

blz. 4.

14336 PP

BIBLIOTHEEK  
INSTITUUT VOOR  
BODEMVRUCHTBAARHEID  
GRONINGEN

Korte mededeeling van het Rijkslandbouw-  
proefstation te Groningen, No. 16.

SEPARAAT  
No. 14540

631.423  
631.416.2

631.411.1  
631.411.4  
631.445.1

## Fosforzuurbepaling bij zand- en veen- gronden

door

Prof. Dr. O. DE VRIES.

In 1930 werd de bepaling van het fosforzuurge-  
tal in zand- en veengronden bij het Bedrijfslabo-  
ratorium ingevoerd; sindsdien werden bij praktijk-  
monsters ruim vierduizend en bij monsters van  
fosfaatproefvelden ca. zesduizend van deze bepa-  
lingen verricht. De fosforzuurhuishouding in den  
grond is om verschillende redenen veel gecomplic-  
eerder dan b.v. de kalk- of de kalihuishouding,  
en ondanks het vele en goede werk dat er hier  
te lande en in het buitenland verricht is zijn er nog  
een aantal belangrijke punten waarop onze kennis  
onvoldoende is. Op sommige punten is er de laat-  
ste jaren meer licht gekomen; in een uitvoeriger  
mededeeling hopen wij de ons ter beschikking  
staande gegevens samen te vatten, hier geven wij  
voor belangstellenden een voorloopig overzicht.  
Juist in deze tijden zijn alle hulpmiddelen om het  
landbouwbedrijf zoo rationeel en zuinig mogelijk  
te voeren, van het grootste belang; van de aan-  
wijzingen, die grondonderzoek kan geven, zal men  
thans zoo mogelijk nog meer moeten trachten te  
profiteeren dan in tijden dat het er wat minder  
nauw op aan komt, en met de kennis, die het  
grondonderzoek ons brengen kan, zal men zoo  
veel mogelijk zijn nut moeten doen om rationeële  
besparingen door te voeren en averechtsche be-  
zuinigingen te vermijden.

Bij de bespreking van de beteekenis van fos-  
forzuurbepalingen in den grond herinneren wij er  
even aan dat het er bij het grondonderzoek voor  
bestedingsadviezen niet om gaat het totaal gehal-  
te aan een voedend bestanddeel te bepalen, maar  
het gedeelte dat voor de plant beschikbaar is. Men  
moet er verder mee rekenen dat de plant in ver-  
schillende perioden van zijn groei niet evenveel  
noodig heeft; van het fosforzuur loopt dat globaal  
in kg per ha als volgt uiteen.

Maand	Mei		Juni		Juli		Aug.		Sept.		Oct.		Totaal kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	1e	2e	1e	2e	1e	2e	1e	2e	1e	2e	1e	2e	
graan (40 q korrel en 60 q stroo per ha)	1	6	9	9	5	5	5	5	—	—	—	—	45
aardappelen (con- sumptie; 200 q knol per ha)	tot 1	Juni 1 1/2	4	4	6	6	5	4	—	—	—	—	32 1/2
sukkebieten (400 q biet en 250 q loof per ha)			tot 1	Juli 2	9	9	12	10	8	7	7	5	60

Men ziet dat er in sommige perioden bijna dubbel zooveel uit den grond opgenomen moet worden dan in andere. Daarbij komt dat het wortelstelsel in het begin van de groeiperiode natuurlijk nog minder ontwikkeld is, en de plant dus in die periode de voedingsstoffen uit een minder groot bodemareaal moet putten dan later. Het is dan ook bekend dat men in een jong stadium bij de gewassen soms gebrekverschijnselen waarneemt, die later weer verdwijnen; men zegt dan „de plant groeit er doorheen”. Soms is er geen blijvende schade en krijgt men een volten oogst, soms geeft ondervoeding in een jong stadium een groeistagnatie die zich in den oogst voelbaar maakt. Over het algemeen is het streven om het gewas zoodanig van voedingsstoffen te voorzien dat het in alle perioden van zijn groei daarvan ruimschoots beschikbaar vindt.

