

TOETSING VAN GRONDONDERZOEK  
NAAR FOSFAATTOESTAND  
OP NEDERLANDS GRASLAND

VERSLAG VAN EEN  
IN INTERPROVINCIAAL VERBAND  
VERRICHT ONDERZOEK

WITH A SUMMARY:  
EVALUATION OF SOIL TESTING ON AVAILABILITY  
OF PHOSPHATE ON DUTCH GRASSLANDS

Dr F. VAN DER PAUW  
Ir L. CH. N. DE LA LANDE CREMER  
MET MEDEWERKING VAN  
J. RIS

STAATSDRUKKERIJ



UITGEVERIJBEDRIJF

ISN = 154051-

# INHOUD

	Blz.
INLEIDING . . . . .	5
I. HET VERRICHTE ONDERZOEK . . . . .	7
1. Organisatie . . . . .	7
2. Uitvoering van de toetsing . . . . .	8
3. Opzet van het onderzoek . . . . .	9
4. Bewerking van de resultaten . . . . .	10
5. Weersomstandigheden in de verschillende proefjaren . . . . .	12
II. TOETSING VAN P-CITR. . . . .	13
1. Veengrond . . . . .	13
a. Onderzoek in 1947 op proefvelden . . . . .	13
b. Onderzoek in 1943 op monsterplekken . . . . .	15
c. Samenvatting van de resultaten op veengronden . . . . .	19
2. Zeekleigrond . . . . .	20
a. Onderzoek in 1947 op proefvelden . . . . .	20
b. Onderzoek in 1948 op proefvelden . . . . .	21
c. Onderzoek in 1943 op monsterplekken . . . . .	23
d. Samenvatting van de resultaten op zeekleigronden . . . . .	27
3. Rivierkleigrond . . . . .	28
a. Onderzoek in 1947 op proefvelden . . . . .	28
b. Onderzoek in 1943 op monsterplekken . . . . .	31
c. Samenvatting van de resultaten op rivierkleigronden . . . . .	33
4. Lössgrond . . . . .	34
a. Onderzoek in 1947 op proefvelden . . . . .	34
b. Onderzoek in 1948 op proefvelden . . . . .	34
c. Onderzoek in 1943 op monsterplekken . . . . .	35
d. Samenvatting van de resultaten op lössgronden . . . . .	36
5. Zandgrond . . . . .	37
a. Onderzoek in 1947 op proefvelden . . . . .	37
b. Onderzoek in 1948 op proefvelden . . . . .	40
c. Onderzoek in 1943 op monsterplekken . . . . .	42
d. Samenvatting van de resultaten op zandgronden . . . . .	43
6. Vergelijking van de reactie op P-citr op verschillende grondsoorten . . . . .	45
7. Waardering van P-citr met het oog op de adviesgeving . . . . .	47
8. Practische toepasbaarheid van P-citr . . . . .	48
9. Aanvaardbaarheid van P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte van het gras en relatieve opbrengst als maat bij de toetsing van P-citr . . . . .	49
a. Het P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte als maat . . . . .	49
b. De opbrengst als maat . . . . .	51
10. Tegenstelling tussen resultaten met jaaropbrengsten en met eerste snede . . . . .	53
11. Waarde van P-citr in individuele gevallen . . . . .	54
12. Conclusie van het voorgaande . . . . .	55
13. Het stellen van normen en grenswaarden . . . . .	55

	Blz.
III. TOETSING VAN HET P-GETAL . . . . .	57
1. Veengrond . . . . .	57
2. Zeekleigrond . . . . .	58
3. Rivierkleigrond . . . . .	58
4. Lössgrond . . . . .	59
5. Zandgrond . . . . .	60
6. Waardering van P-getal ten aanzien van de adviesgeving . . . . .	62
IV. DE ROL VAN NEVENFACTOREN . . . . .	63
1. De pH . . . . .	63
2. Het humusgehalte . . . . .	64
3. Het ijzergehalte . . . . .	64
SAMENVATTING . . . . .	65
SUMMARY . . . . .	66
LITERATUUR . . . . .	67

---

De auteurs zijn:  
 Dr F. VAN DER PAAUW, hoofdlandbouwkundige bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. Groningen;  
 Ir L. CH. N. DE LA LANDE CREMER, landbouwkundige bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. Groningen;  
 J. RIS, assistent-landbouwkundige bij dezelfde instelling.

## INLEIDING

De voortdurend toenemende belangstelling voor het chemische grondonderzoek maakt het noodzakelijk grote aandacht te blijven besteden aan de landbouwkundige waardering van de verrichte bepalingen. Het onderzoek heeft geleerd, dat er grote verschillen in bemestingstoestand van de grond voorkomen, zowel regionaal als tussen de percelen onderling. De fosfaattoestand van het Nederlandse grasland, die over het algemeen nog veel meer te wensen overlaat dan bij het bouwland, vertoont dit verschijnsel zeer opvallend. Pogingen om tot een waardering te geraken zijn voor de oorlog ondernomen door het verzamelen van de gegevens van in verschillende streken hier en daar genomen proeven (3) en het uitvoeren van proeven in enkele graslandgebieden (4). Om de betekenis van het grondonderzoek op grasland nauwkeuriger te bepalen, zijn vervolgens op 3 grondsoorten in de omgeving van Groningen gelijktijdig series van op gelijke wijze aangelegde proefvelden gehouden (5). Het resultaat van deze onderzoekingen is geweest, dat de bruikbaarheid van het grondonderzoek als methode om de fosfaattoestand van het grasland in deze gebieden te bepalen boven twijfel is komen vast te staan. Een voor het gehele land geldige adviesbasis werd hiermee evenwel nog niet verkregen. Er bestaat namelijk zonder nader onderzoek geen zekerheid, dat een gegeven waardering voor een ander gebied en een andere grondsoort volledig geldig is. Het is gebleken, dat nevenomstandigheden van de beoordeling van de fosfaattoestand soms van betekenis zijn en het zou lichtvaardig zijn om te veronderstellen, dat deze in alle gevallen dezelfde betekenis zullen hebben. Nader onderzoek in andere landsdelen was daarom nodig. Verder is van belang, dat dit onderzoek in verschillende jaren met onderling afwijkende weersomstandigheden wordt verricht.

Bij het fosfaatonderzoek zijn tot heden steeds 2 verschillende methoden in combinatie toegepast. Hoewel in het algemeen wel gebleken is dat de bepaling van het in water oplosbare fosforzuur (P-getal)<sup>1</sup> minder voldoening geeft dan de bepaling van het in citroenzuur oplosbare (P-citr),<sup>2</sup> zijn er toch enkele uitzonderingen op deze regel voorgekomen. Bij het in 1939 in serie uitgevoerde onderzoek op kleigrasland in een klein gebied ten N.W. van de stad Groningen voldeed het P-getal duidelijk beter. Het verrichten van verder onderzoek heeft dus ook tot doel om na te gaan welke van beide methoden op de verschillende grondsoorten het beste voldoet en of het zin heeft voort te gaan met het verrichten van een dubbele bepaling. Het lijkt a priori niet onmogelijk, dat beide bepalingen tezamen een duidelijker beeld kunnen verschaffen dan elk afzonderlijk.

---

<sup>1</sup> Extractie van 1 deel grond met 10 delen niet koolzuurvrij gedestilleerd water bij 50° C.

<sup>2</sup> Id. met 1 % citroenzuur bij kamertemperatuur.

FIG. 1. Verspreiding van proefvelden en proefplekken over verschillende grondsoorten. 1. zeezand en duinen, 2. jonge zeeklei, 3. rivierklei, 4. veen, 5. oude zeeklei, 6. zand, 7. löss, 8. proefvelden in 1947 en 1948, 9. series van 20—21 proefvelden van het Proefstation op klei, veen en zand in 1939—1941, 10. proefplekken in 1943. Deze bodemkaart is van vóór 1950. (Het gebied van Vijfheerenlanden en Alblasserwaard b.v. is hier nog als rivierklei aangegeven).



FIG. 1. Phosphate experiments on grassland. 1. marine sand, coastal dunes, 2. younger sea clay, 3. fluvial clay, 4. peat, 5. older sea clay, 6. sand, 7. loess, 8. experimental fields in 1947 and 1948, 9. series of 20—21 experimental fields on clay, peat and sand in 1939—1941, 10. "experimental spots" in 1943.

## I. HET VERRICHTE ONDERZOEK

### 1. ORGANISATIE

Ter verkrijging van een groot feitenmateriaal is een beroep gedaan op de medewerking van de gehele landbouwvoorlichtingsdienst. Volgens een tevoren opgesteld plan zijn op verzoek van de Directie van de Landbouw in de jaren 1947 en 1948 verscheidene proeven genomen, waaraan door alle consulentschappen, waarin een belangrijk areaal grasland voorkomt, is deelgenomen.<sup>1</sup> Dit onderzoek is op dezelfde wijze opgezet als het in de jaren 1939—1941 door het Landbouwproefstation verrichte onderzoek. Series proeven, per grondsoort ingedeeld, zijn in een zodanig aantal genomen, dat een vruchtdragende bewerking mogelijk was. Aan het tot stand komen van eenzelfde serie werd meestal door enkele consulentschappen bijgedragen. Op deze wijze zijn in 1947 200 proefvelden gehouden, verdeeld over 7 series en 12 ambtsgebieden, in 1948 130 proefvelden, verdeeld over 4 series en 12 ambtsgebieden.

Behalve de resultaten van dit op proefvelden verrichte onderzoek, stond nog een ander omvangrijk materiaal ter beschikking, dat met eenzelfde doelstelling tijdens de oorlog in 1943 met een eenvoudiger opzet is verkregen. Er is hierbij van de gedachte uitgegaan, dat het voor de toetsing van het grondonderzoek niet strikt noodzakelijk is, dat er door middel van proefvelden opbrengstcijfers worden bepaald. Het voorafgaande onderzoek had namelijk geleerd, dat het fosfaatgehalte van het gewas eveneens goede aanwijzingen kan geven en in verscheidene gevallen zelfs sterker kan correleren met de fosfaattoestand van de grond dan door bemesting verkregen opbrengstverschillen. De nauwkeurigheid van de bepaling van de laatste is als regel minder groot, tenzij overgegaan zou worden tot de aanleg van zeer uitgebreide, weinig handelbare proefvelden. Het gehalte is echter gemakkelijk met behoorlijke nauwkeurigheid te bepalen. Het betreffende onderzoek beperkte zich tot de bemonstering van een groot aantal plekken (519) van  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> grootte in het gehele land. Het gras van deze plekken werd afgesneden en voor onderzoek gebruikt, tegelijk werd van deze plek een grondmonster genomen. Uiteraard geeft een dergelijk onderzoek op zichzelf geen volledige uitkomst, aangezien geen inzicht over de waarde van het bodemfosfaat voor de opbrengst verkregen wordt. Tezamen met ander onderzoek, waarin dit wel gebeurd is, geeft het echter een zeer waardevol vergelijkingsmateriaal. De uitkomsten van dit gecombineerde chemische gewas- en grondonderzoek zijn eveneens in series samengevoegd en in groepen bewerkt.

Een overzicht van de ligging van proefvelden en proefplekken op de bodemkaart van Nederland wordt gegeven in fig. 1.

Dit samenstellen van afgeronde series volgens grondsoort en geografische ligging is vrij willekeurig. Bij de bewerking bleek herhaaldelijk, dat sommige series zonder bezwaar konden worden samengevoegd, waardoor soms een uitgebreider materiaal werd verkregen, wat de waarde van het onderzoek verhoogde. In andere gevallen bleek de samenvoeging ten onrechte te zijn geschied en was een verdere splitsing noodzakelijk. De resultaten zullen dus in het volgende op een zodanige wijze worden gepresenteerd, als door het vooronderzoek het doelmatigst is gebleken. Er is evenwel vastgehouden aan een indeling per grondsoort. De in verschillende jaren en in vroeger

<sup>1</sup> Met waardering kan worden vermeld, dat deze samenwerking, die aan de consulenten elk voor zich een belangrijk materiaal betreffende het eigen ambtsgebied verschafte, geheel is geslaagd en een gemeenschappelijke bewerking van alle gegevens heeft mogelijk gemaakt.

onderzoek verkregen resultaten worden samenvattend besproken, zodat een indruk verkregen wordt, wat het grondonderzoek per grondsoort waard is.

## 2. UITVOERING VAN DE TOETSING

Het is doelmatig gebleken de toetsing van het P-citr in de tekst voor te laten gaan, aangezien de waarde van het P-getal teleurstelt en de betreffende toetsing beter in een apart hoofdstuk kan worden behandeld.

De toetsing is verricht door de door bemesting verkregen opbrengstverschillen van de eerste snede of de  $P_2O_5$ -gehalten van het gras met de P-citr getallen in verband te brengen. Het opbrengstverschil komt tot uitdrukking in de relatieve opbrengst van het niet met fosfaat bemeste object van het proefveld, welke weergegeven wordt in procenten van de maximaal op elk proefveld verkregen opbrengst. Er wordt dus niet met absolute opbrengstverschillen gewerkt, omdat de schrijvers van mening zijn, dat relatieve verschillen bij de sterk variërende opbrengstniveaux een betere maatstaf zijn. Naarmate de groei van het gras vordert, veranderen namelijk wel de absolute verschillen, maar blijven de relatieve tamelijk constant (4). Voor de toetsing zijn de  $P_2O_5$ -gehalten van het niet met fosfaat bemeste object gebruikt. Bij het in 1943 verrichte onderzoek is eveneens volledig van niet met fosfaat bemeste grond uitgegaan, daar fosfaatmeststoffen toentertijd ontbraken. Met stalmest bemeste percelen zijn vermeden.

Een beperking van de toetsing tot de reactie van het gras van de 1e snede is uiteraard willekeurig en niet volledig. Een toetsing van het grondonderzoek aan de jaaropbrengst zou echter zulke zware eisen hebben gesteld, dat het uit technisch oogpunt in deze grote omvang onmogelijk zou zijn geweest. Deze beperkte toetsing geeft echter reeds een belangrijk inzicht in de waarde. Een vollediger interpretatie blijve later onderzoek voorbehouden.

Het spreekt vanzelf, dat een uitgebreid feitenmateriaal, als bij deze onderzoeken verkregen is, voor verschillende verderstreckende doelstellingen kan dienen. Teneinde echter de omvang van de publicatie te beperken, blijft de behandeling strikt tot de toetsing van het grondonderzoek beperkt.

Hierboven is genoemd, dat de waarde van de uitkomsten van het fosfaatonderzoek soms mede bepaald wordt door andere factoren. Bij het vroegere onderzoek bleek vooral de pH van de grond van betekenis te zijn. Deze onderkenning van de invloed van nevenfactoren is van groot belang. Veelal lijkt het verkregen resultaat slechts matig bevredigend, als geen rekening wordt gehouden met deze neveninvloeden. Kennis hiervan zal ons in sommige gevallen in staat kunnen stellen tot het geven van een nauwkeuriger advies.

Dit laatste zal het geval zijn, als onder verschillende omstandigheden steeds dezelfde factor op overeenkomstige wijze invloed doet gelden. In geval de invloed van een nevenfactor slechts sporadisch werd vastgesteld, zal deze niet bij het opstellen van de adviesbasis in aanmerking kunnen worden genomen. De vaststelling van deze invloed kan dan toch nog van belang zijn om van de waarde van P-citr een juister en betrouwbaarder beeld te verkrijgen, door voor de werking van deze factor te corrigeren.

