

DE BETROUWBAARHEID VAN HET GRONDONDERZOEK IN HET BIJZONDER ONDER INVLOED VAN DE ONGELIJKMATIGHEID VAN DE GROND

Dr Ir TH. J. FERRARI

Landbouwpromotie en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

Ir F. H. B. VERMEULEN

Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek

INLEIDING

In zijn toelichting op de schema's voor het bemestingsadvies voor fosfaat en kali in de *Landbouwgids* 1953 (blz. 243 en volgende) wijst VAN DER PAAUW op de betrekkelijkheid van het grondonderzoek. Hij legt er terecht de nadruk op, dat het gegeven advies is gebaseerd op het gemiddeld te verwachten resultaat. Verschillen in grondsoort, opbrengstniveau, weersgesteldheid, vruchtwisseling enz. kunnen er de oorzaak van zijn, dat het gewas anders reageert dan men verwacht had.

VAN DER PAAUW wijst ook op de betrekkelijkheid van het grondonderzoek in verband met de betrouwbaarheid van het analyseresultaat zelf, waarbij in het midden wordt gelaten of de methode van onderzoek als zodanig geschikt is. Een opgave van de betrouwbaarheid van het grondonderzoek geeft een indruk, in hoeverre het analysecijfer overeenkomt met de toestand waarin het perceel in werkelijkheid verkeert. Het is duidelijk, dat de betrouwbaarheid over het algemeen niet groot zal zijn, wanneer twee analyses van eenzelfde perceel sterk uiteenlopende resultaten te zien geven. De waarde van het grondonderzoek daalt bij een toenemende onbetrouwbaarheid.

2. FACTOREN DIE DE BETROUWBAARHEID BEÏNVLOEDEN

Er is een groep van factoren, die verband houdt met de analyse in de ruimste zin. Men zou hierbij dan nog een onderscheid kunnen maken tussen een onbetrouwbaarheid door de bemonstering en een onbetrouwbaarheid door de analyse. Een andere groep van factoren houdt met het verschijnsel verband, dat de te bepalen eigenschap in de loop van de tijd niet constant is.

Het volgende beoogt minder een volledig overzicht dan wel een indruk te geven, waar, wanneer en waardoor variaties (fouten) kunnen optreden.

Variaties, die bij de bepaling op het laboratorium ontstaan, worden samengevat onder de naam: analysefout. Ondanks alle voorzorgen kan men niet altijd voorkomen, dat de bepalingen onder niet geheel gelijke omstandigheden van temperatuur, vochtigheid, personeel enz. verricht worden. Hierdoor ontstaan variaties in uitkomst bij bepalingen in een en hetzelfde monster. Een nog belangrijker bron voor variaties is het feit, dat voor elke nieuwe bepaling een andere hoeveelheid grond uit de bus grond genomen moet worden. Men bemerkt de analysefout eerst, wanneer de bepaling in tweevoud wordt verricht, zoals gebruikelijk is op het Laboratorium voor Gronden en Gewasonderzoek.

Ieder die weleens een bezoek aan het Bedrijfslaboratorium gebracht heeft, weet dat alles in het werk gesteld wordt om de spreiding in uitkomsten, dus de analysefout, zo klein mogelijk te houden. Er bestaat een afdeling, die als opdracht heeft de nauwkeurigheid van werken voortdurend te bestuderen. Mede hierdoor is het resultaat dat de variaties in de bepaling in vergelijking met variaties uit anderen hoofde klein zijn.

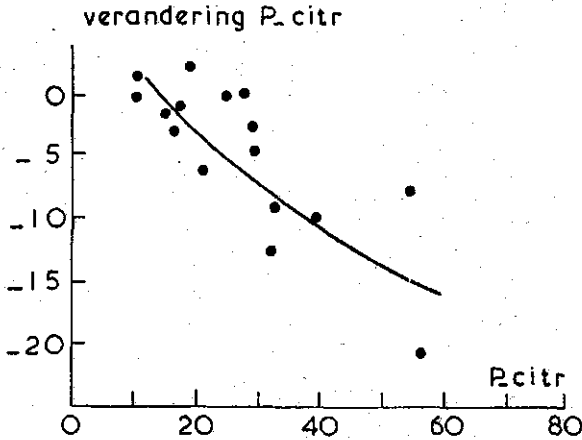


FIG. 1. DE GROOTTE VAN DE DALING VAN HET P-CITR-CIJFER OP GRASLAND, ALS GEDURENDE DRIE JAAR GEEN FOSFAATBEMESTING IS GEGEVEN, IS VAN DE FOSFAATRIJKDOM VAN DE GROND AFRANKELIJK.