Het fosforzuur wordt in den grond o.a. gebonden door kalk en ijzer; eenmaal vastgelegd, verplaatst het zich bijna niet meer. Het is bekend dat in drainwater bijna geen fosfaat verloren gaat en dat men bij lysimeterproeven in het door den grond gezakte water bijna geen fosfaat aantreft. Daarmee hangt ook samen dat op grasland het fosforzuur dat er door fosfaatbemestingen opgebracht is, in de bovenste lagen blijft zitten; bij het fosfaatproefveld op venig grasland bij A. Schilder te Stolpen (NH 49), werden op een veldje dat tijdens de proef geen fosfaat ontving en waar de verschillen dus aan vroegere fosfaatbemestingen toe te schrijven waren, de volgende cijfers gevonden:

Laag	P-getal	P-citr.	Humus	pH
0-2 cm	29	140	17	6.5
2-4	16	141	15	6.3
4-6	11	94	14	6.1
6-8	5½	49	12	6.0
8-10	3½	36	9	5.9

De grond was dus door jarenlange geregelde bemesting met fosfaat zeer ruim voorzien met in citroenzuur oplosbaar fosforzuur; maar op eenige cm diepte begint dit merkbaar te dalen. Het in water oplosbare fosforzuur (P-getal) is in de bovenste lagen ook hoog en daalt sterk beneden 6 cm.

Bepaling van het totaal fosfaat, b.v. volgens de methode Lemmermann met koningswater, dat het fosforzuur uit algiersfosfaat (tricalciumfosfaat) en andere moeilijk oplosbare fosfaten oplost en uit fosfaathoudende mineralen ook nog fosforzuur in oplossing brengt, heeft voor bemestingsadviezen

niet veel waarde, in dat cijfer is ook begrepen fosforzuur dat voor de planten niet of zeer moeilijk beschikbaar is. Men ging er dan ook al jaren geleden toe over om het fosforzuur te bepalen dat in een minder sterk zuur, namelijk 1 % of 2 % citroenzuur, oplost. Dit gaf een beter inzicht, maar bleek ook nog niet bevredigend. In later jaren greep men daarom weer meer naar oplosmiddelen die alleen het altermakkelijkst oplosbare fosforzuur aangeven, zooals water of koolzuurhoudend water, welk laatste het bodemvocht het meest nabij komt. Men kon dit makkelijker doen toen men de zeer kleine hoeveelheden fosfaat, die in een waterig grondextract oplossen, met de molybdeenblauwmethode voldoende nauwkeurig had leeren bepalen. Het Bedrijfslaboratorium gebruikt bij de bepaling van het fosforzuurgetal koolzuurhoudend water bij 50° C. Bij een zoo mild oplosmiddel gaan, zooals gezegd, maar heel kleine hoeveelheden fosforzuur in oplossing; behandelt men hetzelfde monster grond voor een tweede en een derde maal met koolzuurhoudend water, dan lost er telkens weer wat fosforzuur op. Zoo vonden wij b.v. de volgende hoeveelheden, waarvan de eerste extractie dus het P-getal aangeeft.

extractie	1e	2e	3e	4e	5e	6e	7e
dalgrond	16	15 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	5	4	3
dalgrond	4	4	3	2 $\frac{1}{2}$	2	2	2
zandgrond	9 $\frac{1}{2}$	5	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2	2	1
zandgrond	2	2	2	1	1	1	1

Het P-getal geeft dus niet aan, hoeveel makkelijk oplosbaar fosforzuur er in den grond zit, maar alleen of de omstandigheden — de vorm waarin het fosforzuur in den grond aanwezig is, en de al of niet aanwezigheid van andere stoffen die de oplosbaarheid van het fosforzuur bevorderen, dan wel het fosforzuur vastleggen — zoo zijn dat er meer of minder in de bodemoplossing aanwezig kan wezen.

Het P-getal is dus een maat voor de oplosbaarheid van het fosforzuur in den grond; de voorraad (aanwezig fosfaat, toegediende fosfaatmest, ont-trekking door de plant) wordt er niet door aangegeven. Men heeft juist aan deze bepaling van de mate, waarin het fosforzuur in het bodemvocht kan oplossen, groote beteekenis gehecht omdat, vooral in perioden dat de plant veel fosforzuur moet opnemen, deze niet veel heeft aan voorraden die niet of niet snel genoeg beschikbaar zijn en zich pas ruim en makkelijk van fosforzuur kan voorzien als de voorraad in het bodemvocht voldoende is en zich voldoende snel weer aanvult.

De ervaring heeft nu geleerd dat men goed doet bij de beoordeeling van het P-getal onderscheid te maken tusschen de dalgronden en de zandgronden. Bij de dalgronden zit er een tamelijk regelmatige gang in het P-getal, terwijl bij de zandgronden de cijfers dikwijls beïnvloed worden door wat men vastleggingsverschijnselen noemt.