Om zich een duidelijke voorstelling van dergelijke factoren te maken is het goed in gedachten te houden, dat deze factoren zelf met allerlei andere factoren gecorreleerd kunnen zijn. Wordt b.v. in een bepaald geval een invloed van het humusgehalte geconstateerd, dan wil dit nog geenszins zeggen, dat de humus als zodanig invloed heeft op de oplosbaarheid en de beschikbaarheid van het fosfaat. Onze „invloeden”

zijn blote correlaties, geen onmiddellijke causale samenhangen, behoeven dit althans niet te zijn. Als dus het humusgehalte „invloed” heeft op de fosfaatreactie, kan dit op verschillende oorzaken berusten. Men bedenke slechts, dat met het humusgehalte o.a. kunnen samenhangen de aard en het type van de grond, de vruchtbaarheid, de vochtthuishouding, de basenverzadiging, wellicht de gebruikswijze en de samenstelling van de grasmat en tal van andere factoren. Een invloed van het humusgehalte zou dus b.v. in een droog jaar voornamelijk een invloed van de vochtvoorziening kunnen betekenen, in een ander jaar wellicht iets totaal anders. Een „invloed” van een bepaalde factor kan dus in het ene jaar voorkomen en in een ander jaar of op een andere grondsoort ontbreken of tegengesteld zijn. Hierin schuilt op zich zelf niets bijzonders. Zou zich nu een dergelijke, b.v. op de vochtvoorziening berustende humusinvloed op de werking van het fosfaat voordoen, dan heeft het zin voor deze invloed te corrigeren, omdat deze zich als een storing doet gevoelen, als b.v. op de droge humusarme grond een grotere, resp. kleinere reactie zou optreden, dan daar normaal te verwachten is. Dit zal echter pas van waarde worden voor een algemene beoordeling van P-citr, als eenzelfde invloed steeds of meestal is opgetreden.

Een bezwaar dat bij het corrigeren voor deze neveninvloeden ondervonden wordt, is, dat ze vaak met het P-citr zelf in meerdere of mindere mate gecorreleerd zijn. Men zal dan moeten trachten het te bewerken materiaal zodanig te kiezen, dat de correlatie wordt doorbroken en men de invloed van de factor kan bepalen zonder van deze correlatie hinder te ondervinden. Op deze wijze konden soms enkele factoren onderscheiden worden. Er is hier gewerkt op dezelfde wijze als bij de door VISSER uitgewerkte polyfactoranalyse, waarbij echter alleen de factor P-citr en de hierop inwerkende factoren zijn ontleed, daar de praktische doelstelling, het toetsen van het onderzoek naar fosfaattoestand, geen verdere analyse vereiste. Er is dus beperkt tot enkele, bij het grondonderzoek steeds bepaalde, factoren.

Bij het chemische gewasonderzoek kwam bijna steeds een correlatie op gelijk N-gehalte van het gras in aanmerking. De reden van de invloed van het N-gehalte zal voornamelijk wel zijn, dat het gras op de verschillende proefvelden in verschillend ontwikkelingsstadium is gemaaid. Naarmate het gras ouder wordt, dalen het N- en het  $P_2O_5$ -gehalte beide. Van de correlatie tussen N- en  $P_2O_5$ -gehalte kan gebruik worden gemaakt, om voor deze invloed van de veroudering op het  $P_2O_5$ -gehalte een correctie uit te voeren. Een correctie voor deze factor betekent in den regel een aanmerkelijke verbetering van het verband tussen het  $P_2O_5$ -gehalte met het P-citr.

### 3. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek is verricht op veengrond in Friesland, Utrecht, Noord- en Zuidholland (1947), op zeekelegrond in Friesland en Noordholland (1947), in Noord- en Zuidholland en Zeeland (1948), op rivierkelegrond in Gelderland, Utrecht, Noordbrabant en Limburg (1947), op zandgrond in Friesland (1947), Overijssel, Gelderland (1947 en 1948) en in Noordbrabant en Limburg (1948), op lössgrond (1947, 1948) in Limburg. Het plekkenonderzoek in 1943 op veengrond in Friesland, Drente, Overijssel, Utrecht, Noord- en Zuidholland, op zeekelegrond in Groningen, Friesland, West-Overijssel, Gelderland (Zuiderzeeklei), Utrecht, Noord- en Zuidholland, Zeeland en Westelijk Noordbrabant, op rivierkelegrond in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noordbrabant en Limburg, op zandgrond in Groningen, Friesland, Drente, Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noordbrabant en Limburg, en op lössgrond in Limburg.

De keuze van de proefpercelen is gedaan aan de hand van voorafgaand grondonderzoek. Er is zorggedragen, dat er per grondsoort in de in onderzoek genomen percelen belangrijke variatie in verschillende bodemfactoren, in de eerste plaats in de fosfaattoestand



voorkomt. Extreme gevallen zijn in verhouding iets meer genomen dan de overwegend voorkomende middelmatige.

De aanleg van de proefvelden gebeurde op de voorgeschreven wijze volgens het volgende proefschema: geen fosfaat (4-voud) en 4 opklimmende hoeveelheden fosfaat naar 20, 50, 90 en 140 kg/ha  $P_2O_5$  in 2-voud.

Het fosfaat is toegediend in de vorm van dubbelsuperfosfaat teneinde een goede werking te waarborgen en bijbestanddelen te vermijden. Alle proefvelden zijn bemest naar 50 kg/ha N in de vorm van kalkammonsalpeter en naar wisselende, de uitkomst van het voorafgaand grondonderzoek in aanmerking genomen, hoeveelheden (0—140 kg/ha)  $K_2O$  als kalizout of soms zwavelzure kali. De meststoffen zijn in het voorjaar toegediend.

Behoudens enkele uitzonderingen zijn voor het toedienen van de bemesting van alle veldjes van de proefvelden van de zodelaag (0—5 cm) grondmonsters genomen, bovendien mengmonsters van het gehele proefveld van de ondergrondse lagen 5—10 en 10—20 cm. Hierin is het gebruikelijke grondonderzoek verricht.

De proefvelden zijn gemaaid in het hooistadium. De grasopbrengsten zijn per veldje gewogen, monsters zijn genomen voor droge stofbepaling (per veldje) en voor chemische analyse (3 objectmonsters).

Een verslag van de proef is opgemaakt door de assistent van de Landbouwvoorlichtingsdienst, die het proefveld verzorgd heeft, op een daarvoor bestemd formulier, waarvan een afschrift aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen is toegezonden.

Het in 1943 verrichte plekkenonderzoek verliep op de volgende wijze. Aan de verschillende assistenten is door de Rijkslandbouwconsulenten opgedragen een oppervlakte van  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> op een aantal percelen af te snijden. Metalen  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> raampjes waren tevoren rondgedeeld. Het gehele monster werd in een papieren zak naar het Proefstation te Groningen opgezonden. Het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek heeft hierin de  $P_2O_5$ - en  $K_2O$ -gehalten bepaald, het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen bepaalde de N-gehalten. Tegelijk met het gewasmonster werd een grondmonster genomen, dat op de gebruikelijke wijze door het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek werd geanalyseerd.

#### BEWERKING VAN DE RESULTATEN

Van elk proefveld werd het verband tussen de fosfaatbemesting en de verkregen opbrengsten langs grafische weg vastgesteld. Indien mogelijk werd een aanwezig vruchtbaarheidsverloop van het perceel langs grafische weg bepaald en werden de opbrengsten gecorrigeerd. Hoewel het de bedoeling was geweest om met de opbrengsten aan droge stof te werken, bleken de bepalingen van het gehalte aan droge stof in vele gevallen onbevredigende resultaten te geven<sup>1</sup>. In verscheidene gevallen waarin de opbrengsten aan gras regelmatigere uitkomsten gaven, zijn deze genomen, nadat wij ons er tevoren van vergewist hadden, dat de fosfaatbemesting geen noemenswaardige invloed op het gehalte aan droge stof heeft gehad, zodat het door elkaar gebruiken van beide bepalingen geen foutenbron heeft opgeleverd.

Proefvelden, die zeer onregelmatige uitkomsten van de opbrengstbepalingen hebben opgeleverd, zijn, voor zover het deze bepalingen betreft, buiten beschouwing gelaten. Maatstaf hiervoor was een door de rekenkamer van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen uitgevoerde berekening van de standaardafwijking van de opbrengst per veldje. Als deze meer dan 10% bedroeg werd het proefveld niet meegenomen, tenzij deze fout door de vaststelling van een duidelijk vruchtbaarheidsbeloop belangrijk kon worden gereduceerd, of als de reactie op fosfaatbemesting ten opzichte van de fout zeer groot was. Eveneens zijn enkele proefvelden uitgeschakeld, waar uit het grondonderzoek grote ongelijkmatigheid is gebleken. Bruikbare opbrengstbepalingen zijn aldus verkregen van 169 proefvelden in 1947 en van 88 in 1948. Bijna alle proefvelden leverden echter bruikbare resultaten van het chemische gewasonderzoek.

<sup>1</sup> Dit was het gevolg van een ontoereikende bemonsteringstechniek, welke nadien verbeterd is.

De relatieve opbrengst, welke zonder fosfaatbemesting is verkregen, en die voor de toetsing van P-citr is gebruikt, is bepaald door de uit de hand getrokken kromme. De opbrengst zonder fosfaat is uitgedrukt in procenten van de hoogste met bemesting verkregen opbrengst. In gevallen, waarin de vorm van deze kromme bij geringe reactie van de opbrengst, maar bij een overigens normale spreiding, bezwaarlijk kon worden vastgesteld, werd de relatieve opbrengst bepaald door de gemiddelde opbrengst van het viertal niet met fosfaat bemeste veldjes uit te drukken in % van de gemiddelde opbrengst van het viertal zwaarst bemeste veldjes. Deze relatieve opbrengst is dus eigenlijk een maat voor de oogstdepressie, welke op een bepaald perceel geleden wordt, als er niet met fosfaat wordt bemest. De hierbij gemaakte veronderstelling is, dat door een enkele fosfaatbemesting terstond het opbrengstpeil bereikt kan worden, dat na langjarige bemesting en aanpassing van de grasmat zou kunnen worden verkregen. 'T HART (4) heeft tegen deze handelwijze het bezwaar geopperd, dat een bij laag P-citr met ruime fosfaatbemesting verkregen opbrengst belangrijk geringer is dan van een perceel, waarvan de fosfaattoestand reeds in orde is. Afgezien van het feit, dat de hogere opbrengsten in dit laatste geval niet alleen door fosfaatbemesting, maar ook door andere cultuurmaatregelen hoger zijn geworden, is ons toch wel uit het ons beschikbare materiaal gebleken, dat deze kritiek of niet, of in zeer veel geringere mate, geldt voor de opbrengsten van de 1e snede dan voor de jaaropbrengsten (zie blz. 52—53). De eerste sneden blijken ook op gronden met laag P-citr bij ruime fosfaatbemesting gemiddeld een practisch even hoog opbrengstpeil te bereiken als bij een hoger P-citr.

Een andere moeilijkheid, die bij enkele van de behandelende proefvelden is opgetreden, was dat de zwaarste fosfaatgift niet geheel voldoende is geweest om de hoogste mogelijke opbrengst te bereiken. Wij hebben er van afgezien deze laatste door extrapolatie te schatten of te berekenen en de werkelijke gevonden opbrengst toch inderdaad als de hoogste beschouwd. In dit geval is de relatieve opbrengst iets te hoog berekend en in het algemeen zou men dus kunnen zeggen, dat onze resultaten nog een enigszins te gunstig beeld geven van de werkelijk bij fosfaatgebrek geleden oogstdepressies.

Deze relatieve opbrengsten en de  $P_2O_5$ -gehalten van de niet met fosfaat bemeste objecten van deze proefvelden zijn vervolgens op grafische wijze met het P-citr, resp. het P-getal in verband gebracht. De gebruikte P-citr en P-getallen zijn het gemiddelde van 12 op de afzonderlijke veldjes bepaalde getallen. In enkele uitzonderingsgevallen, waarin verzuimd was de grondmonsters voor de bemesting te nemen, is het gemiddelde van 4 na de oogst bemonsterde onbemeste veldjes genomen. Aan gezien het P-citr en het P-getal onder invloed van de onttrekking iets kunnen dalen, kunnen deze cijfers iets te laag zijn. Het verschil zal echter van weinig betekenis zijn en er is geen correctie voor ingevoerd.<sup>1</sup>

De verdere bewerkingen hebben bestaan uit het ontwarren van enkele neveninvloeden volgens de werkwijzen, die gevolgd worden bij de polyfactoranalyse en het uitvoeren van correcties voor de invloeden van deze factoren.

<sup>1</sup> Een vermelding van de zeer uitvoerige tabel, waarin de gemiddelde P-getallen en P-citr getallen, alsmede enkele andere uitkomsten van het grondonderzoek van alle proefvelden en proefplekken tezamen met de relatieve opbrengsten en de  $P_2O_5$ -gehalten van het gras van de niet met fosfaat bemeste objecten en van de proefplekken volgens grondsoort en ressort zijn gerangschikt, moet achterwege blijven. Deze tabel kan echter steeds bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen ter inzage worden gevraagd.

De bewerkingen van de resultaten van het proefplekken onderzoek waren in zoverre eenvoudiger, dat dadelijk met het in verband brengen van de P-waarden van de grond en van de  $P_2O_5$ -gehaltes van het gras kon worden begonnen.

Per serie stond een groter materiaal ter beschikking, zodat de analyse soms iets verder kon worden doorgevoerd. Daarentegenover staat, dat het grondonderzoek slechts in een enkel monster is verricht. Dit gevoegd bij het feit, dat de analyses onder zeer moeilijke omstandigheden, in het laatste oorlogsjaar, zijn uitgevoerd, waardoor de betrouwbaarheid wel eens iets heeft geleden, maakt dat de waarnemingfouten groter zijn dan bij het latere onderzoek.

##### 5. WEERSOMSTANDIGHEDEN IN DE VERSCHILLENDE PROEFJAREN

1943. In de voorafgaande winter kwam geen vorst voor. Maart was schraal en droog, maar vanaf half April en in Mei was het over het algemeen zacht weer, waardoor het grasland zich gunstig ontwikkelde. De opbrengst zou vermoedelijk hoger zijn geweest, als Mei wat minder droog was geweest en N-meststoffen niet hadden ontbroken. Toch mag dit jaar als normaal worden beschouwd.

1947. De winter was gekenmerkt door 3 perioden van strenge vorst zonder veel sneeuw, waaronder de zode hier een daar heeft geleden en hol geworden is; de proefveldwerkzaamheden zijn laat begonnen. Na de bemesting met fosfaat ingevallen vorst heeft nog in sommige gevallen verbranding veroorzaakt, welke echter geen blijvende schade heeft opgeleverd. April was gekenmerkt door wisselvallig weer, Mei daarentegen was zeer warm, waardoor het gras zich op vochthoudende percelen snel ontwikkelde. Vooral in het zuiden des lands werd ernstig nadeel van droogte ondervonden, waardoor de grasopbrengst in het algemeen laag bleef. Toch is onze indruk, dat de droogte geen invloed heeft gehad op de mate van reactie op de fosfaatbemesting. De optredende reactie is reeds in een vroeger stadium bepaald en een vergelijking met voorgaande jaren toonde, dat de procentuele opbrengstvermeerderingen, die onder invloed van de fosfaatbemesting zijn opgetreden, als volkomen normaal kunnen worden beschouwd.

1948. Op matige vorst in Februari volgden zeer zachte maanden Maart en April met vroege grasgroei, terwijl ook de eerste helft van Mei zacht was. De tweede helft van Mei onderscheidde zich door koeler weer en regen, waardoor de grasgroei zeer goed was. Er zijn hoge opbrengsten verkregen. De reactie op fosfaatbemesting was wat geringer dan in het voorgaande jaar.

