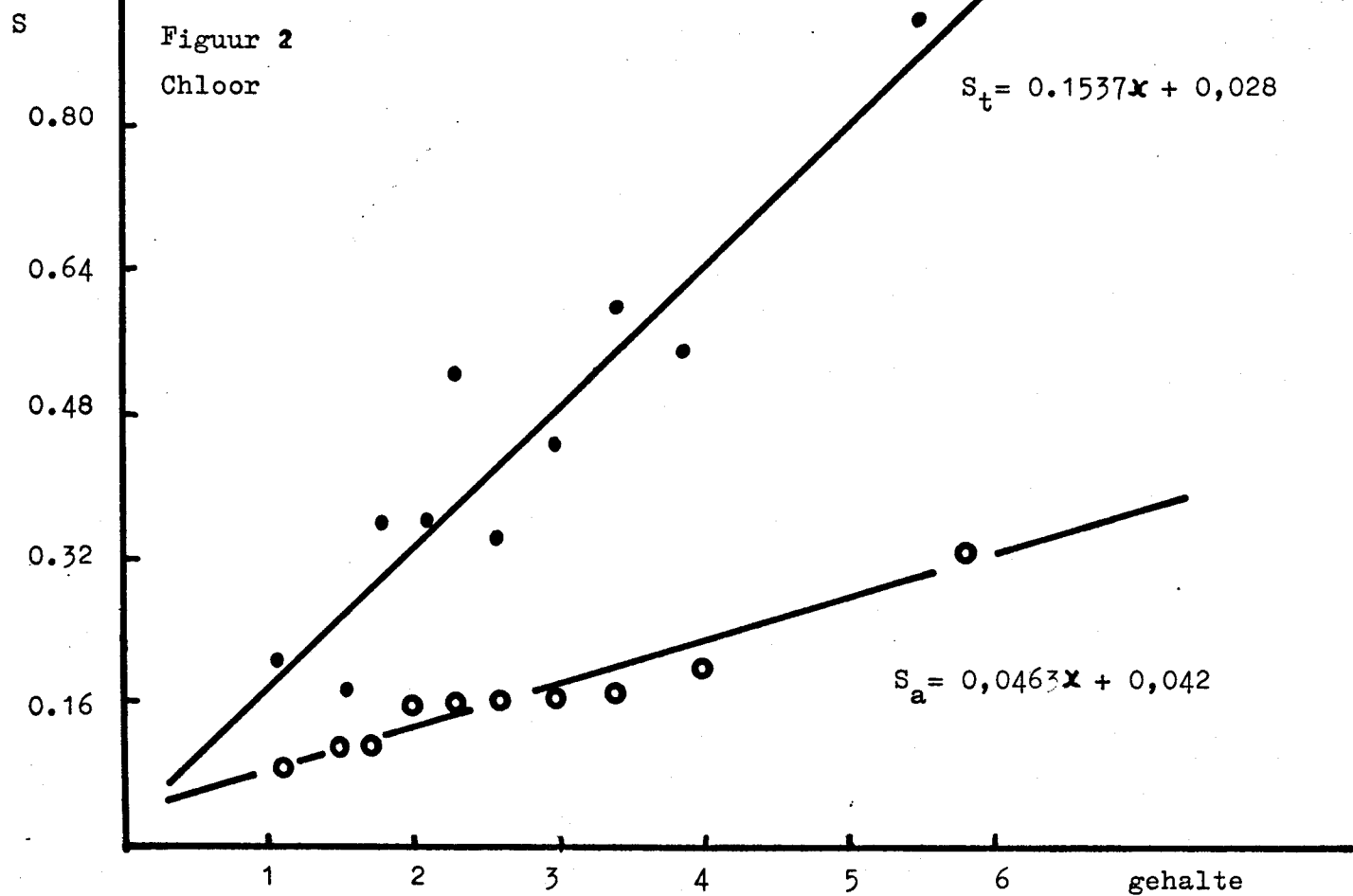
Figuur 1

EC

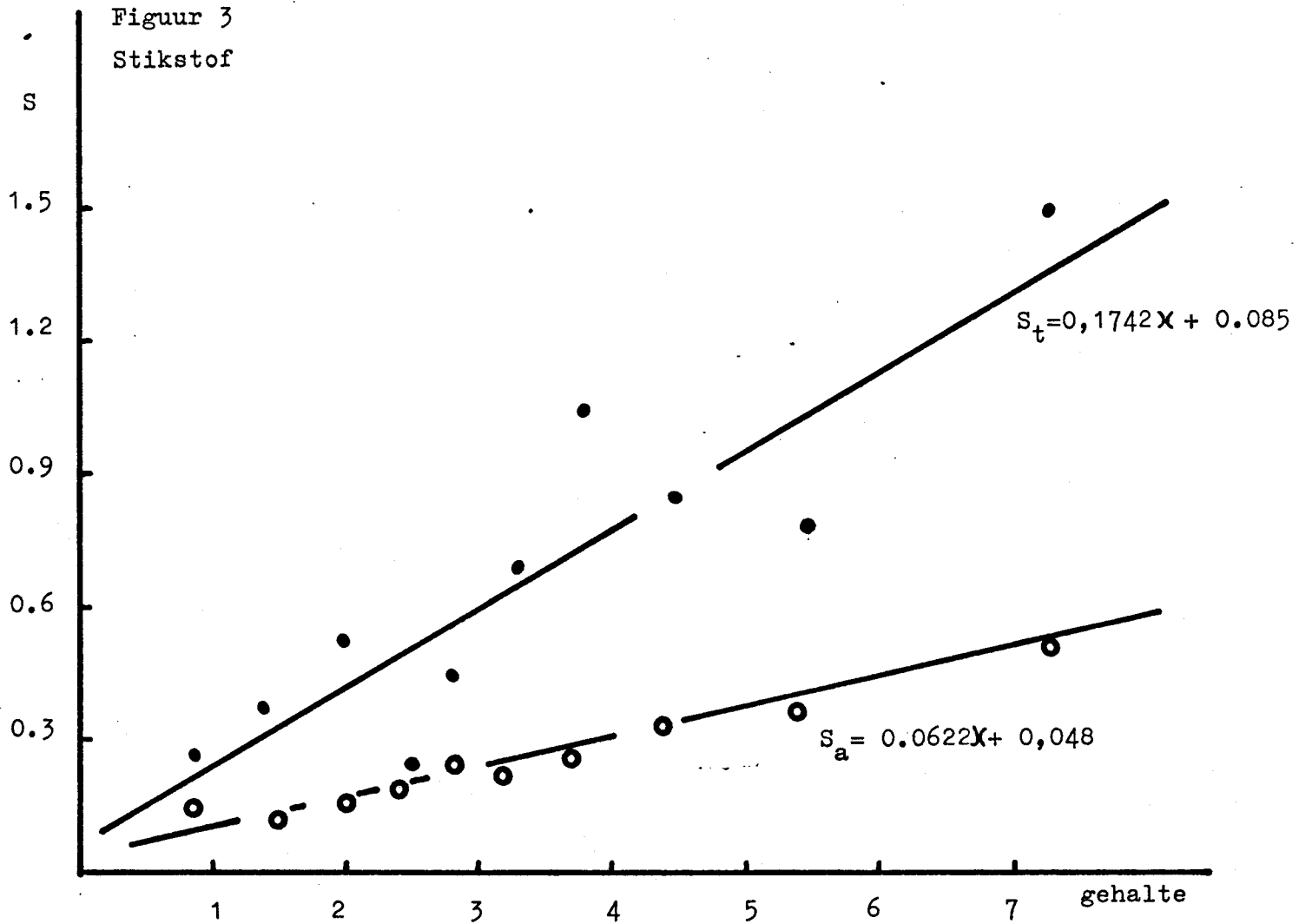


Figuur 2

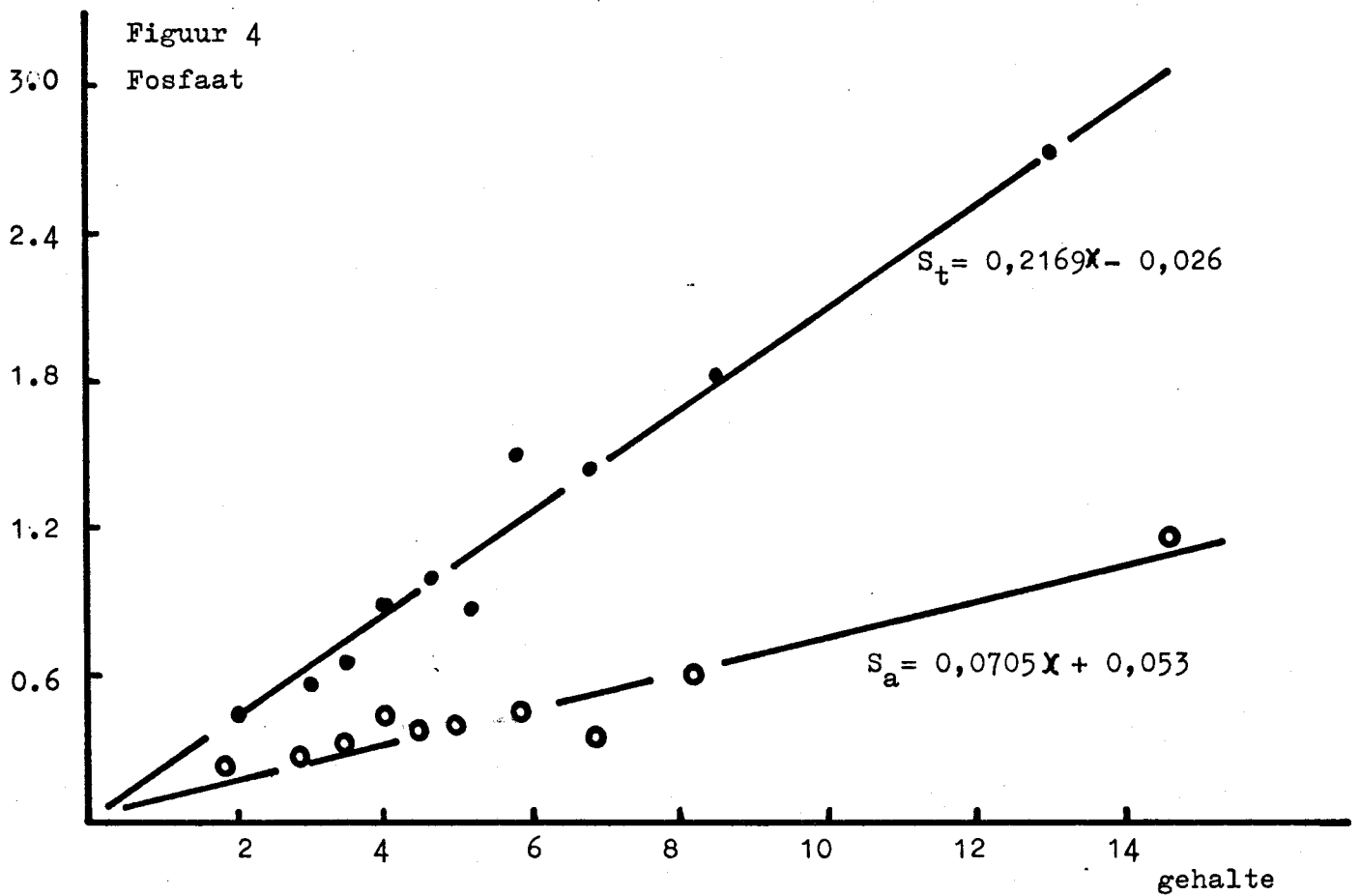
Chloor



Figuur 3
Stikstof



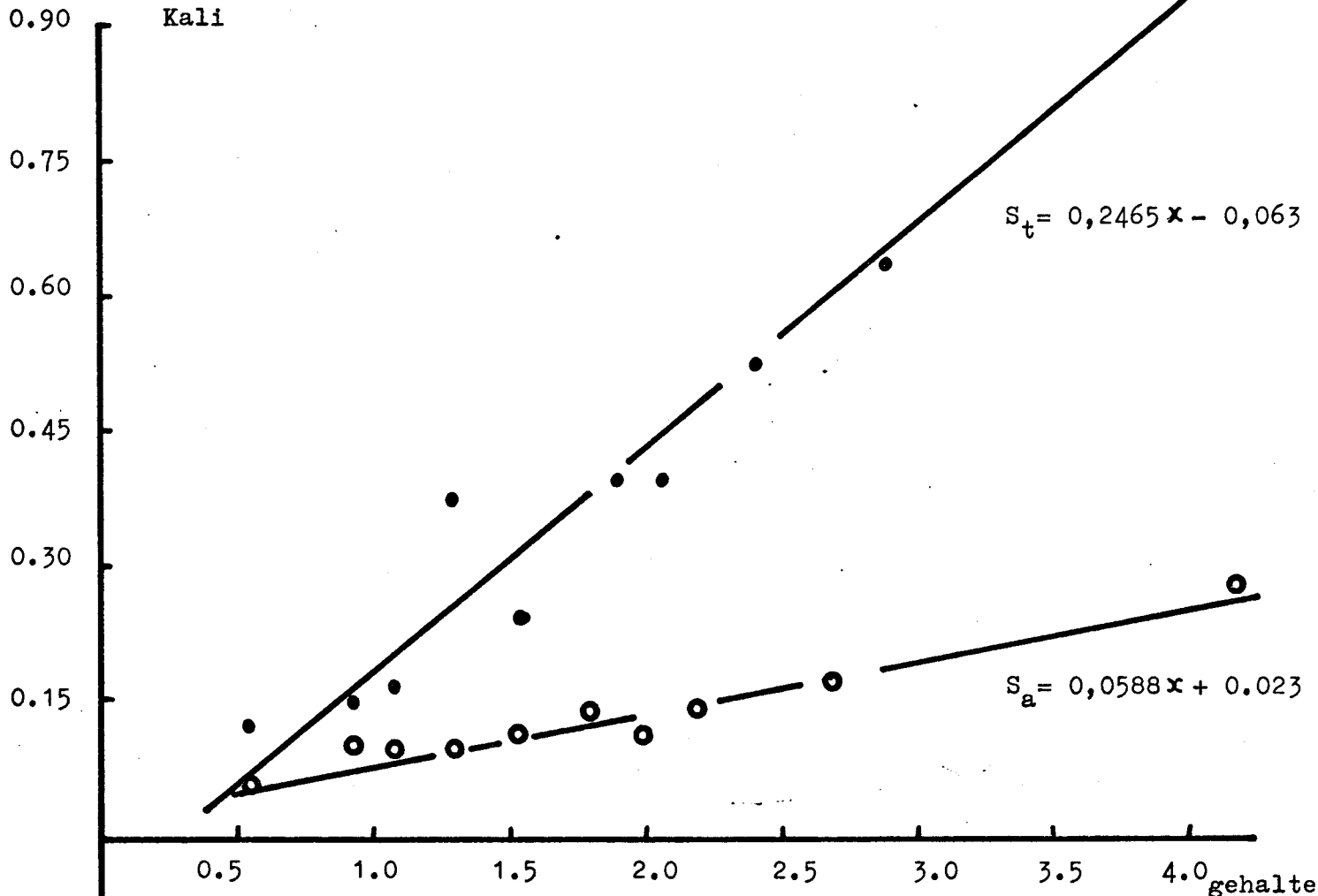