Als voorbeeld van wat men bij dalgrond vindt geven wij hier de cijfers voor een fosfaatproefveld op nieuwen dalgrond van de Proefboerderij te Emmercompasuum (Pr 87), waar opklimmende hoeveelheden fosfaat (eerste jaar super, daarna slak) gegeven werden op een pas ontgonnen perceel.

(Zie tabel op pagina 6.)

Men ziet dat het P-getal bij toenemende hoeveelheid fosfaat vrij regelmatig stijgt en bij de grotere fosfaatgiften ook in opvolgende jaren vrij regelmatig toeneemt. Op dezen grond neemt het P-getal dus parallel met de gegeven fosfaatbemesting toe; het P-citr. cijfer doet dit ook en geeft de grotere hoeveelheden fosfaat aan, die in citroenzuur oplosbaar zijn. Volledige gegevens van dit en andere proefvelden worden te zijner tijd in de uitvoerige mededeeling vermeld. De rogge-oogst in 1932 nam toe tot de veldjes, die jaarlijks 50 kg  $P_2O_5$  kregen en een P-getal 3.5 vertoonden; grotere fosfaatgiften gaven geen meeropbrengst. De aardappels gaven meer bij klimmende fosfaat-hoeveelheid; of de meeropbrengst op de veldjes, die 150 en 200 kg  $P_2O_5$  ontvingen, reëel is en of dus een P-getal 10—12, of misschien nog hooger, gewenscht zou zijn, moet een voortzetting van de proef leeren.

Op het Oude Bemestingsproefveld van A. G. Mulder te Sappemeer (Pr. 8 en 9) hebben de veldjes, die sinds ruim vijftig jaar geen fosfaat ontvingen en waar duidelijk fosfaatgebrek heerscht, P-getallen van 3—6 en P-citr. cijfers van 14—17, terwijl de met fosfaat bemeste veldjes 14—22 resp. 40—70 geven. Hier vindt men dus duidelijk fosfaatgebrek bij een P-getal van ca. 5 en een P-citr. van 17 of minder.

Het Algemeen Bemestingsproefveld op de Proefboerderij te Borgercompagnie, aangelegd in 1918, gaf:

	P-getal	P-citr.
geen fosfaat	4—5	ca. 22
wel fosfaat	12—18	ca. 53

Ook hier is duidelijk fosfaatgebrek op de veldjes die sinds den aanleg van de proef geen fosfaat ontvingen, dus bij een P-getal 5 en een P-citr. van ca. 22.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	geen	25	50	75	100	150	200
P-getal herfst 1930	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1.7	2.4	2.6	3.2	4.6	5.3
" Sept. 1931	2.3	2.5	3.6	4.9	5.9	8.8	11.7
" Aug. 1932	1.4	3.2	3.5	4.8	7.7	10.0	11.7
P-citr. herfst 1930	12	15	15	16	16	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	17
" Sept. 1931	8	16	12	12	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	24	24
" Aug. 1932	7	14	10	14	20	23	28
P-totaal Aug. 1932	19	25	22	29	33	38	43
aardapp. 1930, 100 = 304 g/ha	100	124	124	135	139	146	147
aardapp. 1931, 100 = 297 g/ha	100	118	126	124	127	129	133
roggeoogst 1932, 100 = 95 g/ha	100	105	108	107	109	107	108

Het fosforzuur-hoeveelheidsproefveld op perceel 6 te Emmercompascuum gaf de volgende cijfers:

	P-getal	P-citr.	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in haver- korrel	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in stroo + kaf
Geen fosfaat	2	5	0.46	0.12
Aanvullings-hoe- veelheid	6	14	1.01	0.29
Praktijk-hoe- veelheid	10	32	1.06	0.54

Zooals bekend bleek de Aanvullings-hoeveelheid (hoeveelheid P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> die, berekend volgens de cijfers in Starings almanak, door den vorigen oogst onttrokken werd, verhoogd met 15 %) op dit proefveld niet voldoende om volle oogsten te krijgen en ligt de grens voor het P-getal dus tusschen 6 en 10, voor het P-citr. cijfer tusschen 14 en 32.

Het fosfaatproefveld op perceel 4 te Borgercompagnie geeft op de veldjes zonder fosfaat een P-getal van 7 en een P-citr. van 31; bij bemestingen met 40 tot 100 kg. super stijgt dit tot 14 resp. 49, terwijl 5 tot ruim 10 % opbrengstvermeerdering verkregen wordt.

Op de fosforzuurproefvelden De Krim (OO 63) en J. Hoving te Dedemsvaart (WO 120) blijkt volgens het verslag over 1932 bij een P-getal van 7 resp. 9 fosfaatbemesting nog rendabel te kunnen zijn.