De ervaring leert dat het gehalte van de grond aan een voedingsstof (op een bepaalde manier bepaald) zich in de loop van de tijd kan veranderen. De bepaling kan dus niet meer dan de toestand op een bepaald moment weergeven. Deze (min of meer systematische) veranderingen kunnen onder invloed van allerlei factoren optreden. Wij denken hierbij aan weersgesteldheid, aard van de grond, flora en fauna, bedrijfsvoering enz. Tot nu toe is weinig bekend over wetmatigheden, die aan deze, soms cyclische, veranderingen ten grondslag liggen. Ook over de betekenis hiervan voor de plant is weinig bekend. Het is duidelijk, dat de betrouwbaarheid van het grondonderzoek hierdoor in ongunstige zin wordt beïnvloed. Men zal bij de beoordeling van de resultaten van het grondonderzoek in ieder geval rekening moeten houden met het bestaan van variaties onder invloed van deze factoren. Om een indruk van de mogelijke grootte van deze variaties te geven volgen enkele voorbeelden, die gemakkelijk met vele andere zijn aan te vullen.

Een verandering met de tijd onder invloed o.a. van de bedrijfsvoering geeft figuur 1 te zien, overgenomen uit het Landbouwerslag over 1951 van het Rijkslandbouwconsulentschap te Tiel. De achteruitgang van het P-citr-cijfer op grasland in 3 jaar, aangegeven op de ordinaat, hangt o.a. van het fosfaatniveau af. De betreffende percelen hadden in deze 3 jaar geen fosfaatbemesting ontvangen.

De kaligetal-toppen in figuur 2, afkomstig uit gegevens van VAN DER PAAUW, zijn een waarschuwing dat men geen grondmonster moet nemen binnen enkele weken na de bemesting.

De z.g. seizoenschommeling van de pH als pH-water bepaald is algemeen bekend. Tot aan de overgang naar de pH-KCl-bepaling was deze seizoenschommeling een factor, die de betrouwbaarheid van het bekalkingsadvies verkleinde. Figuur 3, overgenomen uit een intern rapport van SLUIJSMANS en BOSKMA, laat de grote vooruitgang zien, welke verkregen werd, toen men tot de pH-KCl-bepaling voor de praktijk overging. De pH-KCl is vrijwel niet aan seizoenschommelingen onderhevig.

Er bestaat misschien ook een periodiciteit, die zich niet over maanden, maar over jaren uitstrekt. Figuur 4 geeft het resultaat van een onderzoek van VAN DER PAAUW¹

¹ VAN DER PAAUW, F., Periodiciteit in opbrengsten, vruchtbaarheid van de grond en klimaat. *Landbouwk. Tijdschrift*, 60 (1948).

DE BETROUWBAARHEID VAN HET GRONDONDERZOEK

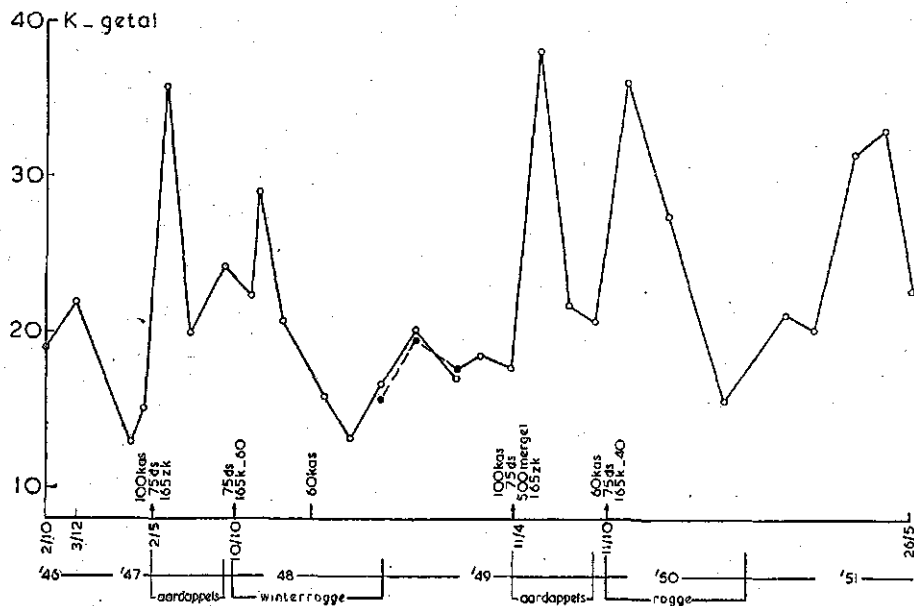


FIG. 2. EEN KALIBEMESTING BEÏNVLOEDT GEDURENDE ENIGE TIJD DE HOOGTE VAN HET KALIGETAL. VERLOOP VAN DE PH OP EEN ONBEKALKT VELDJE VAN EEN PROEFVELD TE WAPSERVEEN.