## II. TOETSING VAN P-CITR

### I. VEENGROND

#### a. Onderzoek in 1947 op proefvelden

De volgende ambtsgebieden hebben aan het onderzoek bijgedragen:

Leeuwarden,	WF (NF) . . . . .	3	proefvelden
Sneek,	ZWF . . . . .	13	„
Drachten,	OF . . . . .	6	„
Utrecht,	U . . . . .	5	„
Alkmaar (thans Purmerend),	NH (ZNH) . . . . .	10	„
Rotterdam,	NZH . . . . .	3	„

Totaal . . . . . 40 proefvelden

Aangezien er geen verschillen van betekenis tussen de reactie van de proefvelden op P-citr in de verschillende gebieden zijn waargenomen, zijn alle uitkomsten te-

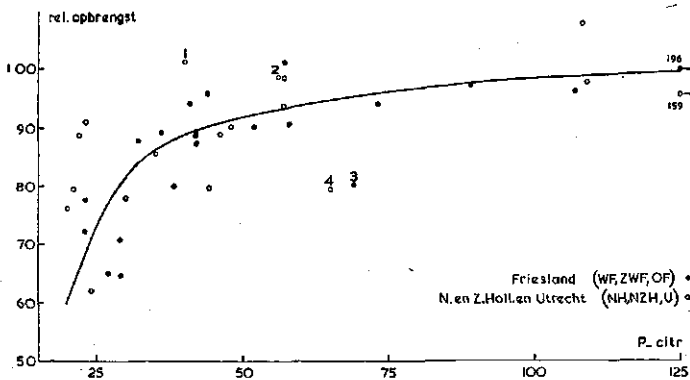


FIG. 2. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten (opbrengst van het object zonder P-bemesting in % van de hoogste opbrengst van het proefveld op veengrond (1947))

FIG. 2. Relation between P-citr ( $P_2O_5$  soluble in 1% citric acid in 0.001%) and relative yields (yield of the plot without phosphate dressing in percents of the highest yield obtained on the exp. field) on peaty soil (1947)

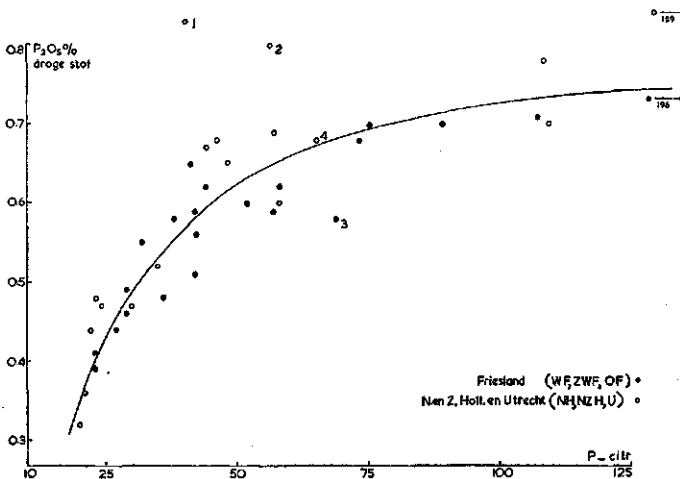


FIG. 3. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof (gecorrigeerd N% = 1,8) van het niet met fosfaat bemest object op veengrond (1947)

FIG. 3. Relation between P-citr and  $P_2O_5\%$  of dry matter of grass (corrected to N% = 1.8) not dressed with phosphate on peaty soil (1947)

zamen behandeld. Het verband tussen P-citr en de relatieve opbrengsten is weer-gegeven in fig. 2, tussen P-citr en het  $P_2O_5$ -gehalte van het gras in fig. 3. In het eerste geval is geen enkele correctie uitgevoerd, in het tweede zijn de  $P_2O_5$ -gehalten wegens het ongelijke N-gehalte van het gras gecorrigeerd.

In beide figuren is de samenhang, enkele uitzonderingen voorlopig buiten beschouwing gelaten, zeer bevredigend. Vooral in fig. 3 is het verband zeer goed en het kan zeker verrassend worden genoemd, dat het  $P_2O_5$ -gehalte van het gras bij een dergelijk heterogeen materiaal (verschillende gebieden, verschillende behandelingswijze en sterk uiteenlopende botanische samenstelling) in zo sterke mate van P-citr afhankelijk is. Op zichzelf wekt dit groot vertrouwen in de nauwkeurigheid, waarmee deze methode de beschikbaarheid van het fosfaat bij deze grondsoort aanwijst. Eventuele invloeden van nevenfactoren worden geheel overheerst door de invloed van P-citr. Er zijn slechts 3, op een totaal van 40, stippen, die niet geheel in het algemene beeld passen (de in fig. 3 met de getallen 1, 2 en 3 gemerkte stippen). Op deze afwijkingen wordt even verder nader ingegaan.

Er zijn geen verschillen van betekenis gevonden tussen het Hollands-Utrechtse en het Friese gebied.

Het verband tussen P-citr en opbrengst (fig. 2) is iets minder fraai, hoewel het als voldoende kan worden beschouwd. Hieruit volgt wel, dat de opbrengstbepaling uit fysiologisch oogpunt een minder betrouwbare maatstaf is om de beschikbaarheid van het bodemfosfaat te toetsen dan de chemische bepaling van het  $P_2O_5$ -gehalte van het gras. Het lijkt aannemelijk, dat secundaire factoren op door fosfaatbemesting ontstane opbrengstverschillen veel grotere invloed hebben, dan op het  $P_2O_5$ -gehalte, dat direct met de opname verband houdt, zodat deze verschillen een minder zuivere maat zijn voor de beschikbaarheid van het fosfaat, uitgedrukt in P-citr. Een andere reden kan zijn dat de fosfaatgehalten van verschillende grassoorten, die gelijktijdig op eenzelfde grond gegroeid zijn, in den regel niet heel sterk verschillen als van het bekende verband tussen N- en  $P_2O_5$ -gehalte gebruik is gemaakt om het  $P_2O_5$ -gehalte te herleiden op dat van gras met eenzelfde N-gehalte.

Van de in fig. 3 met de getallen 1—3 aangeduide proefvelden blijken 1 en 3 ook volgens de opbrengsten af te wijken. Proefveld 1 reageert niet, overeenkomstig het hoge  $P_2O_5$ -gehalte, en proefveld 3 reageert bij hoog P-citr sterk, hetgeen met een laag  $P_2O_5$ -gehalte correspondeert. Het niet reageren van proefveld 2, dat ook een hoog  $P_2O_5$ -gehalte toonde, mag niet zeer abnormaal worden genoemd. In fig. 3 valt nog een vierde afwijkende stip op (gemarkt met 4) welke een sterke reactie bij hoog P-citr aangeeft. Ook hier wordt hieronder op teruggekomen. Dit aantal afwijkingen is niet verontrustend.

Bij een sterk verband tussen de bestudeerde bodemfactor (P-citr) en de reactie van het gewas, zoals in fig. 2 en 3 is aangetoond, is het de moeite waard om een onderzoek in te stellen naar de mogelijke oorzaken van enkele afwijkende gevallen, welke in deze figuren door de getallen 1—4 bij enkele afwijkende stippen zijn aangegeven.

De sterkere fosfaatopname en het uitblijven van een opbrengstreactie van de Noordhollandse proefvelden 1 en 2 konden wij echter niet uit de andere bekende bijzonderheden van deze proefvelden verklaarbaar maken. Bij het Friese proefveld 3 is een verschil in groei tijdens de ontwikkeling niet opgemerkt, alleen een verschil in tint. De verschillen in opbrengst zijn echter overtuigend, al bestaat natuurlijk de mogelijkheid, dat zij door toevallige oorzaak wat te groot zijn uitgevallen. Het proefveld lag op een afwijkend bodemtype, namelijk vergraven laagveen. Dit verklaart echter niet zonder meer het verschillend gedrag.

Bij het Noordhollandse proefveld 4 is bij betrekkelijk hoog P-citr een belangrijke opbrengst-depressie voorgekomen (fig. 2). Het  $P_2O_5$ -gehalte is echter geheel normaal. Het grasbestand van

dit proefveld was zeer slecht en bestond naar schatting voor 85 % uit geknikte vossenstaart. Nu is het ons uit verschillende eigen gegevens bekend, dat dit gras, vergeleken met andere grassen, een bijzonder hoog  $P_2O_5$ -gehalte heeft (normaal 0,65—0,9 % bij andere grassen, als het N % 2,0 bedraagt, tegen  $\pm 1,1$  % bij geknikte vossenstaart). Het bij dit P-citr geheel normale  $P_2O_5$ -gehalte van dit gras zou dus, de abnormale botanische samenstelling in aanmerking genomen, nog als vrij laag moeten worden gèwaardeerd. In dit geval zouden dan zowel de opbrengstbepaling als de uitkomst van het chemisch onderzoek op een in verhouding tot het P-citr te lage opneembaarheid van het fosfaat wijzen. Wij konden geen oorzaak van deze afwijking aanwijzen.

Hierboven is enigszins dieper ingegaan op enkele afwijkende gevallen. Er blijkt, dat hiervoor in het algemeen geen bevredigende verklaring kan worden gegeven. Bij deze veengronden, waar het P-citr als aanwijzer van de P-toestand een zeer betrouwbare indruk wekt, blijven er dus enkele gevallen, waar het P-citr een onjuiste weergave van deze toestand heeft gegeven. Op 40 gevallen waren er twee, waar de toestand belangrijk gunstiger bleek te zijn dan door het P-citr scheen te worden aangegeven. In 2 andere gevallen trad ondanks betrekkelijk hoog P-citr (65 en 69) een belangrijk verschil in opbrengst op. Uit een practisch oogpunt is dit ernstiger. Deze enkele afwijkingen zijn echter van algemeen standpunt bezien geenszins verontrustend. Op grond van het in 1947 verrichte onderzoek lijkt het daarom zeer verantwoord het P-citr voor practische voorlichting op laagveengrond te gebruiken, al blijft mistasten in enkele gevallen, waarvan de oorzaken nog onbekend zijn, mogelijk.

Het gevaar van ernstige opbrengstdepressie op veengrond is aanwezig als P-citr  $< 40$ . Boven dit getal vindt echter nog belangrijke stijging van de opname plaats en ook de opbrengst is in verscheidene gevallen nog voor verbetering vatbaar. Het is een opmerkelijk verschijnsel, dat ook bij andere grondsoorten is waargenomen, dat bij hoge P-citr getallen toch nog herhaaldelijk kleine reacties op fosfaatbemesting worden gevonden. Toch kan wel worden aangenomen, dat b.v. een P-citr  $> 80$  wel als behoorlijk veilig mag worden beschouwd en gevaar voor belangrijke oogstderving van de 1e snede niet meer aanwezig is. Op de waardering van P-citr wordt op blz. 55—56 teruggekomen.

Bij dit proefveldmateriaal is de invloed van P-citr op de fosfaatreactie dominerend. Hiernaast kon slechts een zeer zwakke invloed van het humusgehalte worden aange-toond, die er op schijnt te wijzen, dat de humusrijkere graslanden een iets hoger P-citr vereisen dan de humusarmere. Deze invloed is echter zo zwak en zo weinig vaststaand, dat wij hier niet nader op behoeven in te gaan.

Van een invloed van de pH, die bij het reeds gepubliceerde onderzoek van 1940 (3, blz. 931, 935), en eveneens bij het thans beschreven materiaal van 1943 (blz. 16—17) aantoonbaar was, is bij dit materiaal niets gebleken. Te verwonderen valt deze wisselvalligheid niet, als men bedenkt dat de pH de weergave is van een complex van factoren. Verschillende weersomstandigheden tijdens de groei zullen oorzaak kunnen zijn, dat dan het ene, later een ander onderdeel van dit complex in interactie met de fosfaatopname treedt. Voor de practische waardering van het P-citr betekent dit echter, dat de invloed van de pH bij het geven van advies alleen in rekening zal mogen worden gebracht, als deze in een overwegend aantal gevallen aangetoond zou zijn.

#### *b. Onderzoek in 1943 op monsterplekken*

De volgende ambtsgebieden leverden een bijdrage en zonden monsters van het gewas en grond in:

Sneek,	ZWF . .	21 monsters
Drachten,	OF . .	3 „
Assen,	D . .	19 „
Zwolle,	WO . .	20 „
Hengelo,	OO . .	2 „
Utrecht,	U . .	14 „
Alkmaar,	NH . .	15 „
Rotterdam,	NZH . .	12 „

Totaal . . 106 monsters

Een samenvattende bewerking van de resultaten bleek mogelijk, ondanks geringe streekverschillen (zie blz. 18). De groep Drentse monsters gaf echter zeer afwijkende resultaten. Deze worden daarom buiten de gezamenlijke bewerking gelaten en worden afzonderlijk behandeld (blz. 19).

Het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte van het gras, na uitvoering van een correctie van dit laatste op gelijk N-gehalte, is weergegeven in fig. 4. De veel grotere onnauwkeurigheid van de waarnemingen (geen gemiddeld P-citr van alle veldjes van een proefveld, maar enkelvoudige bepaling) in aanmerking genomen, kan ook hier van een bevredigende correlatie worden gesproken. Een drietal hinderlijke uitbijters (in fig. 4 aangegeven door de cijfers 1—3) is op een totaal van 89 gevallen van weinig betekenis. Deze 3 gevallen worden nader besproken op blz. 17 en 18).

FIG. 4. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof (gecorrigeerd N% = 1,8) van niet met fosfaat bemest gras op veengrond (1943). Voor betekenis 1, 2, 3 zie tekst

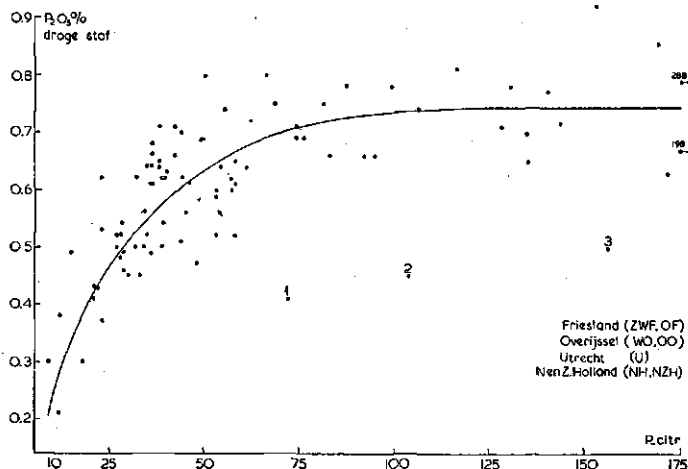


FIG. 4. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter (corrected to N = 1.8%) of grass not dressed with phosphate on peaty soil (1943). For significance of 1, 2, 3 see text

Terwijl bij het in 1947 verrichte onderzoek vrijwel geen invloed van een andere factor op het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % kon worden aangetoond (alleen het humusgehalte scheen een geringe betekenis te hebben), is bij dit onderzoek een duidelijk invloed van de pH voor den dag gekomen, die geheel in overeenstemming is met de invloed, die bij de in 1939—1941 op 3 verschillende grondsoorten (in 1940 op veen) verrichte onderzoeken is gebleken (3). Een splitsing van het materiaal in 3 verschillende pH-groepen,  $<5,4$ ,  $5,4-5,8$  en  $>5,8$ , geeft een belangrijke verbetering van de correlatie (fig. 5a—c). Het valt op, dat de correlatie vooral in het middelste pH-traject (fig. 5b) zeer goed is en dat de in deze fig. getrokken kromme een duidelijk hoger niveau bereikt dan in beide andere figuren. Bij een pH van  $5,4-5,8$  is de

$P_2O_5$ -opname blijkbaar beter geweest dan bij hogere en bij lagere pH. Dit is geheel in overeenstemming met de uitkomst van het onderzoek in 1940, toen een pH-optimum bij pH = 5,6 werd gevonden.