Het aantal fosforzuurproefvelden op dalgrond is nog te klein om een volledig inzicht te krijgen in het verband tusschen grondonderzoek en P-behoefte van het gewas; het zou gewenscht zijn dat nog eenige P-hoeveelheidsproefvelden op dalgrond werden aangelegd. Voorloopig kan men zeggen dat bij P-getallen 4—7 en bij een P-citr. cijfer van 20 à 25 of lager herhaaldelijk een gunstig effect van fosfaatbemesting geconstateerd is; op grond van de beschikbare, nog schaarsche gegevens zal, wie geheel veilig gaan wil, bij P-getallen lager dan 10 op dalgrond de fosfaatbemesting niet mogen weglaten terwijl daar beneden een twijfelgebied ligt waar weglating soms de oogst niet zal schaden, maar in andere wel.

Op sommige zandgronden loopt het met het P-getal heel anders. Van de factoren, die de oplosbaarheid van het fosfaat beheerschen — de zuurgraad, de Ca-, Fe- en Mn-ionen en wellicht andere, die wij nog niet kennen — hebben op zulke gronden degene, die de oplosbaarheid beperken, de overhand; het doet er dan niet toe hoeveel fosfaat aanwezig is, er kan niet meer in oplossing gaan door den beperkenden invloed van

bedoelde stoffen en het P-getal blijft onveranderd, ongeacht de fosfaatbemesting.

De fosfaatproefvelden geven daarvan allerlei voorbeelden, waaruit wij hier niet meer dan een keuze kunnen doen, de bespreking verder overlatende voor de uitvoerige Mededeeling. Eerst eenige gevallen van sterke vastlegging van het fosforzuur.

Bij de eerste proef vindt men de vastlegging wel heel duidelijk; het P-getal blijft nul bij een bemesting tot 800 kg  $P_2O_5$  (ongeveer 2200 kg fvk.) per hectare toe, en stijgt even, tot 2, bij een tweemaal zoo groote bemesting. De grond vertoont duidelijk fosfaatgebrek; bij de grootste bemesting schijnt men echter weer over de maximumopbrengst heen te zijn, waarbij verschillende factoren (in het minimum raken van andere voedingsstoffen; schadelijke werking van nevenbestanddeelen enz.) in het spel kunnen zijn, wat nader onderzocht zou moeten worden.

De tweede proef vertoont ook vastlegging, maar niet in zoo sterke mate: bij 600—900 kg.  $P_2O_5$  per hectare begint er eenige stijging in het P-getal te komen.

Bij de derde proef, een sterk ijzerhoudenden grond van de Proefboerderij te Heino, geeft de hoogste fosfaatgift een merkbare stijging in P-getal.

(Zie tabel op pagina 9).

Andere zandgronden geven niet een P-getal van nul, maar toch lage cijfers, die door voortgezette fosfaatbemesting niet of weinig veranderen. Zoo b.v.

(Zie tabel op pagina 10).

Zoo zijn er een groot aantal gevallen van zandgronden met lage of met iets hogere P-getallen, waarvan wij er slechts enkele als voorbeeld uitkozen. Volledigheidshalve herinneren wij er hier even aan dat op het proefveld Markelo in latere jaren een opbrengstvermeerdering van 6—8 % bij aardappels door de fosfaatbemesting gevonden werd, terwijl Lonneker (gras) in het derde jaar een geringe meeropbrengst, en Heino de eerste twee jaar (haver en aardappelen) geen, het derde jaar (tarwe) een kleine meeropbrengst gaf.

Een interessant geval levert het proefveld Heu-sinkveld te Dinxperlo (NGe 48). Daar was het P-getal bij het begin der proef in 1930 ongeveer 7 bij een pH van 6, een kalktoestand -8 en een humusgehalte van 5 %. Er werden opklimmende hoeveelheden super gegeven; na drie jaar was het P-getal op alle veldjes ongeveer 6, zooals uit de volgende cijfers blijkt:



1. Sectorempoerit II	geen	200	400	800	1600	900
kg/h $P_2O_5$ als tvk	0	0	0	0	2	2 1/2
P-gehal	6	15	22	44	73	51
P-ctfr.	16	94	123	121	110	74
opbrengst haver						98
2. Pr. 113, Hooghalen.	geen	100	2.0	400	600	900
kg/ha $P_2O_5$ als pri-	0	0	0	1/2	1 1/2	2 1/2
mair Ca-fostaat	1 1/2	9	16	23	40	51
P-gehal	18	20	32	39	57	74
P-ctfr.	9	22	36	59	100	98
P-totaal	0.42	—	0.42	—	0.47	0.57
aardapp. knollen	2	—	9	—	31	34
% $P_2O_5$ in droge stof						
$P_2O_5$ kg/ha in knoll.						
3. Heino-vak.	geen	150	600	1800		
kg/ha $P_2O_5$ als tvk	0	0	2	7 1/2		
P-gehal	10	11	20	58		
P-ctfr.						