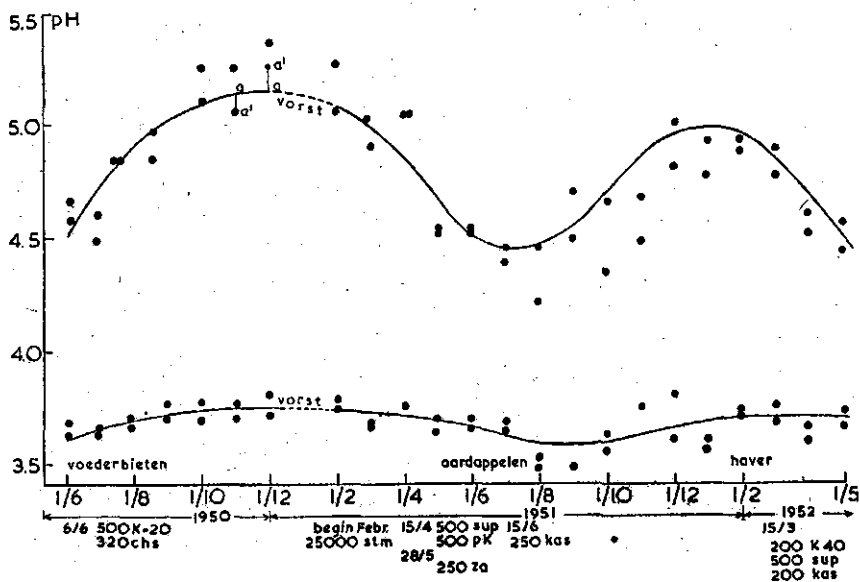


FIG. 3. DE SEIZOENSCHOMMELING VAN DE PH-WATER IS GROTER DAN DIE VAN DE PH-KCL.

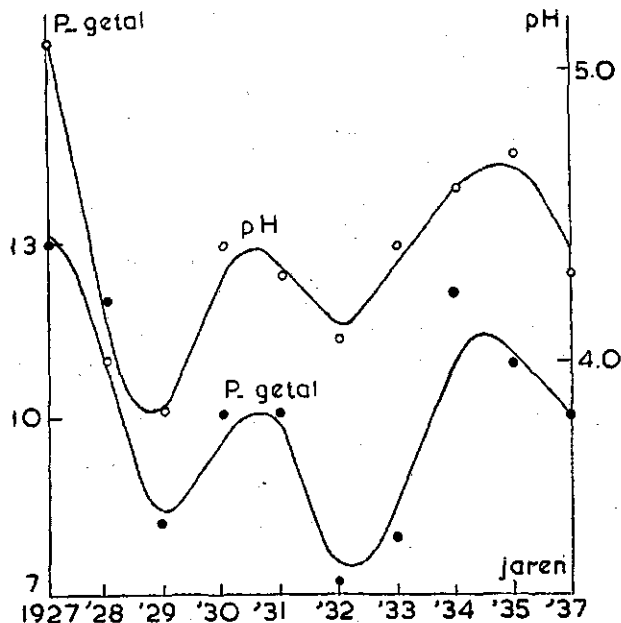


FIG. 4. DE PERIODICITEIT VAN P-GETAL EN PH (NA DE OOGST BEPAALD) OP DALGROND IN OVERIJSEL

weer. De pH en het P-gehalte vertonen een duidelijke periodiciteit. Voor het advies maakt het een groot verschil of men een jaar heeft in een dal of op een top gelegen.

3. DE ONGELIJKMATIGHEID VAN DE GROND

De samenstelling van onze grasland- en bouwlandpercelen is vaak ongelijkmatig van aard. Deze ongelijkmatigheid kan soms in de stand van het gewas tot uiting komen; in dat geval gaat het meestal om vrij grote verschillen op betrekkelijk grote afstand van elkaar. Men is zich er echter meestal niet van bewust, dat ook op zeer kleine afstanden van b.v. enkele cm's grote verschillen in gehalten van voedingsstoffen kunnen bestaan. Deze komen in de stand van het gewas niet tot uiting.

Hoe groot deze verschillen binnen kleine afstand kunnen zijn, leert een onderzoek van SCHUFFELEN, HUDIG en WTTENWAALL¹. Zij namen op een vierkante meter van enkele zand- en kleipercelen telkens op 10 cm afstand een steek en onderzochten deze op K, Ca, Mg en PO₄ volgens de Morgan-Venema-methode. Het op een zandgrond verkregen resultaat met de K-bepaling is in figuur 5 te zien. De resultaten zijn in procenten van het gemiddelde van alle bepalingen uitgedrukt. Hoewel de gebruikte analyse onnauwkeuriger is dan de methode van het Bedrijfslaboratorium doet dit aan het algemene beeld niets af. De cijfers laten zien, dat de verschillen binnen 10 cm wel meer dan 100 % kunnen bedragen. De later te noemen bemonsteringsfout voor een monster, dat uit 40 steken bestaat, zal voor deze vierkante meter ongeveer 7 % bedragen.

¹ SCHUFFELEN, A. C., HUDIG, J. en WTTENWAALL, B. W. G., Scheikundige verschillen in de bouwvoor in horizontale richting en op korte afstand. *Landbouwk. Tijdschrift*, 56-57, (1944-1945).