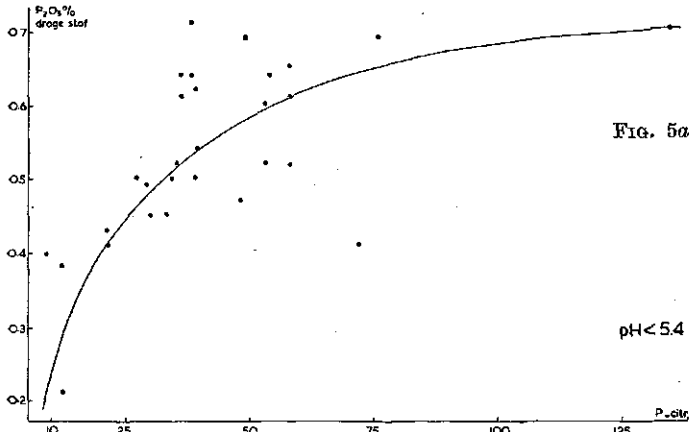
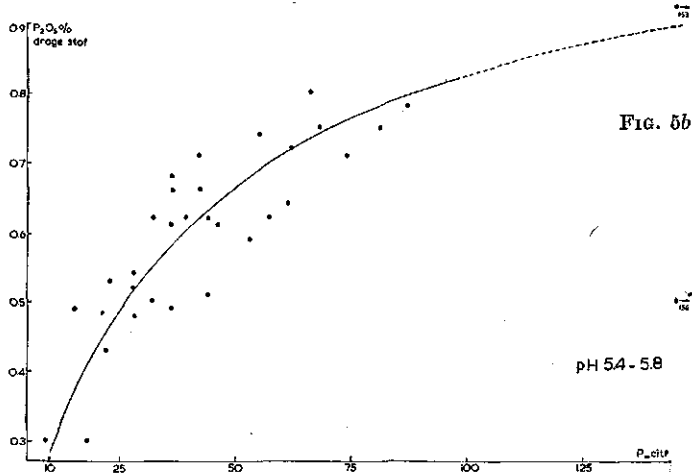


FIG. 5a. Splitsing van het materiaal van fig. 4 in verschillende pH-groepen. a, b en c: Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof voor resp. pH > 5,4, 5,4—5,8 en 5,8—6,5 (○ > 6,1)

FIG. 5a. Dividing of results in fig. 4 into different pH groups. a, b and c: Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter for pH > 5.4, 5.4—5.8 and 5.8—6.5 (○ > 6.1) respectively

Binnen het enge traject 5,4—5,8, dat bovendien optimaal is, kunnen kleine verschillen in pH nauwelijks invloed hebben doen gelden op het  $P_2O_5$ -gehalte, hetgeen de betere correlatie verklaart. In beide andere pH-groepen lopen de verschillende pH-waarden echter nog tamelijk ver uiteen, en daar de pH juist in dit gebied meer of minder op het  $P_2O_5$ -gehalte invloed heeft, zal dit een grotere spreiding in fig. 5a en 5c kunnen veroorzaken. Wegens het voorkomen van een zekere correlatie tussen pH en P-citr in dit materiaal, was het niet mogelijk de invloed van de pH binnen deze pH-trajecten met behoorlijke scherpste te bepalen en kon dus ook geen correctie op een gemiddelde pH-waarde, welke de spreiding ongetwijfeld belangrijk zou hebben verminderd, worden uitgevoerd.

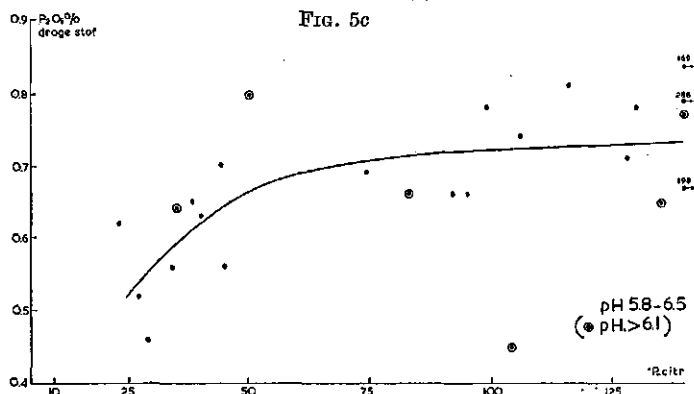


Ook nu loont het de moeite om eventuele oorzaken van de abnormale ligging van 3 stippen (in fig. 4 1—3) na te gaan. Het met het cijfer 2 aangeduide geval is beslist een uitbijter. De pH bedraagt 6,2, wat de lage ligging slechts voor een klein deel kan verklaren. Het met 1 aangeduide monster gaf een onzekere uitkomst van het grondonderzoek. Als P-citr werd gevonden 90, bij herhaling 54, waarna er geen grond over was voor hernieuwde herhaling.



Het gemiddelde 72 is dus zeer onzeker. Zou het P-citr hier inderdaad ongeveer 54 bedragen, dan zou reeds in veel mindere mate van een ernstige uitbijter kunnen worden gesproken. De lage pH (5,05) zou bovendien voor de lage ligging mede in aanmerking kunnen worden genomen.

Het derde geval (3) heeft betrekking op een overgang van veen naar kleigrond. Dit kan echter de afwijking niet verklaren. Een herhaling van het onderzoek is onmogelijk, daar het monster verloren is gegaan. Ook dit afwijkende geval moet dus geaccepteerd worden.



Het drietal gevallen, waarin, het P-citr in aanmerking genomen, een veel hoger  $P_2O_5\%$  zou kunnen worden verwacht, blijken niet verklaard te kunnen worden (zie het hier bovenstaande). De betrouwbaarheid van het P-citr voor praktische adviesgeving op veengrond wordt door deze enkele uitzonderingen niet ernstig aangetast.

Een afzonderlijke behandeling van de gebieden toont, dat er nog kleine streeks-gewijze verschillen bestaan, die niet terug te brengen zijn op verschillen in pH. Per gebied is daarom de correlatie soms nog iets beter, dan bij samenvatting van alle gegevens. Dit geldt vooral voor de Overijsselse gevallen, welke in fig. 6 afzonderlijk zijn afgebeeld.

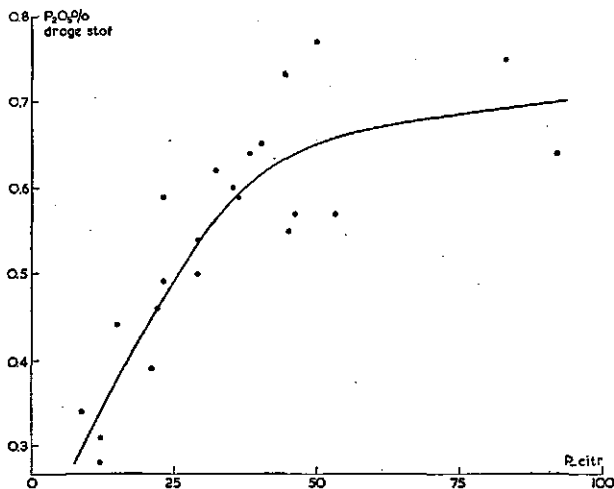


FIG. 6. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof (gem. N = 1,75%,  $P_2O_5\%$  niet gecorrigeerd) van niet met fosfaat bemest grasland op veengrond (1943, zie fig. 4) voor Overijssel afzonderlijk

FIG. 6. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter (average N = 1.75%,  $P_2O_5$  not corrected) of grass not dressed with phosphate on peaty soil (1943, see fig. 4) in the province of Overijssel separately

Het afwijkende, in Drente verkregen resultaat is weergegeven in fig. 7. Er is hier geen duidelijke samenhang. Opmerkelijk is, dat in verscheidene gevallen bij vrij laag P-citr een hoog  $P_2O_5$ -gehalte is gevonden. Deze Drentse monsters zijn over de gehele

provincie verspreid genomen op zich voornamelijk langs de beekjes uitstreckende stroken veengrond, die vaak van slechte kwaliteit zijn. De botanische samenstelling is over het geheel slecht. Een reden voor de hoge  $P_2O_5$ -gehalten zou kunnen liggen in de voornamelijk tussen 5,5 en 6,0 liggende pH-waarden. Enige aanwijzing voor een invloed van de pH kon echter uit dit materiaal zelf niet worden verkregen. Het onderzoek van deze groep monsters geeft dus een afwijkend resultaat, waarvoor geen nadere verklaring kan worden gegeven. Opgemerkt moet worden, dat het onderzoek, dat in 1940 in een in Noordelijk Drente gelegen veengebied is uitgevoerd (3), evenmin zeer fraaie uitkomsten heeft opgeleverd (vgl. fig. 7 van deze publicatie met fig. 20 van

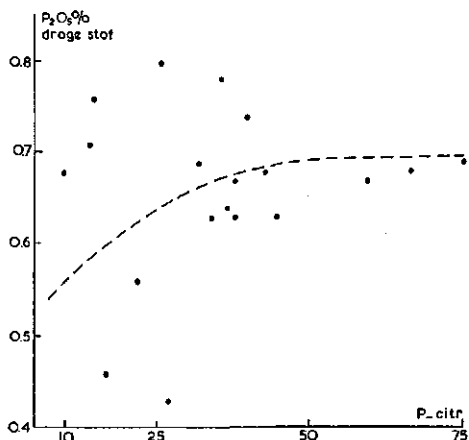


FIG. 7. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof ( $N = 1,8\%$  van niet met fosfaat bemest grasland op veengrond (1943) in Drente (niet opgenomen in fig. 4)

FIG. 7. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter of grass ( $N = 1,8\%$ ) not dressed with phosphate on peaty soil (1943) in the province of Drente (not included in fig. 4)

de vroegere (5)). De reactie van de opbrengst en de bepaling van het voorkomen van P-gebreksverschijnselen gaven destijds (vgl. fig. 17 en 19) meer bevredigende uitkomsten.

### c. Samenvatting van de resultaten op veengronden

Fig. 8 geeft een vergelijking tussen het in 1947 gevonden verband tussen P-citr en relatieve opbrengst en het in 1940 bij eigen onderzoek van het Proefstation in Noordelijk Drente (Peize) gevonden verband. Het blijkt dat de reactie in 1947 sterker is geweest.

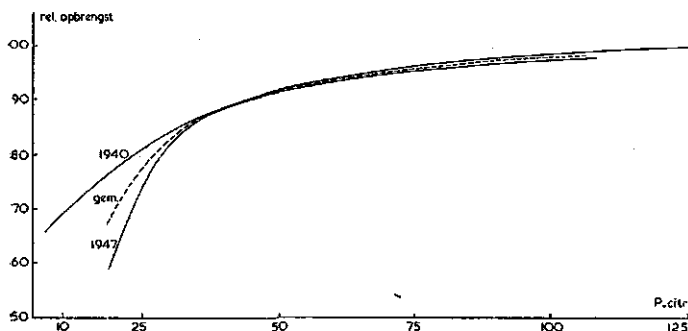


FIG. 8. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op veengrond, gevonden in 1940 (serie Landbouwproefstation in N.-Drente) en 1947 (fig. 2)

FIG. 8. Relation between P-citr and relative yields on peaty soil in 1940 and 1947

Een vergelijking tussen de in 1943 en 1947 gevonden correlaties tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalten (fig. 4 en 3) toont een opmerkelijke overeenstemming. Na herleiding op hetzelfde N-gehalte vallen beide lijnen vrijwel samen (fig. 9). Beide uitkomsten ondersteunen dus elkander.

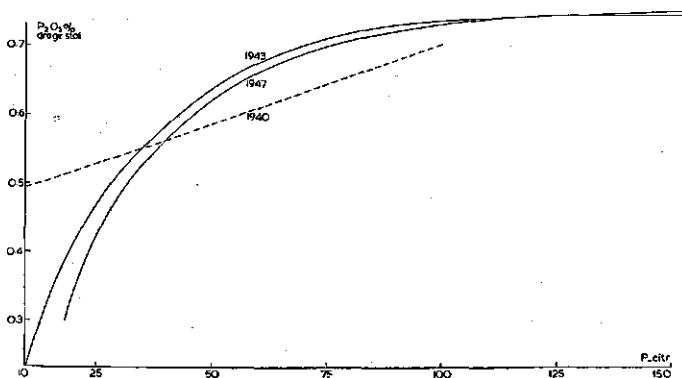


FIG. 9. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op veengrond, gevonden in 1940 (serie Landbouwproefstation in N-Drente, vrij onzeker), 1943, (fig. 4) en 1947 (fig. 3)

FIG. 9. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on peaty soils in 1940 (unreliable), 1943 and 1947

Het verband kon bij het in 1940 verrichte onderzoek, als gevolg van de onmogelijkheid om een correctie op gelijk N-gehalte uit te voeren, slechts onnauwkeurig worden bepaald en is in fig. 9 aangegeven door een rechte lijn. Dit resultaat behoeft dus niet sterk afwijkend te zijn geweest van de resultaten in beide andere jaren.

De resultaten op veengronden onderscheiden zich van andere, doordat het  $P_2O_5$ -gehalte tot vrij hoog P-citr blijft toenemen en ook de opbrengst bij hoge waarden nog op bemesting reageert.

## 2. ZEEKLEIGRONDEN

### a. Onderzoek in 1947 op proefvelden

De volgende ambtsgebieden hebben een bijdrage aan geslaagde proefvelden geleverd:

Leeuwarden,	WF . . .	9	proefvelden
Sneek,	ZWF . . .	15	„
Alkmaar,	NH . . .	9	„
Totaal . . .		33	proefvelden

Het verband tussen P-citr en de relatieve opbrengst is, zonder dat enige correctie is ingevoerd, weergegeven in fig. 10. Het verband van P-citr en  $P_2O_5$ %, na uitvoering van een correctie op gelijk N-gehalte, is afgebeeld in fig. 11. In beide gevallen is de samenhang zeer nauw en in het bijzonder valt dit op voor de opbrengsten, waarbij abnormaal afwijkende gevallen geheel ontbreken. Beneden P-citr 40 wordt de kans op aanmerkelijke opbrengstderving bij weglaten van de P-bemesting groot. Bij hoger P-citr komen overwegend nog gevallen van vrij lichte reactie op P-bemesting voor. Opmerkelijk is dus, dat een reactie op fosfaatbemesting ondanks betrekkelijk hoog P-citr zelden achterwege blijft. De stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte blijft boven P-citr 40 nog voortgaan en bij de hoogste onderzochte P-toestanden lijkt het maximum nog niet bereikt.

De verschillen tussen Friesland en Noordholland bleken van geen belang te zijn, zodat aan P-citr in beide streken dezelfde waarde zal mogen worden toegekend.

Bij dit materiaal konden geen duidelijke invloeden van andere factoren op het verband tussen P-citr en de reactie van het gewas worden aangetoond. P-citr is dus de enige factor, waarmee rekening behoeft te worden gehouden.

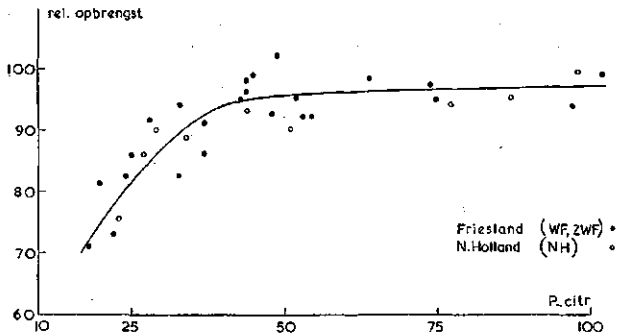


FIG. 10. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zeekleigrond in Friesland en N.-Holland (1947)

FIG. 10. Relation between P-citr and relative yields on marine clay soils in the provinces of Friesland and N. Holland (1947)

#### b. Onderzoek in 1948 op proefvelden

Deze serie proefvelden is gehouden in het westen des lands. Een gedeelte van deze proefvelden is in de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden aangelegd, welke voorheen tot de rivierkleigronden werden gerekend. Aangezien een samenvoeging van het

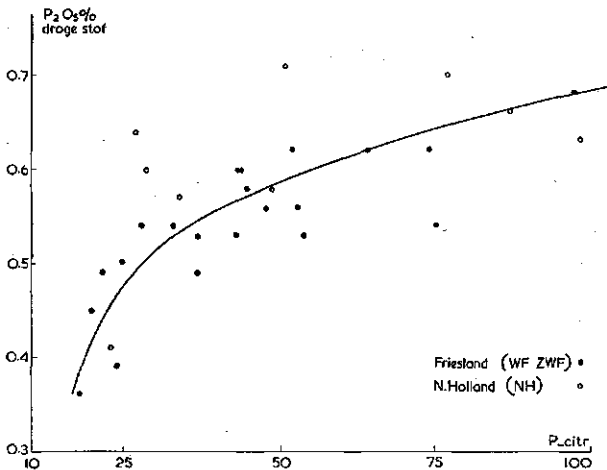


FIG. 11. Verband tussen P-citr en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% van de droge stof (N = 1,8%) op zeekleigrond in Friesland en N.-Holland

FIG. 11. Relation between P-citr and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content of dry matter (N = 1.8%) on marine clay soil in the provinces of Friesland and N. Holland (1947)

materiaal geen moeilijkheid opleverde, zijn alle proefvelden tezamen bewerkt. In de volgende figuren zijn de gegevens van deze klei op veengronden door een afzonderlijk teken van de andere kleigronden onderscheiden.