00 51, Märkelo.					
8 jaar slak naar kg/ha	geen	60	100		
P-getal, October 1928	2	3	3		
P-getal, October 1932	1 1/2	2 1/2	3		
P-citr, October 1932	32	43	53		
00 101A, Lonneker.					
3 jaar slak naar kg/ha	geen	50	100	150	
P-getal, Februari 1932	2	2	2 1/2	2	
P-citr, " "	69	77	81	90	
PO 2, Heino perceel 4.					
3 jaar slak naar kg/ha	geen	50	75	100	150
P-getal, November 1932	3	3	4	4	4
P-citr, November 1932	26	28	32	36	38

Kg super, totaal in drie jaar	geen	geen	1200	2400	3600
P-getal, Maart 1930	7	7	7	7	6 $\frac{1}{2}$
P-getal, December 1932	7	5	5	6	6
P-citr. October 1931	63	60	62	63	65

Het P-getal, dus de oplosbaarheid van het fosforzuur in het bodemvocht, werd derhalve door de deels zeer groote fosfaatbemesting niet beïnvloed en bleef onveranderd ongeveer 6—7. Oogstvermeerdering werd door de fosfaatbemesting niet verkregen. Bij eenig nadenken ziet men, hoe eigenaardig de verhoudingen hier zijn: de fosfaatbemesting wordt „vastgelegd”, want zelfs van 3600 kg super merkt men in het P-getal niets: maar ondanks dit sterk vastleggend vermogen heeft de grond niet een laag P-getal, maar een P-getal van ongeveer 7. Het fosfaat moet dus vastgelegd worden in een vorm die, bij de verhoudingen die in dezen grond heerschen, een P-getal 7 geeft. Wat de juiste verklaring is, weet men nog niet; men zal nader onderzoek en feiten moeten afwachten. Wij haalden dit voorbeeld alleen aan om te laten zien hoe gecompliceerd de verhoudingen bij de fosforzuurhuishouding in zandgrond kunnen zijn.

Zandgronden met middelmatige P-getallen, zooals bovengenoemd proefveld, vindt men er vele; ook komen zandgronden voor met een goed P-getal van 10 en hooger. In zulke gevallen mag men aannemen, dat het fosforzuur niet alleen makkelijk en ruim voor de planten beschikbaar is, maar zich ook makkelijk verplaatst, zoodat een te kort, dat door opname door de wortels ontstaat, door de waterbeweging vlot weer aangevuld wordt. Vooral in de kritieke periode, dat de plant veel fosforzuur moet opnemen, kan dit van veel belang zijn.

Wanneer het P-getal hoog is, dus de oplosbaarheid van het fosfaat in het bodemvocht goed, en verder de voorraad (b.v. bepaald door het P-citr. cijfer) ruim, mag men aannemen dat de plant rijkelijk fosfaat beschikbaar vindt. Inderdaad werd bij zandgrondproefvelden met een P-getal van 10 of hooger geen opbrengstvermeerdering door fosfaatbemesting geconstateerd.

Mag men nu omgekeerd zeggen dat bij een P-getal nul de plant geen fosfaat in den grond beschikbaar vindt? Het is duidelijk dat deze conclusie niet zonder meer getrokken mag worden; bij bovengenoemde proef 3 werd bij een P-getal nul 6—8 kg/ha.  $P_2O_5$  in stroo plus kaf van de haver gevonden, terwijl de korrel (niet geanalyseerd) daarvan ook nog minstens 25 kg. zal hebben bevat. Zoo is het ook in andere gevallen; bij lage

P-getallen; groeit er dikwijls een normaal gewas, dat ook de normale hoeveelheid fosfaat bevat. Hoe kan dat te verklaren zijn? Daarvoor moet men twee dingen bedenken.