DE BETROUWBAARHEID VAN HET GRONDONDERZOEK

FIG. 5. DE VARIATIE IN K-CIJFER (IN %) BINNEN EEN VIERKANTE METER OP EEN ONBEMESTE ZANDGROND

121	43	100	86	121	57	43	86	100	64
186		178			121	127		107	
	64		86		86		130		79
86		193			130	93		157	
142	86	100	86		100	71	57	64	
86		100			71		57	71	143
	107		171		130	71		157	
57		79			43		64		86
	79		128		157	128		71	
142		200			100		43		64

Behalve met verschillen binnen kleine afstand hebben wij bij het bemonsteren ook met (vaak meer systematische) verschillen op grotere afstand te maken. Dat deze verschillen bestaan, komt duidelijk in een niet gepubliceerd onderzoek van VAN DER PAAUW naar voren. Een zandgraslandperceel (15 × 10 m) werd intensief bemonsterd door om de 50 cm een steek (diameter 11 cm) te nemen; deze steken werden afzonderlijk onderzocht. De resultaten van enkele bepalingen zijn in figuur 6 tegen de ligging in het veld uitgezet. De systematische gang is door een lijn aangegeven. Beschouwen wij de spreiding om de lijn als veroorzaakt door bovengenoemde verschillen op zeer kleine afstand (en natuurlijk door de bepaling zelf), dan volgt hieruit, dat op enkele meters afstand zeer grote verschillen in niveau aanwezig zijn; bij kali b.v. op 4 meter (plek 4 en 12) verschillen van ongeveer 30 eenheden!

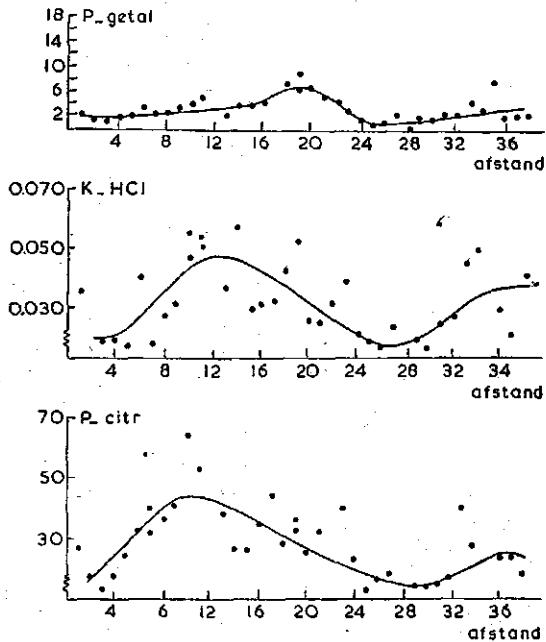


FIG. 6. SYSTEMATISCHE VERANDERINGEN VAN P-GETAL, K-HCL EN P-CITR BINNEN EEN PERCEEL GRASLAND OP ZAND. DE EENHEID VAN AFSTAND IS EEN HALVE METER

Recente, nog niet gepubliceerde onderzoeken van VAN DER PAAUW, hebben aangetoond, dat ook op grote afstanden het niveau aan systematische veranderingen onderhevig is.

De bemonstering betreft niet een oppervlakte, maar een inhoud, zodat ook met een ongelijkmatigheid in verticale richting rekening moet worden gehouden. Het gehalte van de grond aan een voedingsstof kan naar diepere lagen sterk veranderen. Als voorbeeld geven wij in tabel 1 het resultaat van een onderzoek van HETTERSCHIJ¹, waarin een graslandperceel laagsgewijs bemonsterd werd.

TABEL 1. Humusgehalte, pH, P-getal en P-citr in verschillende lagen (zandgrasland)

Laag (cm)	Humus	pH	P-getal	P-citr
0-1	16	6,2	25	112
1-2	16	6,3	25	129
2-3	16	6,4	22	128
3-4	16	6,5	19	138
4-5	14	6,5	14	135
5-6	13	6,4	10	121
6-8	13	6,0	6	94
8-10	12	6,1	3	50

Het is duidelijk, dat het voor de uitkomst van een analyse groot verschil maakt of men tot 5 cm, of tot 10 cm diepte heeft bemonsterd. De instructies voor een juiste bemonstering moeten daarom met deze verschillen zoveel mogelijk rekening houden.

4. HET DOEL EN DE GEVOLGEN VAN DE BEMONSTERING

Het is natuurlijk onmogelijk om de gehele bouwvoor te analyseren. De gebruikelijke werkwijze bij deze problemen is dan de analyse te verrichten in een klein monster van ongeveer 1 kg, dat zo goed mogelijk representatief voor het gehele perceel is (ter vergelijking: 1 ha bouwvoor weegt ongeveer 3 miljoen kg). Men loopt echter steeds een kans een monster te krijgen dat van de gemiddelde toestand, waarin het perceel verkeert, afwijkt; het perceel kan immers zo ongelijkmatig zijn.