Figuur 4
Fosfaat



S

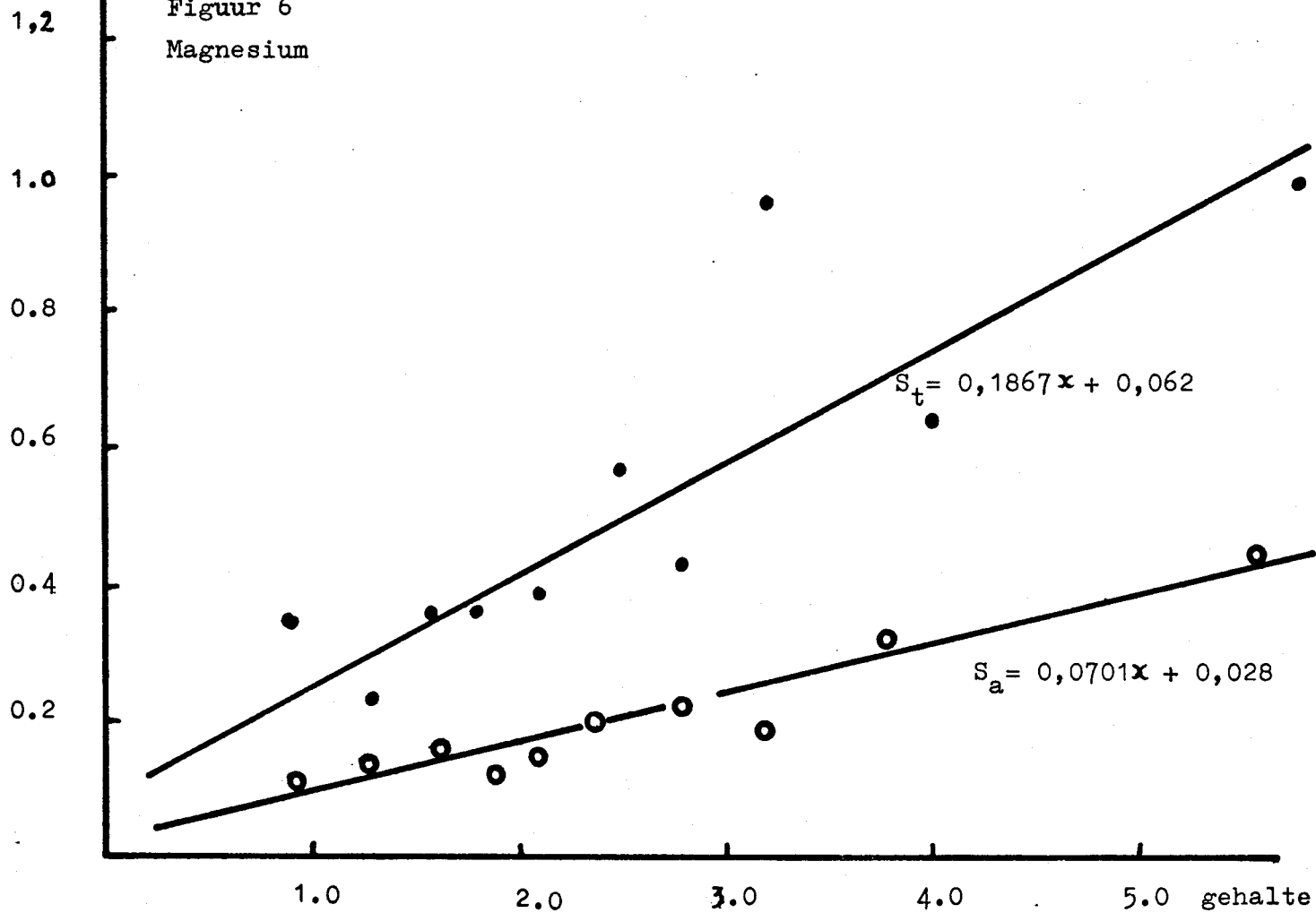
Figuur 5

Kali



Figuur 6

Magnesium



In tabel 2 zijn de regressievergelijkingen voor het verband tussen het gehalte en de analysefout weergegeven.

Bepaling	Regressievergelijking	r
EC	$s_a = 0.0523 x + 0.009$	0.84
chloor	$s_a = .0.0463 x + 0.042$	0.97
stikstof	$s_a = 0.0622 x + 0.048$	0.98
fosfaat	$s_a = 0.0705 x + 0.053$	0.96
kali	$s_a = 0.0588 x + 0.023$	0.98
magnesium	$s_a = 0.0701 x + 0.028$	0.95

Tabel 2. Het verband tussen gehalte en analysefout.

In de figuren 1 tot en met 6 zijn s_a en s_t in afhankelijkheid van het gehalte weergegeven.