In de eerste plaats wordt bij de bepaling van het P-getal de grond 24 uur met het koolzuurhoudend water in aanraking gelaten. Wanneer er nu plaatselijk in den grond mestkorrels lagen, kan het fosforzuur hieruit tijdens de extractie door den grond worden vastgelegd, terwijl dit in den grond zelf door plaatselijke ophooping van meststof niet het geval geweest was. Dat deze mogelijkheid bestaat, kan men gemakkelijk aantonen: wanneer men drogen grond met droog fosfaat mengt, en dit droge mengsel (waarin dus nog geen vastlegging kan hebben plaats gehad) met koolzuurhoudend water op de gewone wijze behandelt, vindt men in bepaalde gevallen een laag P-getal en niet het cijfer dat met het oplosbare fosfaat, dat men toevoegde, overeenkomt. De vastlegging heeft dus tijdens de analyse plaats gehad. In het algemeen heeft het schudden van den grond met water voor de analyse een homogeniseerenden invloed: verschillen, die in den grond voorkomen (bovenste laag waarin de fosfaatmest zit en onderste laag zonder versche fosfaatmest; plekken waar klonters fosfaat neergekomen zijn enz.), worden tijdens de analyse weggenivelleerd en plaatsen in den grond, die met fosfaat verzadigd waren en een zeker P-getal vertoonden, kunnen weggedoeld worden doordat dit fosfaat door grond van andere plekken vastgelegd wordt. De plant zal echter met haar wortels de plaatsen, waar de fosfaattoestand gunstig is, opzoeken resp. een wortel, die zoo'n plek toevallig tegenkomt in een fosfaatarmen grond, zal zich daar rijk vertakken, zooals uit het wortelonderzoek van den heer Goedewaagen <sup>1)</sup> blijkt. Er kunnen dus gevallen zijn dat de toestand in den grond aanmerkelijk gunstiger is dan een zeer laag P-getal zou doen vermoeden.

In de tweede plaats mag men aannemen dat in de microsfeer rondom de fijnste worteltjes de samenstelling van het bodemvocht zeer plaatselijk veranderd is, doordat de worteltjes niet alleen koolzuur afscheiden — wat men in de door het Bedrijfslaboratorium gebruikte bepaling door de extractie met koolzuurhoudend water heeft trachten na te bootsen — maar ook Ca, K en andere ionen opnemen waarvoor dan H-ionen in de plaats

<sup>1)</sup> Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations 1932, blz. 179, en een mededeeling die ter perse is.

treden; de grond wordt rondom de fijnste worteltjes zuurder (wat ook inderdaad op verschillende wijzen aangetoond is), en er kan rondom die worteltjes fosfaat in oplossing gaan, meer dan het P-getal aangeeft. De bekende invloed van diverse stikstofmeststoffen op de fosfaatvoeding — sommige maken moeilijk oplosbare fosfaten voor de plant beschikbaar — wordt ook op die wijze verklaard.

Het is dan ook door verschillende onderzoekers aangetoond dat het in water praktisch onoplosbare ijzerfosfaat, en de weinig oplosbare tri- en dicalciumfosfaten voor de plant volstrekt niet geheel ontoegankelijk zijn, vooral niet als zij vlokig of als zachte partikeltjes aanwezig zijn.

Bij gronden met laag P-getal geeft dit cijfer dus geen uitsluitsel omtrent den totalen voorraad fosfaat. Het kan in sommige gevallen (b.v. bij nieuw- en ontgonnen dalgrond of op nieuwen heidegrond) wezen dat een laag P-getal een geringe voorraad aanwijst; bij de meeste gronden leert een laag P-getal alleen dat het aanwezige fosfaat betrekkelijk moeilijk ter beschikking komt, zoodat nagegaan moet worden of de fosfaatvoeding der gewassen wellicht gebrekkig is. Verricht men in zoo'n grond een P-citr. bepaling, dan leert men den in dat zuur oplosbaren voorraad kennen en weet dus dat de oorzaak van het lage P-getal was de geringe oplosbaarheid van deze voorraad in water.

Nu zeggen sommigen; als het P-getal laag is en de oplosbaarheid in het bodemvocht dus gering, moet men in ieder geval met fosfaat bemesten, zowel om te trachten den grond zoo met fosfaat te verzadigen dat er geen vastlegging meer plaats heeft, als om versch fosfaat in den grond te brengen waarvan het gewas kan profiteeren voordat dit door den grond is vastgelegd. Dus in de lijn van P. Wagner's bekende advies, gemoderniseerd naar nieuwere gezichtspunten. In tijden dat er voldoende geld was en het fosfaat goedkoop, kon niemand tegen dat standpunt bezwaar hebben; het fosfaat ging praktisch niet door uitspoeling verloren, vormde een reserve in den grond, die, zij het wat langzamer, toch nog wel voor een grooter of kleiner deel voor het gewas beschikbaar bleef of die anders noodig was om den grond „af te stompen" en verder in „goeden fosfaattoestand" te brengen.