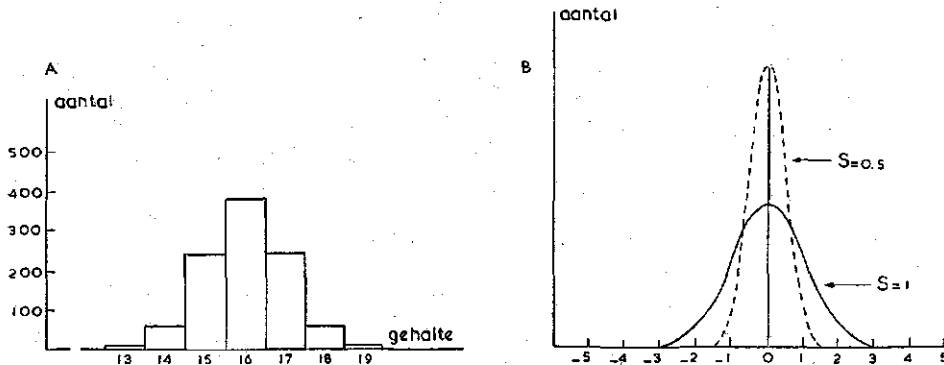
Wij beginnen te veronderstellen, dat de bouwvoor of bovenste laag uit een groot aantal kolommetjes grond is samengesteld. De doorsnee is gelijk aan die van de gebruikelijke grondboor. Deze boorstukjes worden alle afzonderlijk onderzocht. In verband met de in paragraaf 3 besproken ongelijkmatigheid, zullen de bepalingen zeer uiteenlopende resultaten te zien geven (wij veronderstellen even dat de analyse foutloos geschiedt). De ervaring is nu, dat de meeste kolommetjes b.v. een kaligehalte hebben, dat in de buurt van een bepaalde (gemiddelde) waarde ligt. Hoe meer deze gehalten van de gemiddelde waarde afwijken, des te kleiner is het aantal monsters met deze waarde. Voor een bepaald (fictief) geval is dit in figuur 7 aangegeven. Hierin geeft de horizontale as de waarde van de betrokken factor weer, op de verticale as staan de aantallen (eventueel in procenten) aangegeven. (Dit type verdeling zal wel het meest voorkomende zijn.)

Het zal verder duidelijk zijn, dat een gelijkmatige grond een kleine, een ongelijk-

¹ HETTERSCHIJ, C. W. G., Die Verteilung der Phosphorsäure im Boden. *Die Phosphorsäure*, Heft 3/4 (1935).

DE BETROUWBAARHEID VAN HET GRONDONDERZOEK

FIG. 7. A. DE VERDELING VAN DE ANALYSERESULTATEN, WANNEER ELKE STEEK AFZONDERLIJK ONDERZOEKT IS.
 B. DE THEORETISCHE VERDELING VAN DE ANALYSERESULTATEN, WANNEER NIET HET GEHALTE, MAAR DE STANDAARDAFWIJKING ALS MAAT GENOMEN IS. DE STANDAARDAFWIJKING DAALT TOT 0,5 WANNEER NIET DE ENKELE STEEK MAAR EEN MONSTER, BESTAANDE UIT VIER STEKEN, ONDERZOEKT WORDT.



matige een grote spreiding in uitkomsten zal geven. Men kan hieruit de conclusie trekken, dat de totale spreidingsbreedte een maat is voor de ongelijkmatigheid van de grond. De z.g. standaardafwijking s drukt deze op objectieve wijze uit. Tezamen met de gemiddelde waarde van alle bepalingen legt deze het beeld in figuur 7 vast. Hoe groter de spreiding des te groter de standaardafwijking. De standaardafwijking (die berekend wordt als de wortel uit de som van kwadraten van de individuele afwijkingen tot het gemiddelde, gedeeld door het aantal gegevens minus 1) heeft als eigenschap, dat 68 procent van de gevallen in het traject van minus 1 maal tot plus 1 maal de standaardafwijking ligt. Dit betekent, dat gemiddeld twee van de drie bepalingen minder dan 1 maal de standaardafwijking van het gemiddelde afwijken. Men kan verder verwachten, dat van de 20 willekeurig genomen monsters slechts 1 meer dan 2 maal de standaardafwijking van het gemiddelde afwijkt.