De volgende ambtsgebieden hebben een bijdrage aan geslaagde proefvelden gegeven:

Alkmaar, NH . . .	8 proefvelden
Rotterdam, NZH . . .	4 „
Barendrecht, ZZH . . .	7 „
Id. klei op veen . . .	8 „
Goes, Z . . .	2 „

Totaal . . . 29 proefvelden

Het verband tussen P-citr en opbrengst, zonder invoering van correcties, is weer-gegeven in fig. 12; tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte, na het verrichten van een correctie op gelijk N-gehalte, in fig. 13. In beide gevallen is de samenhang weer duidelijk. Afwijkingen van enige betekenis zijn niet voorgekomen. Ernstige opbrengstdepressies treden pas op als P-citr beneden 35 daalt; bij hoger P-citr is meestal slechts

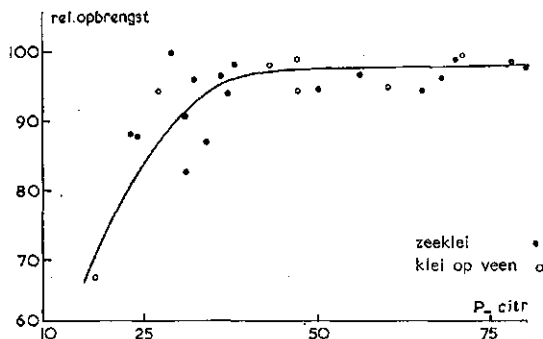


FIG. 12. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zeekleigrond in Noord- en Zuidholland en Zeeland (1948)

FIG. 12. Relation between P-citr and relative yields on marine clay soils in the provinces of North- and South-Holland and Zeeland (1948)

geringe reactie voorgekomen. In het algemeen kan de overeenstemming tussen 1948 en 1947 als zeer bevredigend worden beschouwd en kan er geen aanleiding zijn om P-citr in beide gebieden verschillend te waarderen. De Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden zullen in dit opzicht op gelijke wijze kunnen worden beschouwd als de overige zeekleigronden.

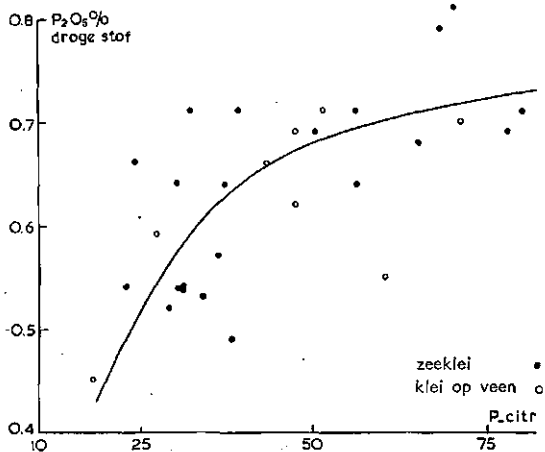


FIG. 13. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof op zeekleigrond in Noord- en Zuidholland en Zeeland (1948)

FIG. 13. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on marine clay soils in the provinces of North and South Holland and Zeeland (1948)

In tegenstelling met het in 1947 verkregen resultaat zijn er in 1948 wel enige aanwijzingen voor een invloed van de pH. De verticale afwijkingen van de afzonder-

lijke stippen van de in fig. 12 getrokken lijn met de pH in verband gebracht (fig. 14), wekken de indruk van een optimumkromme, die met de bij vorig onderzoek verkregen uitkomsten overeenstemt. De geringste reactie op fosfaatbemesting is gevonden bij pH 5,7—6,0, deze neemt haar hogere en lagere pH toe. Dit betekent dus, dat bij de optimale pH iets geringere eisen aan de P-toestand zouden kunnen

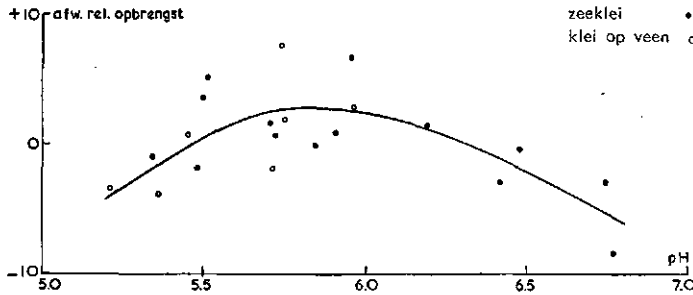


FIG. 14. Invloed van de pH van de grond op het verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op kleigrond (1948, fig. 12). Verticale afwijkingen van de stippen tot de gemiddelde kromme in fig. 12 zijn uitgezet tegen de pH

FIG. 14. Effect of pH of the soil on the relation between P-citr and relative yields on clay soil (1948, fig. 12). Vertical deviations of the dots in fig. 12 from the average curve have been plotted against the pH

worden gesteld dan bij lage of hoge pH. Een drietal proefvelden met hoge pH, waar de grond zeer veel  $\text{CaCO}_3$  bevatte, zijn buiten beschouwing gelaten.

Het chemische gewasonderzoek heeft een overeenkomstige, hoewel slechts zwakke aanwijzing gegeven. Een duidelijke invloed van andere factoren kon niet worden gevonden.

#### c. Onderzoek in 1943 op monsterplekken

De volgende ambtsgebieden zonden een bijdrage aan voor het doel bruikbare monsters:

Groningen,	NGr . .	24	monsters
Leeuwarden,	WF . .	30	„
Zwolle,	WO . .	15	„
Arnhem,	Ve . .	2	„
Utrecht,	U . .	7	„
Alkmaar,	NH . .	17	„
(Middenmeer),	Wm . .	1	„
Rotterdam,	NZH . .	5	„
Barendrecht,	ZHE . .	16	„
Goes,	Z . .	15	„
Breda,	WB . .	10	„

Totaal . . 142 monsters

Aangezien er enkele regionale verschillen bleken te bestaan, is het materiaal aanvankelijk in de volgende groepen ingedeeld en bewerkt: Groningen, Friesland, Zuiderzeerand (WO, Ve en U), N. en Zuidholland, Zuidhollandse en Zeeuwse Eilanden met Westelijk Noordbrabant.

In de fig. 15—19 zijn de uitkomsten van deze groepen afgebeeld, nadat tevoren per groep op gelijk N-gehalte ( $\text{N} = 1,8\%$ ) is gecorrigeerd.

Bij het Groningse materiaal (fig. 15) blijken gevallen met laag P-citr te ontbreken. Bij deze hoge P-citr waarden wordt evenwel nog een duidelijke reactie gevonden. Het ruime aantal gevallen met hoog P-citr laat de conclusie toe, dat het  $\text{P}_2\text{O}_5\%$  boven P-citr 100 niet meer gestegen is.

Het Friese materiaal heeft een iets ander beeld gegeven (fig. 16), namelijk een veel geringere reactie bij middelmatig P-citr, zodat een samenhang met het Groningse materiaal een minder fraaie samenhang zou hebben gegeven. Het verband is duidelijk, al is de spreiding tamelijk groot. Bepaalde uitbijters komen evenwel niet voor. Belangrijke stijging van het  $P_2O_5\%$  treedt op tot P-citr 70, hierboven schijnt het maximum te zijn bereikt.

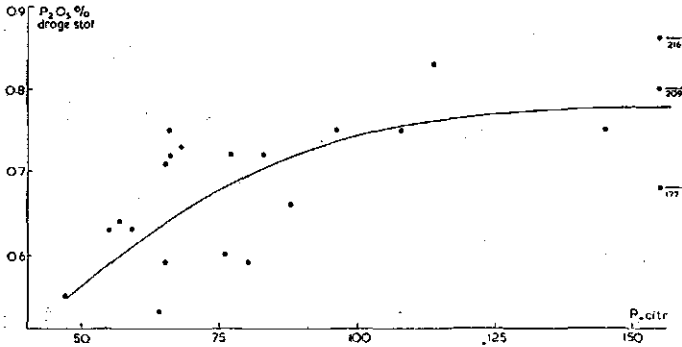


FIG. 15. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof op zeekleigrond in Groningen (1943)

FIG. 15. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on marine clay soil in the province of Groningen (1943)

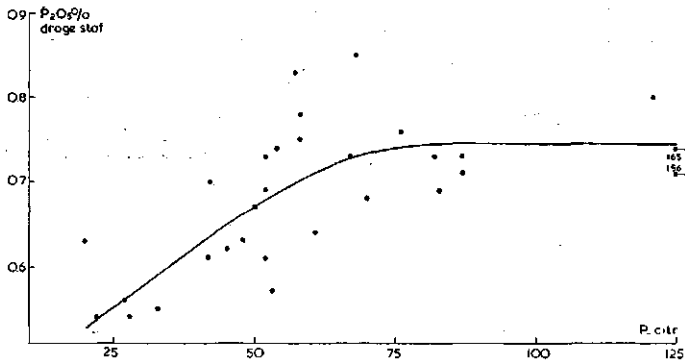


FIG. 16. Als fig. 15 voor Friesland (1943)

FIG. 16. Same as fig. 15 for the province of Friesland

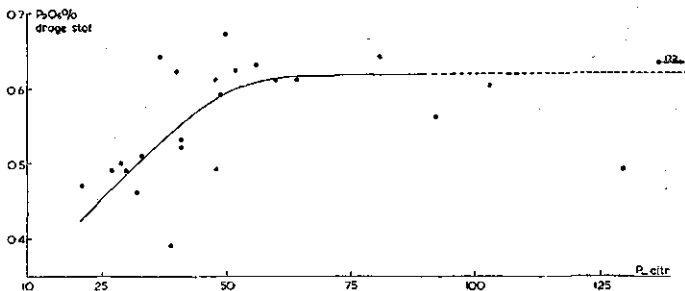


FIG. 17. Als fig. 15 voor de Zuiderzee-kleigronden in Overijssel, Gelderland en Utrecht (1943)

FIG. 17. Same as fig. 15 for the marine clay soils of the Zuiderzee region in the provinces of Overijssel, Gelderland and Utrecht

Een nogal afwijkend beeld geven de uitkomsten van het Zuiderzeerland (fig. 17). De samenhang is goed, maar boven P-citr 50 vindt geen stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte meer plaats. De maximaal bereikte  $P_2O_5$ -gehalten zijn opvallend laag. Een oorzaak hiervan werd niet gevonden.

Bij de Hollandse groep (fig. 18) is de samenhang, voor zover het de gevallen uit het ressort NH aangaat, zeer goed. Een van de 5 gevallen uit het ressort NZH geeft bij middelmatig P-citr een te laag  $P_2O_5$ -gehalte, overigens passen deze resultaten in het algemeene beeld. Het afwijkende geval heeft betrekking op een kalkhoudende grond; een herhaling van de chemische analyse was onmogelijk door verloren gaan van het monster. De stijging van de kromme zet zich voort tot hoge waarden, al is deze boven P-citr 100 waarschijnlijk van geringe betekenis.

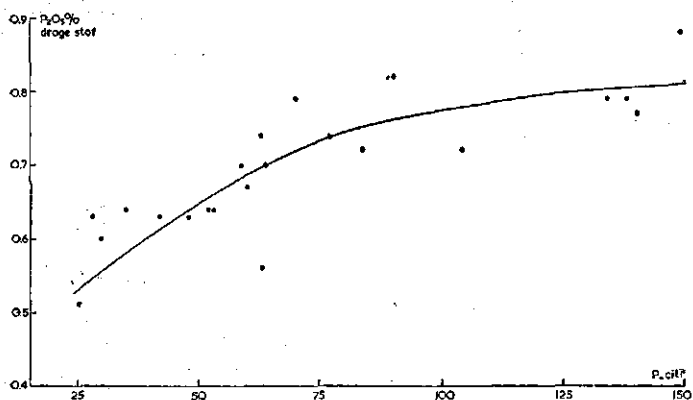


FIG. 18. Als fig. 15 voor N- en Z.-Holland (1943)

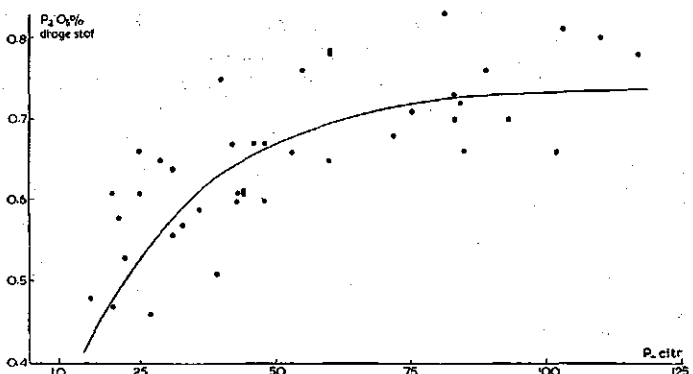


FIG. 19. Als fig. 15 voor de Z.-Hollandse en Zeeuwse Eilanden en N.W.-Noordbrabant

FIG. 19. Same as fig. 15 for the islands of the provinces of S. Holland and Zeeland and the North-West of the province of N. Brabant

Het enige monster uit de Wieringermeer valt geheel uit de lijn. Bij P-citr 47 bedraagt het  $P_2O_5$ % na N-correctie namelijk slechts 0,49. Dit afwijkende geval werd niet in fig. 18 opgenomen.

Het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % is in de groep van de Zuidhollandse en Zeeuwse Eilanden met Westelijk Noordbrabant eveneens behoorlijk (fig. 19). Verontrustende afwijkingen komen niet voor.

Een samenvatting van de in fig. 15—19 voor de verschillende zeekeigebieden in 1943 vastgestelde krommen wordt in fig. 20 gegeven. Hieruit blijkt, dat het verband tussen P-citr en het  $P_2O_5$ % voor de gebieden West-Friesland (16), N. en Z. Holland (18), en Zuidhollandse Eilanden—Zeeland—West. Noordbrabant (19), vrijwel door



eenzelfde lijn kan worden weergegeven. Het verschil met het Zuiderzeerlandgebied is vooral, dat de  $P_2O_5$ -gehalten daar over de hele lijn lager waren en reeds boven betrekkelijk laag P-citr (50) geen noemenswaardige stijging meer optrad. Alleen Groningen valt uit door een eerder intredende daling van het  $P_2O_5$ % als P-citr nog betrekkelijk hoog is (fig. 15).

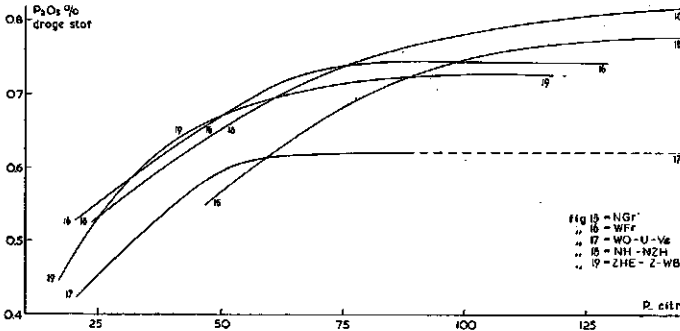


FIG. 20. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op zeekelegrond in verschillende landsgedeelten (fig. 15—19)

FIG. 20. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,8\%$ ) on marine clay soils in 1943 in different regions (fig. 15—19)

Dat het gras in Groningen inderdaad hogere eisen zou stellen, lijkt vrij onwaarschijnlijk, al is het opmerkelijk, dat ook in 1939 hier een sterke reactie op fosfaat is gevonden (vgl. fig. 22).

In de verschillende groepen is de invloed van andere factoren op het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % nagegaan, zonder dat dit evenwel tot zeer overtuigende uitkomsten heeft geleid. Wel werden aanwijzingen verkregen voor een invloed van de pH.

Bij het Friese materiaal (fig. 16) is deze zwak aantoonbaar met een optimaal  $P_2O_5$ -gehalte bij pH van ongeveer 6,1. Het Groningse materiaal (fig. 15) laat geen duidelijke pH-invloed zien. Evenmin is dit het geval bij de groep van de Zuidhollandse-Zeeuwse Eilanden met West. Noordbrabant (fig. 19). Een zwakke aanwijzing geeft ook het materiaal van het Zuiderzeerlandgebied, waar een optimum bij pH 6,1 aanwezig is en vooral een vrij duidelijke daling naar hogere pH gevonden wordt. Het Noord- en N. Zuidhollandse materiaal betreft vrijwel uitsluitend gevallen met pH >6,0. Van pH 6—7 is er een vrij duidelijke daling van het  $P_2O_5$ %.