Echter is op meerdere proefvelden — waarvan wij er boven eenige aanhaalden — gebleken dat er heel wat fosfaat noodig is om het P-getal omhoog te brengen; op verscheidene is het zelfs heeltemaal nog niet gelukt er beweging in te bren-

gen, en verder onderzoek zal ons moeten leeren door welke factoren de oplosbaarheid van het fosfaat beperkt wordt.

In den tegenwoordigen tijd zullen sommigen bereid zijn tot uitgaven om hun grond in goeden toestand te houden; zij zullen geregeld met fosfaatbemesting doorgaan. Anderen moeten bezuinigen en zullen gaarne profiteeren van de reserve aan fosfaat, die zij in goede tijden in den grond belegd hebben. Moet voor hen een laag P-getal een waarschuwing zijn dat bij het weglaten van de P-bemesting opbrengstvermindering of fosfaatgebrek in andere opzichten (kwaliteit enz.) te vreezen is? Een aantal proefvelden op zandgrond met laag P-getal toonen daarvan niets; opklimmende fosfaatgiften geven geen opbrengstvermeerdering, vergeleken met de veldjes waar het fosfaat werd weggelaten. In zulke gevallen moet men dus concludeeren dat ook bij laag P-getal het gewas voldoende fosfaat beschikbaar vindt.

Nu wordt op de bedoelde proefvelden, die wij hier niet uitvoeriger bespreken (wij verwijzen daarvoor naar de later verschijnende mededeeling) meestal de in de praktijk gebruikelijke fosfaatgift gegeven, met wat minder of wat meer, dus b.v. 0,  $\frac{1}{2}$ , 1 en  $1\frac{1}{2}$  P. Sommigen zeggen nu: uit het lage P-getal maak ik op, dat de grond het fosfaat vastlegt, er is dus kans dat bij zéér groote fosfaatgiften, die het P-getal doen stijgen, wel een opbrengstvermeerdering verkregen wordt. Het is mogelijk dat zij gelijk hebben; proeven die dit aantoonen kennen wij echter nog niet, en wij betwijfelen of er velen zijn die in deze tijden voor zoo groote fosfaatbemestingen zullen voelen. Zekerheid dat bij een laag P-getal de plant niet voldoende fosfaat beschikbaar vindt, is er, zooals wij boven uiteenzetten, niet; de beslissing, welke bedrijfspolitiek men zal volgen, zal elk naar eigen inzicht en omstandigheden moeten nemen. Lage P-getallen op zandgrond zullen in vele gevallen als „twijfelgevallen” beschouwd moeten worden.

Is er nu een weg om bij zandgrond met lage P-getallen nader onderscheid te maken tusschen de gevallen waar de fosforzuurtoestand beslist ongunstig is of niet? Het Rijkslandbouwproefstation is doende om na te gaan in hoeverre het in citroenzuur oplosbare fosfaat (P-citr. cijfer) daarbij nuttige aanvullende gegevens kan verschaffen; als de voorraad betrekkelijk gemakkelijk beschikbaar fosfaat groot is, zal de kans grooter zijn dat het gewas voldoende voorzien is. Verder hopen wij te zoeken naar andere methoden, die in zulke gevallen beter uitsluitsel geven. Volledigheidshalve herinneren wij er hier nog even aan dat bij de

fosfaathuishouding in den grond de micro-organismen een belangrijke rol kunnen spelen, waardoor het vraagstuk nog ingewikkelder wordt en waarop wij hier kortheidshalve niet kunnen ingaan.

Voorloopig kan men zich voor zandgrond globaal het volgende schema denken:

P-getal ruim, P-citr. ruim: fosfaatbemesting met gerustheid weglaten

P-getal matig of laag, P-citr. ruim: het veiligst is om fosfaatmest te blijven geven; men kan echter probeeren of men op fosfaatmest kan besparen, en als de ervaring in die richting wijst, het er, in gevallen dat men zuinig wil zijn, maar op wagen.

P-getal laag, P-citr. matig of laag: weglating van de fosfaatbemesting niet riskeeren tenzij uit proeven of ervaring gebleken is dat dit op den grond in kwestie gaat.