De gemiddelden, berekend uit series van deze bepalingen, zullen ook een zekere spreiding te zien geven. De kans echter, dat juist alle bepalingen in een serie een lage of een hoge waarde t.o.v. het gemiddelde hebben, is natuurlijk klein. Hieruit volgt, dat de spreiding in de gemiddelden ook kleiner is dan de spreiding van de individuele bepalingen. De standaardafwijkingen van het gemiddelde bedraagt maar het \sqrt{n} -gedeelte van de standaardafwijking van de afzonderlijke bepalingen; n is het aantal gegevens, waaruit het gemiddelde berekend is. Figuur 8 geeft de daling van de standaardafwijkingen weer onder invloed van een vergroting van het aantal steken. Een en ander stemt overeen met ons gevoel, dat een resultaat, berekend uit meer gegevens, betrouwbaarder is dan het resultaat van een enkele bepaling. De standaardafwijking van het gemiddelde is weer aan dezelfde wetten onderhevig als die van afzonderlijke bepalingen. D.w.z. 68 procent van de gemiddelden, berekend uit series van onafhankelijke bepalingen, valt weer in het gebied van minus 1 maal tot plus 1 maal de standaardafwijking van het gemiddelde enz.

Het bovenstaande gaat alleen op, als aan bepaalde eisen voldaan wordt. Een van de voorwaarden is, dat elk plekje grond een gelijke kans heeft in het onderzoek betrokken te worden. Dit wil zeggen, dat de bemonstering geheel volgens toeval moet plaats vinden. De instructie voor de bemonstering is zo goed mogelijk aan deze eis aangepast. Een andere belangrijke eis is, dat men twee duidelijk van elkaar afwijkende

perceelsgedeelten niet in een bemonstering mag betrekken; een monster van een arme en een rijke plek geeft de toestand van de arme noch van de rijke plek goed weer. *In de praktijk wordt dikwijls tegen deze laatste voorwaarde gezondigd!*

Wij zullen in het volgende de standaardafwijking onder invloed van de ongelijkmatigheid van de grond als bemonsteringsfout aanduiden. Een klein gedeelte hiervan wordt dan wel door de analyse veroorzaakt, maar voor het gemak spreken wij alleen van de bemonsteringsfout.

5. De grootte van de bemonsteringsfout

De vraag is nu, met welke bemonsteringsfouten men in de praktijk rekening heeft te houden. Uit de feiten dat onze percelen nogal in gelijkmatigheid verschillen en de mate van ongelijkmatigheid op het oog slecht te beoordelen is, volgt, dat men in het ideale geval bij elk onderzocht perceel ook de bemonsteringsfout zou moeten opgeven. De consequentie is dan, dat van elk perceel een aantal steken afzonderlijk geanalyseerd zou moeten worden.

Het is duidelijk, dat deze werkwijze om praktische en financiële redenen niet te verzevenlijken is. De praktijk is dan ook, dat alleen een mengmonster van elk te onderzoeken perceel genomen wordt. Het beste zou zijn om zoveel mogelijk steken te nemen,

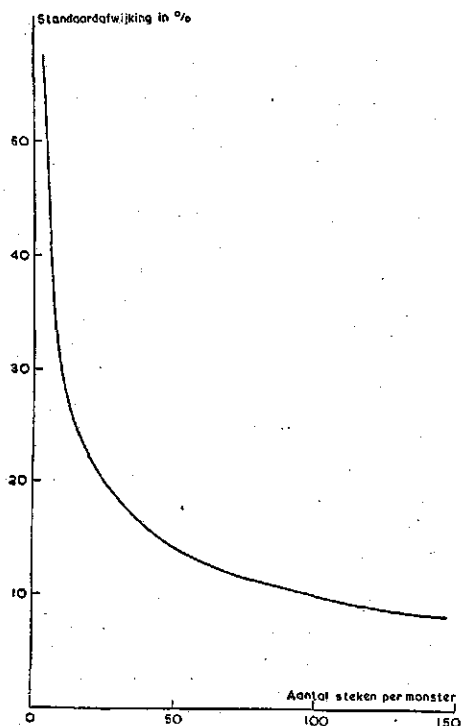


FIG. 8. DE STANDAARDAFWIJKING VAN EEN MONSTER NEEMT AF MET DE GROOTTE VAN HET AANTAL STEKEN, WAARUIT HET MONSTER IS SAMENGESTELD. DE FOUT IS AANGEGEVEN IN PROCENTEN VAN DE FOUT VAN DE ENKELE STEEK.

omdat dan de bemonsteringsfout klein wordt. De praktische uitvoering stelt echter haar grenzen, de instructie geeft daarom 40 steken aan. Uit fig. 8 blijkt, dat in dat geval de fout met ongeveer 84% gedaald is. Men mag aannemen, dat de standaardafwijking van de bemonstering bij het gebruiken van een mengmonster ongeveer dezelfde is als de standaardafwijking van de bemonstering bij afzonderlijk onderzoek van de steken. In het laatste geval wordt alleen de analysefout zeer klein. De betrouwbaarheid van het uiteindelijke resultaat wordt hierbij echter zo weinig vergroot, dat het zeker verantwoord is (gezien de extra kosten) om de analyse in het mengmonster te verrichten. De analysefout is immers naar verhouding van geringe betekenis, verkleining van deze fout geeft dus weinig winst aan nauwkeurigheid.