Uit het voorgaande kan duidelijk worden afgeleid dat de bijdrage van de monsterfout tot de onnauwkeurigheid van het onderzoek aanzienlijk groter is dan de bijdrage van de analysefout. Temeer daar de duplo-waarden van het laboratorium worden gemiddeld en de bijdrage daardoor dus $(\sqrt{2})^{-1}$ maal zo groot wordt. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de verhouding van de bijdrage van de monsterfout en de bijdrage van de analysefout tot de totale fout dus het produkt $s_s \cdot s_a^{-1} \cdot \sqrt{2}$. Het produkt is berekend voor twee veel voorkomende waarden van uiteenlopend niveau voor elke bepaling.

Bepaling	laag niveau		hoog niveau	
	gehalte	$s_s \cdot s_a^{-1} \sqrt{2}$	gehalte	$s_s \cdot s_a^{-1} \sqrt{2}$
EC	1	3.51	2	3.07
Chloor	2	3.48	4	3.95
Stikstof	2	3.33	5	3.60
Fosfaat	3	3.25	7	3.78
Kali	1	3.18	3	4.76
Magnesium	1	3.35	4	3.55

Tabel 3. De verhouding tussen de bijdrage van de monsterfout en de analysefout tot de totale fout.

Zoals blijkt, is de bijdrage van de monsterfout in het algemeen die tot vier maal zo groot als de bijdrage van de analysefout.

Systematische componenten.

Monsternemers. In de vorige paragraaf is een algemene analyse gegeven van de fouten bronnen bij grondonderzoek. In deze paragraaf wordt nader ingegaan op factoren die van invloed zijn geweest op systematische afwijkingen bij de monstername.

In de eerste plaats is onderzoek verricht naar de afwijkingen per monsternemer.

De monsters zijn ingedeeld naar monsternemer en per monsternemer zijn twee

groepen gemaakt en wel de monsters met een hoog en met een laag niveau. Per groep zijn daarna \bar{d}_m en s_t berekend. In tabel 4 zijn de resultaten samengevat.

Monster nemer	Laagste niveau				Hoogste niveau			
	n	M	\bar{d}_m	s_t	n	M	\bar{d}_m	s_t
EC								
A	11	0.97	-0.06	0.137	30	1.68	-0.06	0.172
B	15	0.98	-0.05	0.153	24	1.66	+0.04	0.293
C	18	1.04	-0.05	0.131	22	1.71	+0.07	0.157
D	19	1.02	+0.10	0.213	22	1.86	+0.17	0.339
E	21	0.95	-0.04	0.098	18	1.75	-0.08	0.261
Chloor								
A	18	1.98	-0.11	0.206	23	3.82	-0.07	0.460
B	16	1.52	-0.02	0.321	23	3.48	-0.09	0.607
C	20	1.81	-0.19	0.363	20	3.43	+0.24	0.422
D	20	1.86	+0.23	0.417	21	3.86	+0.32	0.824
E	25	1.77	-0.26	0.430	14	3.65	-0.25	0.566
Stikstof								
A	17	1.63	-0.20	0.298	24	4.95	+0.03	1.006
B	18	1.89	+0.05	0.335	21	4.19	+0.08	0.816
C	21	2.12	-0.16	0.323	19	4.80	+0.20	0.688
D	18	2.04	+0.07	0.642	23	4.87	+0.91	1.354
E	20	1.78	-0.14	0.322	19	4.56	+0.26	0.750
Fosfaat								
A	23	3.07	+0.56	0.686	18	7.38	+1.24	1.854
B	15	3.32	+0.78	0.816	24	7.60	+1.98	2.378
C	19	3.88	-0.20	0.778	20	6.06	+1.80	2.144
D	19	3.65	+0.69	1.252	20	8.25	+1.76	2.492
E	17	3.66	+0.48	0.622	22	7.71	+0.82	1.594
Kali								
A	19	1.08	-0.00	0.189	22	2.43	+0.12	0.348
B	18	1.08	-0.01	0.178	21	2.66	+0.46	0.743
C	20	1.04	-0.03	0.115	20	2.51	+0.46	0.532
D	14	1.07	+0.10	0.380	27	2.58	+0.51	0.757
E	16	0.89	-0.03	0.141	23	2.25	+0.03	0.321
Magnesium								
A	18	1.61	-0.11	0.234	23	3.15	-0.02	0.357
B	20	1.60	-0.02	0.262	19	3.40	+0.34	0.966
C	19	1.48	-0.18	0.369	21	3.00	0.00	0.423
D	16	1.56	+0.20	0.455	25	3.80	+0.45	0.973
E	22	1.59	-0.08	0.328	17	3.97	-0.34	0.884

Tabel 4. De resultaten van de verwerking van de analyseresultaten per monsternemer

Uit de resultaten komen duidelijke afwijkingen naar voren bij de niveau verschillen tussen monsternemer en controlesteker. De waarden van \bar{d}_m bij een overschrijdingskans van 5% en een steekproef grootte van n kan als volgt worden berekend.

$$|\bar{d}| < 2 \cdot \frac{s_t \sqrt{2}}{\sqrt{n}}$$

Als de steekproef grootte gemakshalve op 20 wordt gesteld, worden de in tabel 5 opgenomen maximale waarden voor $|\bar{d}|$ berekend.