Deze invloeden van de pH, voor zover aantoonbaar, zijn alle van weinig belang, zodat er geen gebruik van is gemaakt om de verkregen uitkomsten te corrigeren en van een weergave in aparte figuren wordt afgezien. Wel is het van belang, dat deze uitkomsten steeds met vroegere ervaringen overeenstemmen, zodat er wel enige realiteit aan schijnt te kunnen worden toegekend.

Enkele nog zwakkere invloeden van het humusgehalte zijn ook gevonden. Voor zover aantoonbaar wekken deze de indruk, dat het  $P_2O_5$ -gehalte soms bij hoger humusgehalte iets lager is geweest.

Een samenvatting van het gehele materiaal van de zeelei, met uitzondering van de nogal sterk afwijkende groep van het Zuiderzeerlandgebied, wordt tenslotte gegeven in fig. 21. De vrij belangrijke geografische verschillen in aanmerking genomen, is dit beeld niet onbevredigend.

d. *Samenvatting van de resultaten op zeeleigonden*

In fig. 22 zijn enige P-citr-opbrengstcurven, die bij het onderzoek in 1939 (van het Proefstation, ten N.W. van de stad Groningen verricht), 1947 en 1948 zijn verkregen, samengevat. De reactie is in 1948 iets geringer geweest dan in het voorgaande, droge jaar. Het voorjaar van 1939 was eveneens zeer droog, wat misschien de reden kan zijn

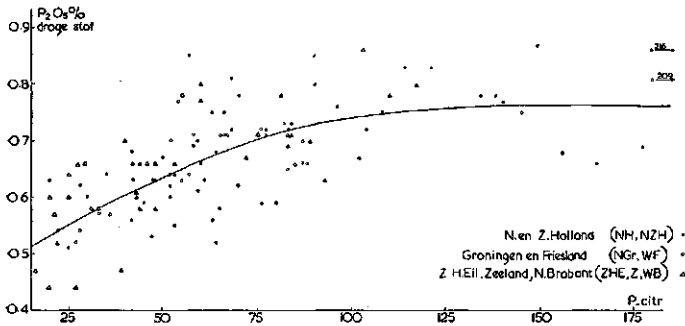


FIG. 21. Samenvatting van alle in 1943 op zeeleigronde verkregen resultaten (fig. 15—19); P-citr in verband met  $P_2O_5$  % van de droge stof ( $N = 1.8\%$ )

FIG. 21. Summary of results on marine clay soils in the whole country in 1943; P-citr plotted against  $P_2O_5$  % content of dry matter ( $N = 1.8\%$ )

geweest voor de sterkere reactie. Er werd evenwel reeds op gewezen (blz. 26), dat het ook mogelijk is, dat de Groningse graslanden bij eenzelfde P-citr een grotere fosfaat-behoefte hebben.

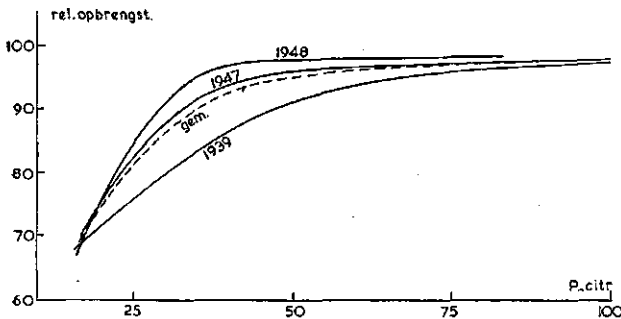


FIG. 22. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zeeleigronde, gevonden in 1939 (serie Landbouwproufstation in Groningen), 1947 (fig. 10) en 1948 (fig. 12)

FIG. 22. Relation between P-citr and relative yields on marine clay soil in 1939, 1947 and 1948

Fig. 23 geeft een samenvatting van het tussen P-citr en het  $P_2O_5$ -gehalte in verschillende jaren gevonden verband. Deze krommen liggen ondanks correctie op gelijk N-gehalte niet op hetzelfde niveau; de  $P_2O_5$ -gehalten kunnen blijkbaar in verschillende jaren belangrijk verschillen. Hiervan afgezien is de overeenstemming tussen de verschillende jaren, met uitzondering van de gronden van het Zuiderzeerandgebied in 1943, waar reeds bij middelmatig P-citr geen verdere stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte is opgetreden, zeer bevredigend. Men kan vaststellen dat het  $P_2O_5$ -gehalte tot P-citr van  $\pm 50$  belangrijk blijft toenemen en dat tussen 75 en 100 het maximum dicht benaderd wordt.

Inplaats van krommen, die op een verschillend niveau liggen, te vergelijken, kan getracht worden een betere basis van vergelijking te krijgen door ook het gehalte in een relatieve maat uit te drukken. De bij P-citr 100 gevonden gehalten zijn daarom in fig. 24 op 100 gesteld. Deze figuur toont duidelijker aan, dat op deze grondsoort in het algemeen overeenstemmende resultaten zijn verkregen.

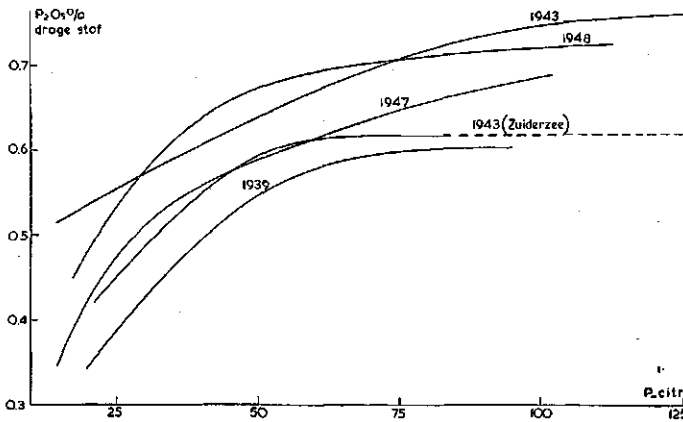


FIG. 23. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op zeekelegrond in 1939 (niet gecorrigeerd op zeldse N-gehalte en daardoor vermoedelijk te laag liggend), 1943 ((Zuiderzeekele apart) fig. 21), 1947 (fig. 11) en 1948 (fig. 13)

FIG. 23. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on marine clay soils in 1939 (not corrected for difference in N-content; owing to this too low presumably), 1943 (Zuiderzee region separately), 1947 and 1948

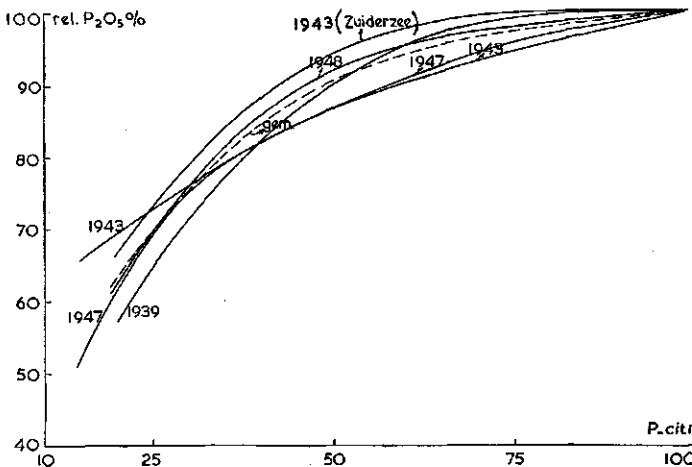


FIG. 24. Als fig. 23 na herleiding van het bij P-citr=100 gevonden  $P_2O_5\%$  op 100

FIG. 24. Same as fig. 23 after reduction of the  $P_2O_5$  content to 100 for P-citr = 100

### 3. RIVIERKLEIGROND

#### a. Onderzoek in 1947 op proefvelden

In de volgende ambtsgebieden hebben geslaagde proefvelden gelegen:

Tiel,	ZGe . .	15	proefvelden
Utrecht,	U . .	4	„
Breda,	WB . .	5	„
Roermond,	L . .	12	„

Totaal . . . 36 proefvelden

Het verband tussen P-citr en de relatieve opbrengsten is weergegeven in fig. 25. Hoewel een vrij heterogeen materiaal van verschillende herkomst bijeen is, kan deze uitkomst niet onbevredigend worden genoemd. Afwijkend is het resultaat van een proefveld met P-citr 11 (stip met cijfer 1 aangeduid), dat niet reageerde. Het  $P_2O_5\%$  was wel zeer laag op dit proefveld (vgl. fig. 27). De zeer late bemesting op

1 Mei zou voor het uitblijven van de reactie in aanmerking kunnen komen, ware het niet, dat 2 andere, eveneens zeer laat bemeste velden, een zeer normale opbrengststijging gaven. Niettemin is bij het trekken van de lijn met deze stip geen rekening gehouden.

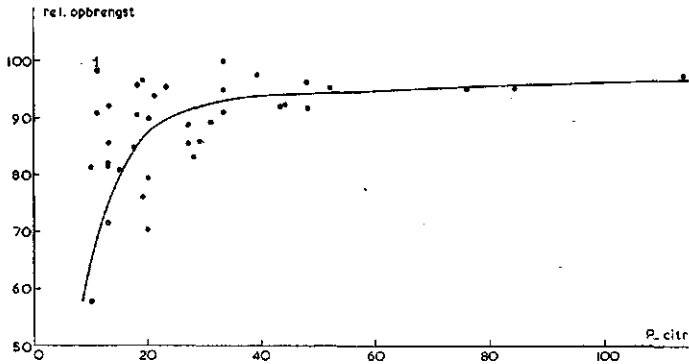


FIG. 25. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op rivierkleigrond (1947) (1. zie tekst)

FIG. 25. Relation between P-citr and relative yields on fluvial clay soil (1947) (1. see text)

Sterke reactie van de opbrengst treedt op beneden P-citr 30. Bij deze overwegend minder goede graslanden is blijkbaar een lager P-citr dan bij de hier boven besproken zeeleigonden voldoende voor de 1e snede. Het valt op, dat bij hoger P-citr, evenals op veen- en zeeleigronde, steeds een zwakke opbrengsttoename bij fosfaatbemesting is gevonden.

Het is mogelijk, dat de pH enige invloed op dit verband heeft gehad, waar bij wederom bij een pH van ongeveer 6,0 de geringste reactie op fosfaatbemesting lijkt te zijn voorgekomen. De zekerheid van dit resultaat achten wij evenwel gering, zodat wij hierop niet verder ingaan en geen correctie van de in fig. 25 vermelde resultaten hebben verricht. Een invloed van het humusgehalte was evenmin voldoende zeker.

Worden echter de Limburgse en Brabantse proefvelden afzonderlijk genomen, dan blijkt een vrij duidelijke invloed van de pH op het verband tussen P-citr en

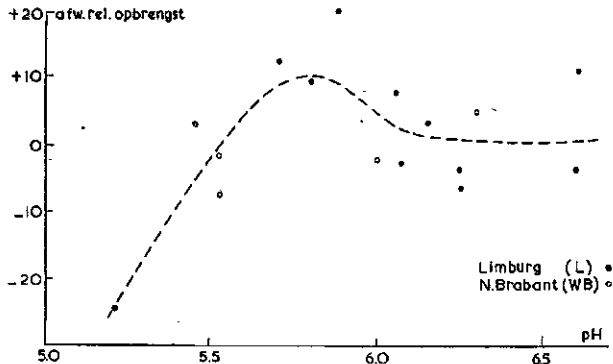


FIG. 26. Invloed van de pH van de grond op het verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op rivierklei in N.-Brabant en Limburg. De verticale afwijkingen van de stippen van de gemiddelde kromme in fig. 25, voor zover op deze gebieden betrekking hebbend, zijn uitgezet tegen de pH

FIG. 26. Effect of pH of the soil on the relation between P-citr and relative yields on fluvial clay soil in the provinces of N. Brabant and Limburg (fig. 25). Vertical deviations of the dots from the average curve in fig. 25, as far as concerning these regions, have been plotted against pH.

relatieve opbrengst aanwezig te zijn (fig. 26). Deze invloed komt bovendien overeen met de in vele andere gevallen gevonden invloed van de pH, zodat dit resultaat zeer waarschijnlijk niet op toeval berust. Bij pH 5,8 zou de reactie op fosfaat dus minimaal zijn geweest.

Het verband tussen P-citr en het  $P_2O_5$ -gehalte bleek beter in 2 afzonderlijke groepen te kunnen worden beschouwd, daar op deze wijze een iets meer bevredigend resultaat kon worden verkregen.

Een samenvatting van de resultaten van Zuid-Gelderland en Utrecht wordt in fig. 27 gegeven.

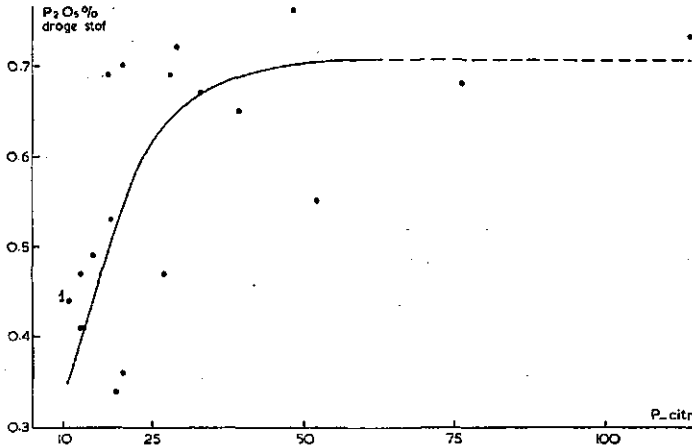


Fig. 27. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof (N = 1,8%) op rivierklei in Gelderland en Utrecht (1947)

Fig. 27. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter (N = 1,8%) on fluvial clay soil in the provinces of Gelderland and Utrecht (1947)

Het bleek mogelijk een verband tussen het humusgehalte en de afwijkingen van de stippen van de gemiddelde lijn in fig. 27 vast te stellen (fig. 28). Hieruit blijkt, dat op de humusrijke gronden bij een zelfde P-citr lagere  $P_2O_5$ -gehalten zijn gevonden. Een correctie voor deze invloed van de humus geeft in fig. 29 een belangrijk mindere spreiding. Het P-citr heeft dus, onder in acht nemen van het humusgehalte, een zeer bevredigende correlatie met het  $P_2O_5$ -gehalte.

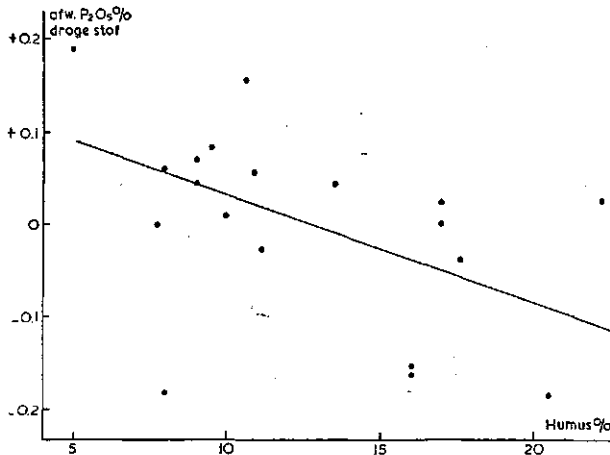


Fig. 28. Invloed van het humusgehalte op het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % op rivierklei (fig. 27). De verticale afwijkingen van de stippen in fig. 27 tot de gemiddelde kromme zijn uitgezet tegen het humusgehalte

Fig. 28. Effect of humus content on the relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter on fluvial clay soil (fig. 27). Vertical deviations of the dots from the average curve in fig. 27 have been plotted against humus content

Een invloed van de pH werd niet gevonden.

Bij de Limburgs-Brabantse groep is het echter wederom de pH, die de duidelijkste invloed heeft. Na een correctie voor deze factor blijft het verband tussen P-citr en

$P_2O_5\%$  niettemin nog vrij zwak (fig. 30), waarbij evenwel in aanmerking moet worden genomen, dat het aantal beschikbare gegevens klein is.

Het wekt de indruk dat bij rivierkleigronden reeds bij matig P-citr een maximale P-opname is bereikt.