Het gevolg is verder, dat de betrouwbaarheid niet voor elk perceel afzonderlijk is aan te geven en dat men zich behelpen moet met een indruk van de gemiddelde betrouwbaarheid. Men kan hierbij hopen, dat men voor de verschillende percelen al naar de grootte, grondsoort, enz. een differentiatie kan opgeven.

DE BETROUWBAARHEID VAN HET GRONDONDERZOEK

Door het Landbouwproefstation en het Bedrijfslaboratorium is een onderzoek uitgevoerd naar de betrouwbaarheid van de bemonstering, waarbij ca 1000 percelen over heel Nederland verspreid, betrokken zijn. Elk perceel werd in duplo bemonsterd. De monsters, elk uit 30 (bouwland) of 40 (grasland) steken bestaande, zijn door de assistenten van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst genomen. Zij zijn afkomstig van verschillende grondsoorten.

Het doel van het onderzoek was een antwoord op de volgende vragen te vinden. Hoe groot is de gemiddelde bemonsteringsfout voor de verschillende bepalingen? Speelt hierbij het gebruik van de grond (bouwland, grasland) een rol? Is een groter perceel ongelijkmatiger dan een klein? Heeft de grondsoort zelf invloed?

Een van de meest opvallende resultaten van dit onderzoek is het feit, dat de grootte van het perceel gemiddeld niet van betekenis is voor de grootte van de bemonsteringsfout. De conclusie geldt alleen voor percelen met een oppervlakte, die loopt van ongeveer 0,30 tot 2,50 ha. Deze conclusie werd onlangs door een klein onderzoek op graslandpercelen van 1 are groot bevestigd; de hierbij gevonden bemonsteringsfouten waren van dezelfde orde van grootte. Deze vondst is voor het praktijkonderzoek van grote betekenis.

TABEL 2. Gemiddelde bemonsteringsfouten (in %) op gras- en bouwland bij resp. 40 en 30 steken (de cursieve getallen hebben betrekking op een aantal kleiner dan 20 monsters)

	Absoluut	in %						
	pH	K-geh.	K-get.	P-citr	MgO	Humus 1st.	Humus glv.	% slib
Grl+Bwl	0,09	12	13	11	8	6	5	4
Grasland	0,09	11	14	11	7	--	4	3
Bouwland	0,10	8	11	10	12	6	6	4
Grasland								
Dil. zandgrond	0,09	15	13	9	11	--	8	9
Jonge zeeklei	0,08	8	--	7	5	--	3	3
Oude zeeklei	0,07	8	--	9	6	--	4	3
Rivierklei	0,11	11	--	19	4	--	4	2
Dalgronden	--	--	--	--	--	--	--	--
Veengronden	0,07	12	32	13	7	--	3	5
Lössgronden	0,11	9	--	17	26	--	4	6
Bouwland								
Dil. zandgrond	0,09	5	10	4	9	--	5	--
Jonge zeeklei	0,07	7	--	9	7	7	--	4
Oude zeeklei	0,07	7	--	9	15	6	7	5
Rivierklei	0,13	7	--	15	9	5	3	3
Dalgronden	0,07	2	12	6	7	--	6	--
Veengronden	0,22	15	13	26	8	--	5	5
Lössgronden	0,13	10	--	6	8	7	--	3

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de verkregen resultaten. De bemonsteringsfout is uitgedrukt in procenten van het gemiddelde niveau van de onderzochte factor; alleen de bemonsteringsfout voor de pH is in absolute cijfers gegeven. De fouten zijn in verschillende groepen gerangschikt.

Alvorens tot een bespreking van de gegevens uit deze tabel over te gaan, moet er

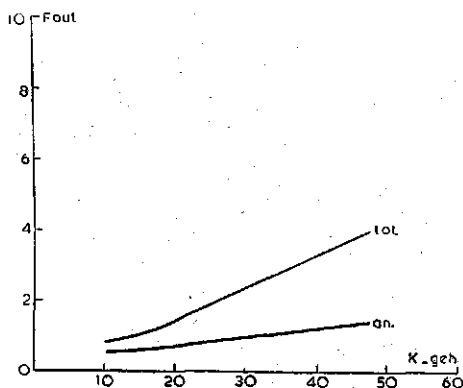


FIG. 9. DE GROOTTE VAN DE (TOTALE) FOUT IS VAN DE WAARDE VAN DE ONDERZOCHE FACTOR AFHANKELIJK. ALS VOORBEELD WORDT HET KALIGEHALTE OP BOUWLAND GEGEVEN; EEN HOOG GEHALTE BRENGT EEN GROTE GEMIDDELDE FOUT MET ZICH.

eerst nog op gewezen worden, dat de bemonsteringsfout over het algemeen met oplopende waarden van de factor toeneemt. Bij lage waarden wordt een minimum bereikt, zodat in dit traject de fout in procenten groter is dan de opgegeven waarde. Het algemene beeld wordt in figuur 9 weergegeven, waarin de bovenste lijn het verband tussen de grootte van bemonsteringsfout en het kaligehalte weergeeft. De figuur geeft dus aan, dat men op bouwland bij een kaligehalte van 30 gemiddeld met een bemonsteringsfout van bijna 2,5 eenheid rekening moet houden.