Bepaling	Laagste niveau		Hoogste niveau	
	M	P0.05	M	P0.05
EC	0.99	0.102	1.73	0.148
Chloor	1.79	0.191	3.65	0.372
Stikstof	1.89	0.261	4.67	0.567
Fosfaat	3.52	0.465	7.40	0.996
Kali	1.03	0.120	2.49	0.348
Magnesium	1.57	0.224	3.46	0.447

Tabel 5. De betrouwbaarheids grens (P0.05) voor de afwijkingen van de monsternemers. Met behulp van de gegevens in tabel 5 kan worden afgeleid dat voor EC één betrouwbare afwijking voorkomt. Bij Chloor worden bij het laagste niveau enkele betrouwbare waarden gevonden; bij stikstof één bij het hoogste niveau, bij fosfaat zijn vrijwel alle waarden betrouwbaar, bij kali enkele en bij magnesium één. Bij fosfaat komen dus betrouwbare verschillen voor bij alle monsternemers. Voorts blijkt monsternemer D ook een betrouwbaar verschil te geven voor EC, N, K en Mg bij het hoge niveau.

Voor commentaar op de afwijkingen die zijn gevonden wordt verwezen naar Sonneveld en Voorthuizen, 1977.

Bij berekening van s_t met behulp van de formule $s_t = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$ wordt aangenomen dat $\bar{d} \approx 0$. Bij fosfaat is dit duidelijk niet het geval. Correctie van de systematische component is mogelijk door toepassing van de formule

$$s_t = \frac{\sqrt{\sum d^2 - (\sum d)^2/n}}{2(n-1)}$$

Deze formule is ook toegepast voor de laatste formule genoemd in voorgaande paragraaf voor het verband tussen s_t en het fosfaatgehalte.

Voor de verschillende monsternemers zijn na correctie op \bar{d}_m de in tabel 6 vermelde waarden van s_t gevonden.

Monsternemers	Laag niveau		Hoog niveau	
	s_t	vc_t	s_t	vc_t
A	0.566	18 (22)	1.680	22 (25)
B	0.621	19 (24)	1.959	26 (31)
C	0.785	20 (20)	1.717	29 (35)
D	1.184	32 (34)	2.215	27 (30)
E	0.538	15 (17)	1.520	20 (21)

Tabel 6. De waarde van s_t na correctie op \bar{d} en de vc_t waarde (tussen haakjes voor correctie)

De waarde van s_t wordt 0 tot 6% verlaagd door de correctie. De toevalscomponent blijft echter hoog.

Grondsoort. Bij de analyse naar grondsoort zijn de waarnemingen ingedeeld naar vier grondtypen en wel zand, zavel, klei en veen. Omdat zavel en klei de overheersende grondtypen zijn, komen deze het meeste voor.

In tabel 7 zijn de waarden van s_t bij de verschillende grondsoorten weergegeven.

Bepaling	Zand		Zavel		Klei		Veen	
	M	s_t	M	s_t	M	s_t	M	s_t
EC	1.03	0.153	1.34	0.232	1.46	0.210	1.57	0.192
Chloor	1.86	0.271	2.40	0.435	2.87	0.529	3.32	0.394
Stikstof	1.92	0.740	3.32	0.777	3.43	0.718	3.70	1.137
Fosfaat	6.66	0.847	6.38	1.842	5.21	1.562	5.15	1.989
Kali	1.64	0.326	1.86	0.455	1.85	0.463	2.05	0.425
Magnesium	2.01	0.500	2.65	0.703	2.54	0.568	2.56	0.352

Tabel 7. De waarden voor s_t bij verschillende grondsoorten.

Het aantal monsters bij zand was slechts 5 en bij veen 9. Bij zavel waren 56 bij klei 130 bemonsteringsobjecten aanwezig. Het aantal waarnemingen bij zand en veen is te gering voor vergelijking. Tussen zavel en klei worden geen duidelijk verschillen in nauwkeurigheid gevonden. Het verschil in niveau tussen monsternemers en controlesteker kwam voor bij zowel zavel als klei; vooral bij de hoge waarden.

Gewas. Bij de analyse naar gewas zijn de waarnemingen ingedeeld naar onderstaande gewassen. De volgende codering wordt gebruikt en het daarachter vermelde aantal waarnemingen werd per gewas verkregen.

Code	gewas	aantal waarnemingen
0	tomaat	62
1	komkommer	23
2	paprika	18
3	sla	10
4	anjer	30
5	roos	23
6	chrysant	17
7	diversen	17

In tabel 8 zijn de waarden van s_t per gewas voor de verschillende bepalingen opgenomen.

Gewas	EC	Cl	N	P	K	Mg
0	0.258	0.416	1.008	2.263	0.624	0.749
1	0.160	0.316	0.821	1.292	0.448	0.399
2	0.179	0.392	0.712	1.399	0.395	0.421
3	0.155	0.269	0.732	1.064	0.162	0.420
4	0.220	0.704	0.456	1.358	0.436	0.633
5	0.146	0.403	0.347	1.504	0.286	0.310
6	0.103	0.258	0.351	1.057	0.120	0.318
7	0.301	0.859	0.812	1.039	0.334	0.865

Tabel 8. De waarden van s_t bij verschillende gewassen.