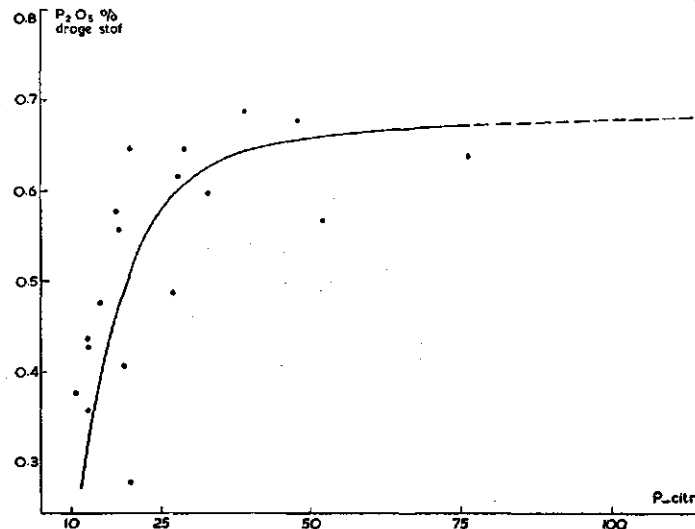


FIG. 29. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op rivierklei in Gelderland en Utrecht, na invoering van een correctie op gelijk humusgehalte (15%) met behulp van de in fig. 28 gevonden relatie (vgl. met fig. 27)

FIG. 29. Relation between P-citr and  $P_2O_5\%$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on fluvial clay soil in the provinces of Gelderland and Utrecht, after correction to equal (15%) humus content (by means of the relation found in fig. 28, compare with result of fig. 27)

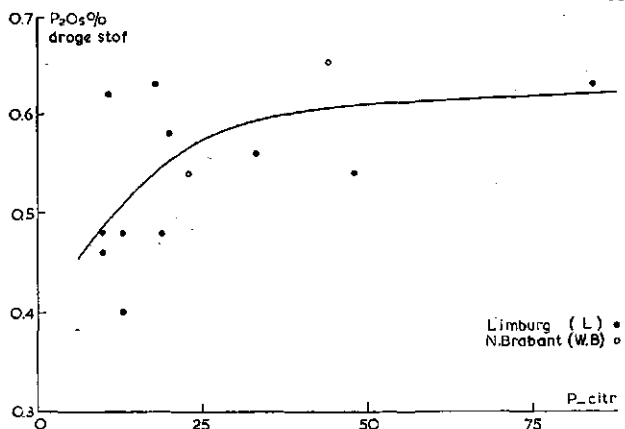


FIG. 30. Verband tussen P-citr en het  $P_2O_5\%$  van de droge stof (gem.  $N\% = 1,8$ ) op rivierklei in N.-Brabant en Limburg, na invoering van een correctie op een gelijke pH van 6,2 (1947)

FIG. 30. Relation between P-citr and  $P_2O_5\%$  content of dry matter (average  $N$  content = 1.3%  $P_2O_5$  not corrected) on fluvial clay soil in the provinces of N. Brabant and Limburg, after correction to the same pH = 6.2 (1947)

#### b. Onderzoek in 1943 op monsterplekken

De volgende ambtsgebieden hebben monsters ingezonden:

Zwolle,	WO . . .	5	monsters
Arnhem,	Ve . . .	4	"
Tiel,	ZGe . . .	30	"
Utrecht,	U . . .	16	"
Rotterdam,	NZH . . .	5	"
Barendrecht,	ZHE . . .	1	"
Breda,	WB . . .	5	"
Roermond,	L . . .	12	"

Totaal . . . 78 monsters

De heterogeniteit van het materiaal in aanmerking genomen, is de na correctie op gelijk N-gehalte verkregen samenhang tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte nog vrij bevredigend (fig. 31). Dit verband is nog op tamelijk duidelijke wijze van het humusgehalte afhankelijk, zodat na uitvoering van een correctie op een zelfde humusgehalte een nog enigszins betere correlatie zou kunnen worden verkregen.

Deze bewerking verloopt wat beter als de behandelde groep iets kleiner wordt genomen en alleen het aaneensluitende gebied van de ressorten ZGe, U en NZH en ZHE tezamen wordt bewerkt.

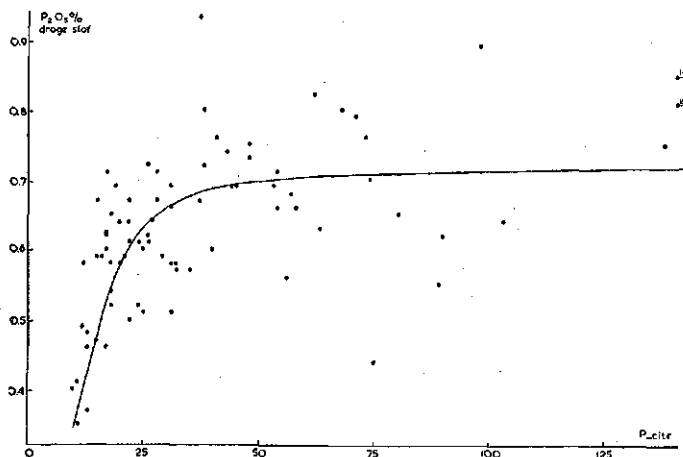


FIG. 31. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1.8\%$ ) op rivierklei, alle gebieden (1943)

FIG. 31. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on fluvial clay soil (all regions included, 1943)

Het bij dit materiaal gevonden verband tussen humusgehalte en de verticale afwijkingen van de alleen op gelijk N-gehalte gecorrigeerde stippen (als fig. 31, maar alleen voor deze gebieden) van de gemiddelde lijn wordt weergegeven in fig. 32, waaruit blijkt, dat bij hogere humusgehalten bij overeenkomend P-citr gemiddeld lagere  $P_2O_5$ -gehalten worden gevonden. Na correctie op gelijk N- en humusgehalte

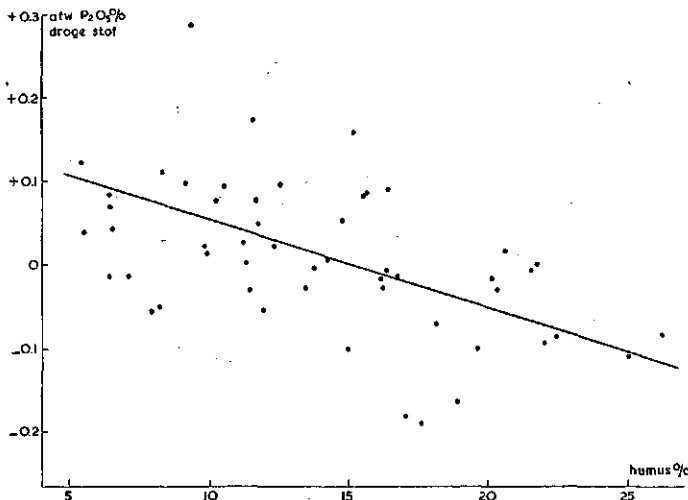


FIG. 32. Invloed van het humusgehalte op het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % op rivierklei, alleen de waarnemingen in Gelderland, Utrecht en Z.-Holland betreffend (fig. 31). Verticale afwijkingen van de stippen in fig. 31 tot de gemiddelde kromme zijn uitgezet tegen het humusgehalte

FIG. 32. Effect of humus content on the relation between P-citr and  $P_2O_5$ % on fluvial clay soil in the provinces of Gelderland, Utrecht and S. Holland only (fig. 31). Vertical deviations of the dots from the average curve in fig. 31 have been plotted against humus content

(15%) wordt dan ook een zeer bevredigend verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van het gras gevonden (fig. 33). Boven P-citr 40—50 wordt geen verdere stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte gevonden.

Iets afwijkend en wat minder fraai zijn de uitkomsten voor de afgesplitste gebieden van de Gelderse IJssel (Ve en WO) en van de Maasklei (L en WB) geweest.

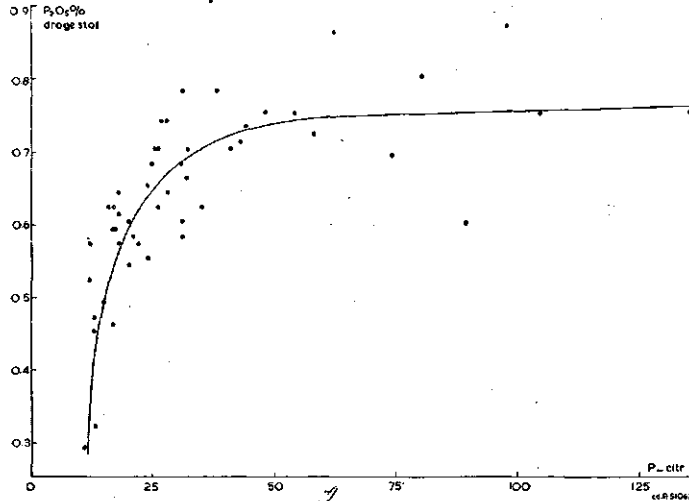


FIG. 33. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op rivierklei, alleen de waarnemingen in Gelderland, Utrecht en Z.-Holland betreffend, na invoering van een correctie op gelijk humusgehalte van 15% (met behulp van de in fig. 32 vastgestelde relatie; vgl. fig. 31, waarin totale ongecorrigeerde materiaal)

FIG. 33. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,8\%$ ) on fluvial clay soil in the provinces of Gelderland, Utrecht and S. Holland only, after correction to equal humus content of 15% (by means of the relation established in fig. 32; compare with fig. 31, which gives the complete material not corrected)

### c. Samenvatting van de resultaten op rivierkleigronden

Het verband tussen P-citr en opbrengst werd slechts eenmaal vastgesteld (fig. 25). Een samenvatting van de uitkomsten in 1943 en 1947, verkregen met het chemische gewasonderzoek (fig. 27 en 33 na correctie op hetzelfde N-gehalte, wordt gegeven in fig. 34. De overeenstemming tussen beide jaren is zeer goed. Boven een P-citr van ongeveer 40 vond geen belangrijke stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte plaats. Beneden P-citr 30 daalt het  $P_2O_5$ -gehalte snel. Het is mogelijk dat het humusgehalte een vrij belangrijke invloed op de waarde van P-citr heeft.

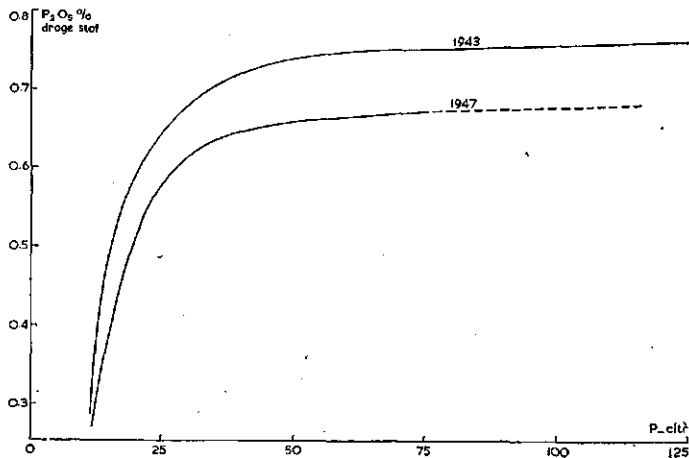


FIG. 34. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op rivierklei in 1943 (fig. 33) en 1947 (fig. 29)

FIG. 34. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,8\%$ ) on fluvial clay soil in 1943 and 1947



## 4. LÖSSGROND

Alle onderzoeken op lössgrond zijn in Zuid-Limburg door het Consulent-schap te Roermond verricht. In 1947 zijn 11 proefvelden aangelegd. Een bezwaar van deze kleine serie is, dat de aanleg vrij laat heeft plaatsgehad en het gras bemest is toen de groei reeds aangevangen was. In 1948 zijn 25 proefvelden gehouden. Het aantal in 1943 ingezonden monsters bedroeg 15. Van dit kleine gebied is dus een behoorlijk aantal gegevens verkregen.

## a. Onderzoek in 1947 op proefvelden

De late bemesting van de proefvelden heeft weliswaar de verkregen opbrengstverschillen wat twijfelachtig gemaakt, maar uiteraard geen invloed gehad op het  $P_2O_5$ -gehalte. Het verband tussen P-citr en relatieve opbrengst wordt weergegeven in fig. 35, tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte, dit laatste na correctie op gelijk N-gehalte, in fig. 36. Laatstgenoemde figuur toont vooral een goede correlatie. In dit kleine materiaal konden geen invloeden van andere factoren met zekerheid worden vastgesteld.

FIG. 35. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op lössgrond (1947)

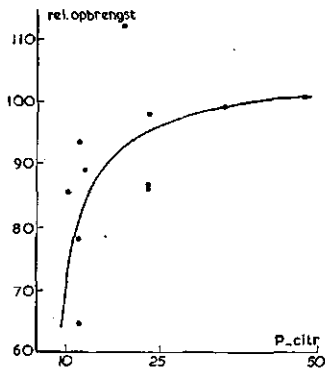


FIG. 35. Relation between P-citr and relative yields on loess soil (1947)

FIG. 36. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof (N = 1,8%) op lössgrond (1947)

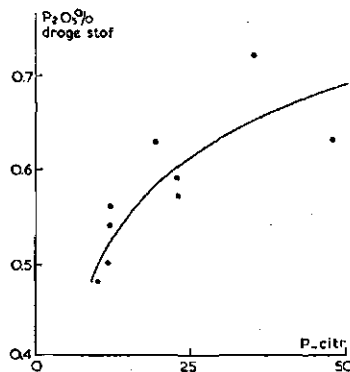


FIG. 36. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter (N = 1.8%) on loess soil (1947)

## b. Onderzoek in 1948 op proefvelden

Het verband tussen P-citr en de opbrengst (fig. 37) en het  $P_2O_5$ % van het gras (fig. 38) is vrij matig. Het valt op dat er verschillende gevallen zijn, waarin

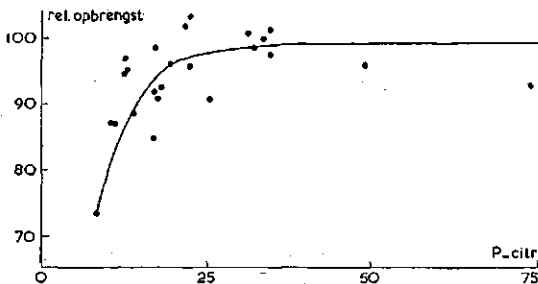


FIG. 37. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op lössgrond (1948)

FIG. 37. Relation between P-citr and relative yields on loess soil (1948)

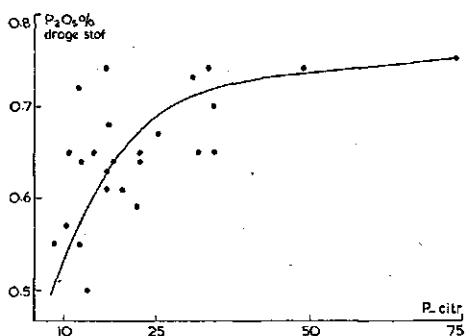


FIG. 38. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op lössgrond (1948)

FIG. 38. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,8\%$ ) on loess soil (1948)

bij betrekkelijk laag P-citr geen of slechts geringe reactie van de opbrengst is opgetreden. Ook bij hoger P-citr kwamen nog zwakke reacties op fosfaatbemesting voor.

Er is duidelijke overeenstemming tussen de uitkomsten van beide jaren, hoewel de reactie in het droge jaar 1947 iets sterker is geweest dan in 1948. Boven P-citr 30 treedt geen duidelijke reactie van de opbrengst op en ook het  $P_2O_5$ -gehalte lijkt boven P-citr 30—40 niet van belang meer te stijgen.

Een invloed van de pH lijkt vrij waarschijnlijk. In fig. 39 worden de afwijkingen van het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % en de pH met elkaar in verband gebracht. Het resultaat is in overeenstemming met andere soortgelijke resultaten, al is de vaststelling van een lijn in het hiervoor nog te kleine materiaal uiteraard op zichzelf vrij onzeker. Er is geen poging gedaan de in fig. 38 afgebeelde uitkomsten verder voor deze zwakke invloed van de pH te corrigeren.