Grondonderzoek toont dan in sommige gevallen dat de toestand in orde is of dat er ruim is; men kan met gerust gemoed minder of niet mesten. In andere gevallen zegt het grondonderzoek dat er weinig of te weinig is; als men rationeel wil (en kan) werken, blijft men dan behoorlijk mesten. Tusschen die twee duidelijke uitersten blijft een gebied van twijfelachtige gevallen waarin het grondonderzoek geen duidelijk uitsluitsel geeft en waarin de eigen ervaring van den landbouwer, en zijn economische bedrijfsopzet den doorslag geven. Nu ziet men in zulke twijfelgevallen wel dat de eene consulent een zuiniger bedrijfsvoering adviseert dan de andere. Daarbij kan bekendheid met plaatselijke ervaringen in het spel zijn, maar ook verschillend inzicht: de een kan adviseeren het maar te wagen om te bezuinigen omdat hij het risico niet groot acht, terwijl de ander kan adviseeren goed te blijven mesten omdat hij het gewaagd of niet rationeel of niet verantwoord vindt om risico te loopen. Zeker weten doet geen van beide en niemand van ons het; het advies wordt naar het beste weten gegeven, en de landbouwer weet gelukkig dat hij in zijn voorlichters volle vertrouwen kan stellen, en aan hen kan overlaten de moeilijke kwesties te overzien die zich bij bemestingsadviezen en bij grondonderzoek voordoen.

Vraagt men zich ten slotte af of bij den gecompliceerden aard van het fosfaatvraagstuk — die wij in dit beknopte en eenvoudig gehouden overzicht maar heel kort hebben kunnen aanduiden — de bepaling van het P-getal, eventueel aangevuld door het P-citr. cijfer, praktisch nut heeft en zijn geld waard is bij de beslissing hoe men bemesten zal, dan meenen wij deze vraag volop be-

vestigend te mogen beantwoorden. Men stelle zich niet voor dat het grondonderzoek precies in cijfers kan leeren, hoeveel balen mest men moet geven; ieder weer dat daarbij altijd onbekende factoren en risico's, in de eerste plaats de weersomstandigheden, zullen blijven meespelen. Maar wel kan het grondonderzoek een krachtig hulpmiddel zijn in handen van den bekwaamen landbouwer, die zijn land kent en zijn maatregelen aan de hand van ervaring en nadenken neemt, of in handen van den consulent die met kennis der plaatselijke omstandigheden de landbouwers, die zich niet zelf in deze vraagstukken verdiepen, voorlicht en adviseert.

Weten is kunnen, elk goed gegeven kan helpen om het risico van het bedrijf te verminderen of de maatregelen juistere te nemen. Wie geld genoeg heeft, kan veiligheidshalve een behoorlijke portie mest geven, zoodat hij zeker is dat er ruim voldoende is; maar hij loopt het risico dat hij gaat verkwisten of in sommige gevallen echedelijk veel gaat geven.

Wie rationeel wil werken, houdt zich op de hoogte van den bemestingstoestand van zijn grond, blijft deze volgens de nieuwste en beste methoden controleeren en houdt rekening met de resultaten die proefvelden en onderzoek opleveren. De beste landbouwers nemen zelf eenvoudige bedrijfsproeven, waarbij zij door grondonderzoek en opbrengstbepaling den gang van zaken blijven controleeren. Wie zich door de tijdsomstandigheden gedwongen ziet te bezuinigen, zal goed doen het grondonderzoek een woordje mee te laten spreken bij het vaststellen van zijn bedrijfsplan. Zelfs een uitgave van 10—15 gulden per bunder aan fosfaatmest is waard om door een kleine uitgave voor grondonderzoek gecontroleerd te worden; het risico van oogstverlies door verkeerde besparing op kunstmest kan veel grooter zijn dan de kosten van een grondonderzoek. Zeker zegt het P-getal niet alles, en geeft in bepaalde gevallen, die wij boven trachten te schetsen, geen uitsluitsel; maar de kosten zijn niet hoog en de kans, dat men er wel wat uit leert, zijn zij volkomen waard. Wie door grondonderzoek weet, dat hij zandgrond heeft met laag P-getal, kan verder onderzoek voor den eersten tijd achterwege laten en over eenige jaren weer eens controleeren; of wel hij kan eens nagaan wat het P-citr. cijfer hem over het in citroenzuur oplosbare fosfaat zegt. Bij dalgrond geeft het P-getal vrij regelmatige aanwijzingen, terwijl bij zandgrond menigmaal blijkt dat het P-getal goed of hoog is en de grond dus voldoende fosfaat beschikbaar heeft, zoodat besparing mogelijk is.