In tabel 9 zijn de gemiddelde waarden gevonden bij de verschillende gewassen weergegeven.

Gewas	EC	Cl	N	P	K	Mg
0	1.65	2.74	4.35	6.41	2.50	3.25
1	1.36	2.50	3.46	5.93	1.64	2.47
2	1.36	2.71	3.13	5.01	1.43	2.37
3	1.28	2.28	3.03	5.21	1.11	2.38
4	1.35	3.01	2.67	4.76	1.80	2.29
5	1.38	2.69	3.73	5.54	2.10	2.02
6	1.08	2.29	1.79	4.73	0.90	1.89
7	1.31	3.33	2.50	5.16	1.40	2.29

Tabel 9. De gemiddelde analyseuitkomsten per gewas.

Uit de resultaten blijkt, dat bij tomaat gemiddeld hoge waarden worden gevonden en bij chrysant gemiddeld lage waarden.

Voor wat betreft de spreiding kan worden gezegd dat deze in het algemeen het grootst is bij de tomaat en bij de diverse gewassen. Komkommer, paprika en anjer hebben eveneens een vrij grote spreiding. Bij sla en roos is de spreiding duidelijk kleiner en bij chrysant is de spreiding in het algemeen laag. Naast het verschil in niveau van gehalte dat hiervoor gedeeltelijk verantwoordelijk is blijven echter ook gewasinvloeden bestaan.

Voor wat betreft de niveau verschillen tussen monsternemer en controleur bij uitsplitsing per gewas kan worden opgemerkt dat zich enkele opvallende verschillen voordoen. Bij stikstof wordt bij tomaat gevonden $\bar{d}_m = +0.48$ en voor komkommer $\bar{d}_m = -0.51$. Bij kali komt vooral tomaat naar voren met $\bar{d}_m = +0.40$ en bij magnesium tomaat en de diversen met respectievelijk $\bar{d}_m = +0.32$ en $\bar{d}_m = -0.48$. Voor fosfaat zijn de waarden per gewas weergegeven in tabel 10.

Gewas	\bar{d}_m
0	+1.59
1	+0.69
2	+0.79
3	+0.70
4	+0.49
5	+1.07
6	+1.12
7	+0.60

Tabel 10. De waarde van \bar{d}_m voor fosfaat bij de verschillende gewassen. Zoals blijkt, zijn de verschillen voor fosfaat vooral groot bij tomaat, roos en chrysanthe.

Interactie gewas en monsternemer. Ieder gewas vraagt een eigen bemonsteringsmethode. Dit houdt in dat de verschillen die per monsternemer worden verkregen met de controleur, per gewas bepaald kunnen zijn. Het was alleen mogelijk bij tomaat een uitsplitsing per monsternemer te maken. Bij de andere gewassen waren niet voldoende waarnemingen aanwezig voor een nadere indeling. De tabellen 11 en 12 bevatten de resultaten.

Monsternemer	EC	Cl	N	P	K	Mg
A	+0.11	+0.25	+0.75	+1.43	+0.33	+0.24
B	+0.31	+0.29	+0.91	+2.84	+0.87	+0.90
C	-0.00	-0.03	+0.17	+1.06	+0.26	-0.10
D	+0.15	+0.19	+0.43	+1.79	+0.46	+0.58
E	+0.03	-0.10	+0.41	+1.13	+0.19	+0.17

Tabel 11. De waarde van \bar{d}_m voor tomaat bij verschillende monsternemers.

Uit de resultaten blijkt dat monsternemer B bij tomaat de grootste afwijking heeft met de controleur. Monsternemer C heeft in het algemeen een kleine afwijking met uitzondering van fosfaat.

Monsternemers	EC	Cl	N	P	K	Mg
A	0.209	0.485	1.240	1.767	0.427	0.340
B	0.311	0.373	0.904	2.744	0.805	0.891
C	0.146	0.385	0.537	2.115	0.380	0.399
D	0.381	0.526	1.412	2.673	0.910	1.191
E	0.130	0.182	0.683	1.724	0.327	0.409

Tabel 12. De waarde van s_t voor tomaat bij verschillende monsternemers.

De monsternemers C en E hebben algemeen wat lagere waarden voor s_t dan de anderen; vooral bij monsternemer D zijn de waarden voor s_t hoog.

Conclusies

De totale fout bij het onderzoek van kasgronden ligt tussen 10 en 25%. De grootste bijdrage aan deze fout heeft de monstername. In het algemeen kan worden gezegd dat de bijdrage van de monsterfout tot de totale fout drie à vier maal zo groot is als de bijdrage van de analysefout.

Tussen de monsternemers blijken flinke verschillen in niveau van de gevonden analysecijfers voor te komen. Vooral bij fosfaat was dat het geval. De controlesteker vond algemeen lagere waarden dan de monsternemers. De wijze van monsterner zal hierbij een grote rol spelen. Door dichter aan de rand van de teeltstroken of bedden te monsternen en door ondieper te monsternen zullen hogere waarden gevonden worden. Gezien het feit dat vooral fosfaat verschild moet worden verwacht dat het verschil vooral door monsterdiepte moet worden verklaard. Vooral voor fosfaat bestaan namelijk grote verschillen in de grond in verticale richting.