Wij wijzen er verder op, dat de in tabel 2 opgegeven cijfers gemiddelde waarden zijn; er zijn percelen, die gelijkmatiger en ongelijkmatiger zijn. Met deze verschillen is zonder een onderzoek per perceel geen rekening te houden.

De laagste lijn geeft het aandeel van de analysefout aan. De grootte van de analysefout bedraagt gemiddeld ongeveer 5% van de gemiddelde waarde. Een juiste vergelijking van de grootte van de analysefout en die van de bemonsteringsfout is pas mogelijk wanneer beide in het kwadraat verheven worden.

Het blijkt allereerst uit tabel 2, dat de bemonsteringsfout op grasland met 40 steken gemiddeld even groot is als die op bouwland met 30 steken. Het gemiddelde gehalte ligt echter op grasland hoger.

Er is verder een scheiding te maken tussen de fouten van de fosfaat-, kali- en magnesiumbepalingen en die van de humus- en slibbepaling. De laatste hebben een fout, die in de buurt van de 5% ligt, de fouten van de andere liggen ongeveer 2 maal zo hoog en bedragen ca 10%. Zoals wij in paragraaf 4 gezien hebben, wil dit dus zeggen, dat één van de drie bemonsteringen op een perceel met een gehalte van 50 een uitkomst zal geven kleiner dan 45 of groter dan 55. Een enkele maal kan men zelfs een zeer grote afwijking verwachten.

Men schrikt van de grote verschillen, die men soms vindt als een perceel meermalen, al of niet met een tijdsruimte ertussen, bemonsterd en onderzocht wordt. Deze verschillen kunnen dus voor een groot gedeelte op het feit berusten, dat onze percelen ongelijkmatig zijn. *Het is echter gebleken, dat de monsternemer vaak meer invloed heeft dan de heterogeniteit van de grond!*

Tabel 2 laat verder zien, dat de verschillen tussen de verschillende grondsoorten meestal gering zijn. Men krijgt de indruk, dat de löss- en rivierkleigronden in enkele opzichten minder gelijkmatig dan de andere grondsoorten zijn. De gegevens over veengronden zijn door het kleine aantal minder betrouwbaar.

6. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Wanneer wij rekening houden met hetgeen hier medegedeeld is, dan kunnen de volgende punten gesteld worden:

- a. De gegevens van het grondonderzoek hebben een betrekkelijke waarde, o.a. omdat het analyseresultaat een schatting is van de toestand waarin het perceel verkeert. De mate van betrouwbaarheid hangt nauw samen met de grootte van de analysefout en van de bemonsteringsfout. Het resultaat geeft verder alleen de toestand op een bepaald moment weer.
- b. De analysefout van het Bedrijfslaboratorium is over het algemeen klein en speelt vergeleken met andere fouten (in de ruimste betekenis van het woord) geen grote rol.
- c. De percelen zijn in verschillende opzichten ongelijkmatig. Men staat voor het feit, dat van een perceel slechts 1 monster genomen kan worden dat representatief voor het gehele perceel moet zijn. De standaardafwijking onder invloed van analyse en bemonstering (de z.g. totale fout) bedraagt gemiddeld 10 % voor de fosfaat-, kalium- en magnesiumbepaling, 5 % voor de humus- en slibbepaling. De standaardafwijking van de pH-bepaling is ongeveer 0,1 eenheid. Tussen grasland en bouwland en tussen de verschillende grondsoorten is weinig verschil.
- d. In verband met de grote betekenis van de bemonsteringsfout voor de betrouwbaarheid van het grondonderzoek zal de uiterste zorg moeten worden besteed aan de bemonstering; de bemonstering moet aan de gestelde eisen voldoen.
- e. Wil men de resultaten van 2 of meer bemonsteringen van hetzelfde perceel vergelijken, als er tussen deze bemonsteringen een zekere tijd verlopen is, dan moet men met min of meer grote veranderingen in de toestand onder invloed van klimaat, bedrijfsvoering enz. rekening houden.
- f. Ondanks alle maatregelen blijft men met een zekere onbetrouwbaarheid zitten. De voorlichter zal daarom de cijfers van het grondonderzoek niet al te absoluut moeten zien.
- g. Door de betrekkelijke waarde van het grondonderzoek krijgt het advies om om de 5 jaren grondonderzoek op een perceel te laten verrichten een zwaardere betekenis. Hoe langer een perceel in onderzoek is, des te groter worden de betekenis en de waarde van het grondonderzoek. Men leert hierdoor tevens de betrouwbaarheid van het grondonderzoek op het betreffende perceel kennen.

Groningen
Oosterbeek Juni 1955