De verschillen tussen monsternemers en controlesteker zijn het meest duidelijk als een vergelijking per gewas wordt gemaakt. Dit was in dit onderzoek alleen mogelijk bij tomaat.

Door zeer gerichte en nauwkeurige instructies voor monstername kan enige verbetering worden aangebracht in de monstername. De nu aanwezige niveau verschillen kunnen daardoor worden beperkt. Toch zal na vereffening van de systematische verschillen de monsterfout groot blijven. Een intensieve studie om de techniek van de monstername in zijn geheel te verbeteren is daarom zeker de moeite waard.

Literatuur

Sonneveld, C en E. van Voorthuizen.

De monsterfout en de analysefout van het chemisch grondonderzoek uitgevoerd met behulp van het 1 : 2 volume-extract. Intern verslag.

Proefstation Naaldwijk no. 31/6 - 1977.

Resultaten

EC

Totale fout				analyse fout			
M	n	n _v	s _t	M	n	n _v	s _a
0.721	17	0	0.161	0.569	14	0	0.0299
0.930	25	0	0.110	0.807	35	0	0.0523
1.065	13	0	0.178	0.947	38	0	0.0663
1.156	23	0	0.176	1.047	27	0	0.0707
1.282	24	0	0.130	1.150	40	0	0.0670
1.424	24	0	0.273	1.297	69	0	0.0792
1.596	22	0	0.262	1.486	48	0	0.0837
1.788	18	0	0.261	1.693	41	0	0.0988
1.994	17	0	0.197	1.895	34	0	0.1064
2.443	17	0	0.319	2.334	54	0	0.1304

C1

1.112	19	0	0.217	1.116	45	0	0.0928
1.542	16	0	0.182	1.507	26	0	0.1183
1.811	27	0	0.362	1.707	30	0	0.1122
2.122	14	0	0.357	2.022	58	0	0.1602
2.319	23	0	0.528	2.333	35	0	0.1629
2.632	22	0	0.338	2.637	53	0	0.1643
3.007	26	0	0.437	2.974	41	0	0.1722
3.357	16	0	0.600	3.356	34	0	0.1762
3.924	16	0	0.548	3.963	41	0	0.2029
5.515	21	0	0.916	5.796	37	0	0.3310

Resultaten

N

M	Totale fout			Analyse fout			
	n	n _v	S _t	M	n	n _v	S _a
0.873	19	0	0.273	0.846	43	0	0.1447
1.439	22	0	0.404	1.484	42	0	0.1206
2.045	17	0	0.548	1.971	24	0	0.1665
2.465	15	0	0.259	2.425	45	0	0.1964
2.790	21	0	0.441	2.762	41	0	0.2424
3.344	25	0	0.703	3.244	33	0	0.2233
3.801	21	0	1.036	3.736	48	0	0.2451
4.508	26	0	0.851	4.438	45	0	0.3345
5.488	18	0	0.781	5.406	43	0	0.3854
7.321	16	0	1.488	7.315	36	0	0.5224

P

2.040	15	0	0.442 (0.436)	1.986	33	0	0.2266
2.994	23	0	0.611 (0.558)	2.882	45	0	0.2769
3.523	11	0	0.711 (0.651)	3.481	34	0	0.3358
4.025	26	0	0.889 (0.899)	4.006	42	0	0.4286
4.656	24	0	1.188 (1.100)	4.492	32	0	0.3693
5.243	15	0	1.178 (0.861)	5.057	54	0	0.3749
5.848	30	0	1.528 (1.500)	5.935	47	0	0.4497
6.858	18	0	1.533 (1.440)	6.862	28	0	0.3573
8.528	21	1	2.685 (1.840)	8.299	45	0	0.6138
12.950	17	2	3.553 (2.740)	14.796	40	0	1.1710

* na correctie op \bar{d}_m

Resultaten

K

m	Totale fout			M	Analyse fout		
	n	n _v	s _t		n	n _v	s _a
0.568	17	0	0.125	0.585	42	0	0.0526
0.923	21	0	0.152	0.925	38	0	0.0978
1.078	23	0	0.172	1.090	40	0	0.0879
1.304	13	0	0.370	1.292	35	0	0.0924
1.568	26	0	0.237	1.538	46	0	0.1219
1.889	31	0	0.394	1.803	38	0	0.1421
2.082	9	0	0.397	1.998	28	0	0.1237
2.398	20	0	0.525	2.244	40	0	0.1463
2.865	23	0	0.635	2.770	57	0	0.1687
4.023	17	0	0.968	4.187	36	0	0.2840

Mg

0.954	17	0	0.352	0.898	36	0	0.1221
1.362	26	0	0.234	1.314	42	0	0.1410
1.598	15	0	0.356	1.597	52	0	0.1602
1.810	10	0	0.362	1.891	38	0	0.1170
2.093	34	0	0.394	2.134	33	0	0.1528
2.460	19	0	0.574	2.437	38	0	0.2086
2.819	21	0	0.426	2.794	46	0	0.2242
3.190	22	0	0.965	3.199	33	0	0.1886
3.951	21	0	0.643	3.826	43	0	0.3202
5.814	15	0	1.176	5.596	39	0	0.4427