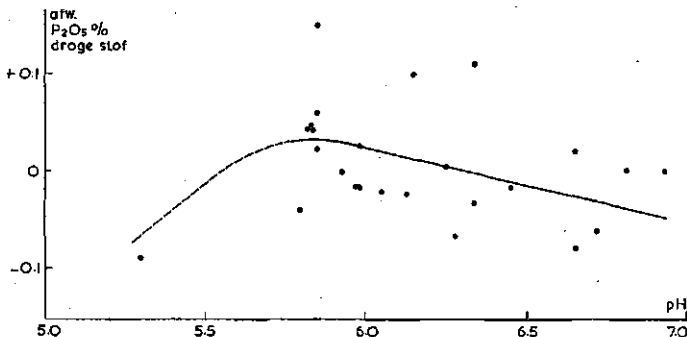


FIG. 39. Invloed van de pH van de grond op het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof op lössgrond in 1948 (fig. 38). Verticale afwijkingen van de stippen tot de gemiddelde kromme in fig. 38 zijn uitgezet tegen de pH

FIG. 39. Effect of pH of the soil on the relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter on loess soil in 1948 (fig. 38). Vertical deviations of the dots in fig. 38 to the mean curve have been plotted against pH

### c. Onderzoek in 1943 op monsterplekken

Het onderzoek in 1943 heeft een zeer goede correlatie tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte van het gras opgeleverd (fig. 40). Dit materiaal wijst op een goede bruikbaarheid van P-citr op deze grondsoort. De vorm van de kromme is echter nogal afwijkend van die in de beide andere jaren. Het  $P_2O_5$  % was niet alleen hoger, maar bleef ook bij hogere P-citr waarden toenemen, zodat hier, veeleer in overeenstemming met de resultaten van de zeekleigronden, pas bij P-citr van 80 of hoger het hoogste  $P_2O_5$ -gehalte is bereikt.

De conclusie, welke men geneigd zou zijn uit de onderzoekingen van 1947 en 1948 te trekken, namelijk dat de lössgronden reeds bij een zeer matig P-citr met voldoende fosfaat zijn voorzien, wordt op grond van het onderzoek in 1943 aan twijfel onderhevig.

Bij een dergelijke steile toename van het  $P_2O_5$ -gehalte lijken ook opbrengstreacties bij hoger P-citr niet uitgesloten.

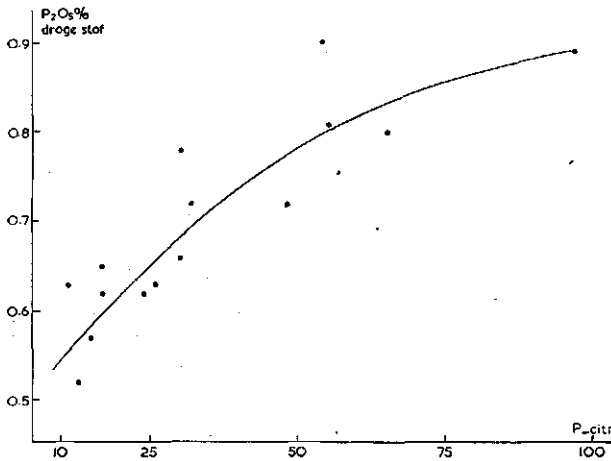


FIG. 40. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof (N = 1,8%) op lössgrond (1943)

FIG. 40. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter on loess soil (1943)

Voor vaststelling van de invloed van andere factoren op het gevonden verband was ook dit materiaal te klein.

#### d. Samenvatting van de resultaten op lössgronden

De in 1947 en 1948 gevonden opbrengstcurven zijn in fig. 41 samengevoegd. Hieruit blijkt de grote overeenstemming tussen de resultaten van beide jaren.

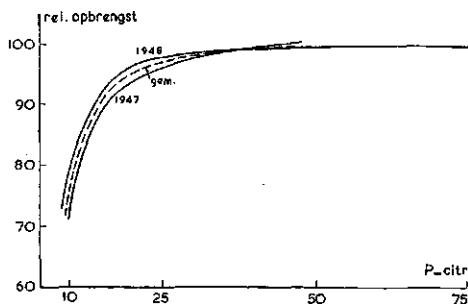


FIG. 41. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op lössgrond in 1947 (fig. 35) en 1948 (fig. 37)

FIG. 41. Relation between P-citr and relative yields on loess soil in 1947 and 1948

De samenvoeging van de krommen, die het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte weergeven (fig. 42), toont behoorlijke overeenstemming tussen verschillende jaren bij lagere P-citr getallen. Bij hoger P-citr wijkt het resultaat van 1943 af, doordat de stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte voortgaat, waarvoor in beide andere jaren geen duidelijke aanwijzingen waren. Een dergelijk verschil berust op een gering aantal waarnemingen, zodat er geen grote zekerheid aan toekomt. De mogelijkheid is echter aanwezig, dat het  $P_2O_5$ -gehalte nog stijgt, zonder dat dit invloed heeft op de reactie van de opbrengst. De waarschijnlijkheid is echter het grootst, dat de lössgrond geen hoog P-citr vereist en dat de in 1943 gevonden stijging te sterk is geweest.

Het uitdrukken van het  $P_2O_5$ -gehalte in een relatieve maat, op dezelfde wijze als

ook bij fig. 24 is geschied, geeft als gevolg van dit verschillend verloop bij hoger P-citr een nogal afwijkend beeld (fig. 43). De kromme, welke het verband in 1943

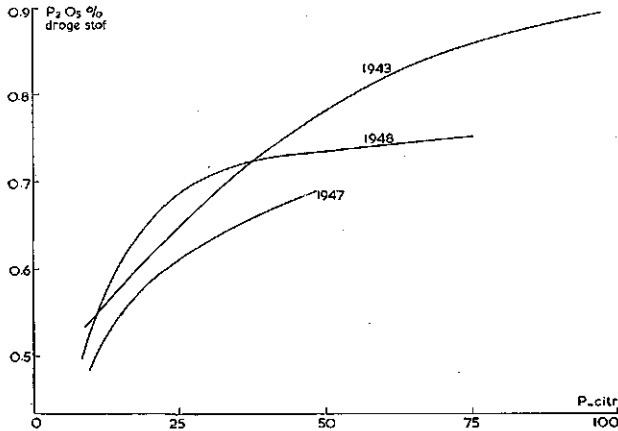


FIG. 42. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof ( $N = 1.8\%$ ) op lössgrond in 1943 (fig. 40) 1947 (fig. 36) en 1948 (fig. 38).

FIG. 42. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) on loess soil in 1943, 1947 and 1948

weergeeft, ligt hier zeer laag. Aangezien hieronder van het gemiddelde verband nog gebruik zal worden gemaakt bij de vergelijking van de op verschillende grondsoorten verkregen resultaten, is het nodig er hier op te wijzen, dat dit gemiddelde verband door het resultaat van 1943 nogal sterk beïnvloed is. Het lijkt dus mogelijk, dat een meer naar links verschoven lijn het resultaat juister zou representeren, dan de hier gegeven gemiddelde lijn. Hierop wordt later teruggekomen.

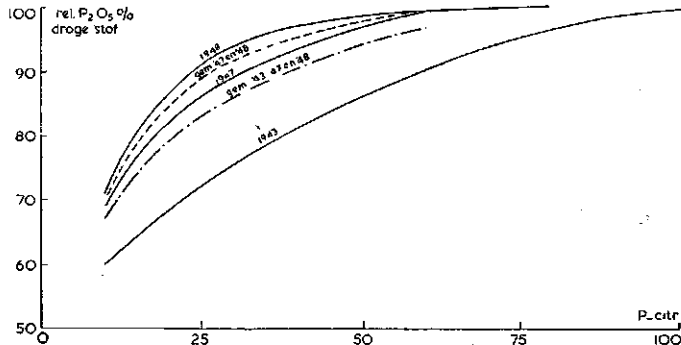


FIG. 43. Als fig. 42 na herleiding van het bij P-citr = 100 gevonden  $P_2O_5$  % op 100

FIG. 43. Same as fig. 42 after reduction of the  $P_2O_5$  content of dry matter to 100 for P-citr = 100

## 5. ZANDGROND

### a. Onderzoek in 1947 op proefvelden

In de volgende ambtsgebieden hebben geslaagde proefvelden gelegen:

Leeuwarden,	WF . . .	3	proefvelden
Sneek,	ZWF . . .	6	"
Drachten,	OF . . .	14	"
Zwolle,	WO . . .	9	"
Hengelo,	OO . . .	9	"
Zutfen,	OGe . . .	9	"

Totaal . . . 50 proefvelden

Bij de bewerking bleken de Friese en de Overijsels—Gelderse proefvelden niet geheel overeenstemmende resultaten te geven, waarom aan een afzonderlijke behandeling de voorkeur wordt gegeven.

Het verband tussen P-citr en de relatieve opbrengst bij beide groepen van proefvelden wordt weergegeven in de fig. 44 en 45. Het in laatstgenoemde figuur afgebeelde resultaat geeft iets meer bevrediging, daar enkele sterk reagerende proefvelden voorkomen en de samenhang iets beter is. Een tamelijk afwijkende waarneming (in fig 45

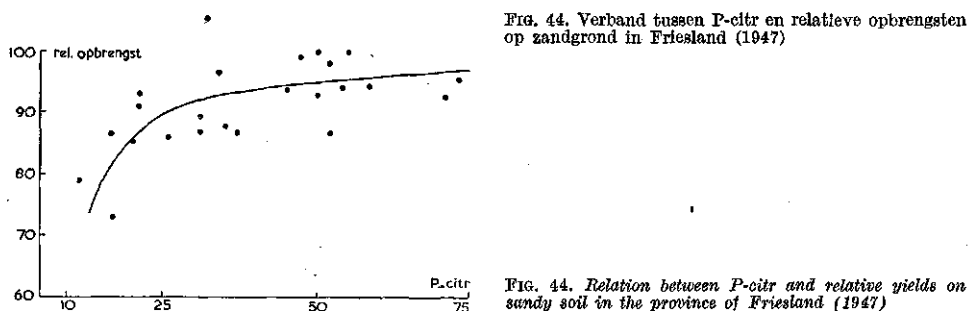


FIG. 44. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zandgrond in Friesland (1947)

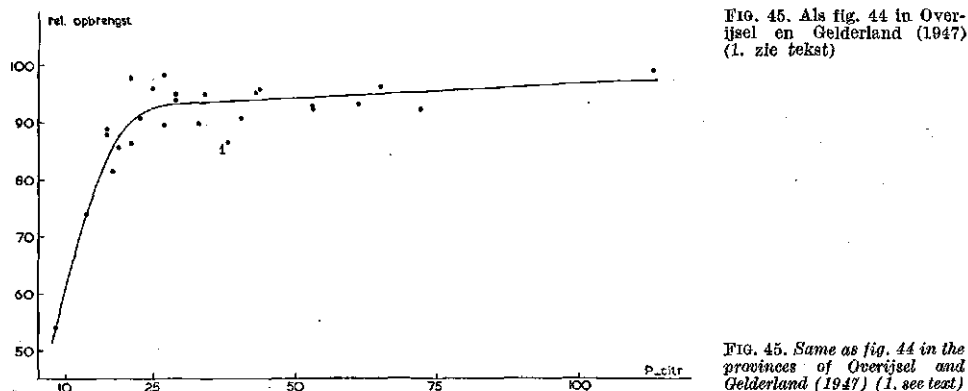


FIG. 45. Als fig. 44 in Overijssel en Gelderland (1947) (1. zie tekst)

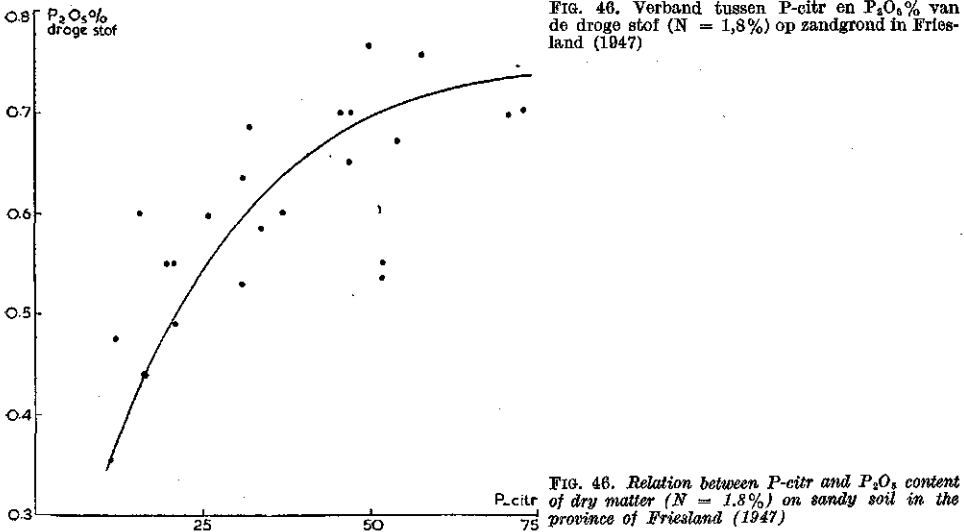
aangeduid met het cijfer 1) is afkomstig van een met een 10—15 cm dikke zandlaag bedekte veengrond en kan slechts onder voorbehoud bij dit materiaal worden ingedeeld (ten opzichte van de op veengrond vastgestelde kromme (fig. 2) is deze waarneming minder sterk afwijkend). Opvallend is dat sterke oogstdepressie pas beneden P-citr 25 is voorgekomen. Bij de Friese proefvelden lijkt de reactie op fosfaatbemesting bij overeenkomende waarde van P-citr groter te zijn. Grote waarde mag aan deze verschillen niet worden toegekend. Bij betrekkelijk hoog P-citr van  $\pm 50$  zijn in beide gebieden verscheidene gevallen van een vrij duidelijke reactie op fosfaatbemesting voorgekomen.

Het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte van het gras wordt voor beide groepen weergegeven in de figuren 46 en 47. Het verband is in fig. 46 vrij bevredigend. De correlatie is in fig. 47 minder fraai, daar enkele onverklaarbare uitbijters voorkomen. Een van deze gevallen (aangeduid met 1) heeft betrekking op de eveneens in opbrengst wat te sterk reagerende bezande veengrond (fig. 45). Deze laag liggende stippen zijn

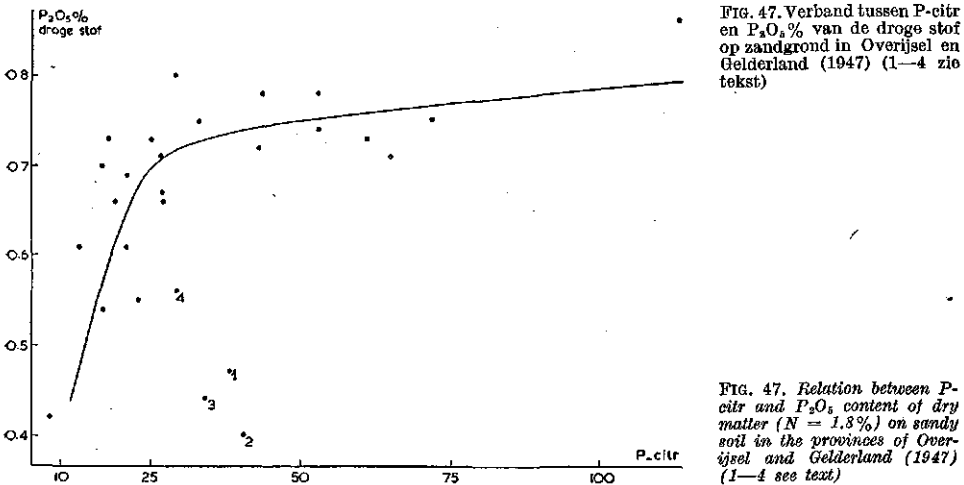
als gevolg van de uitgevoerde correctie op gelijk N-gehalte in ongunstige richting verschoven, zij lagen in het ongecorrigeerde materiaal minder afwijkend. Bij vergelijking van beide figuren wordt de indruk bevestigd, dat in Friesland een hoger P-citr nodig is.

Duidelijke invloeden van nevenfactoren konden niet worden vastgesteld.

$P_2O_5\%$   
droge stof



$P_2O_5\%$   
droge stof



De proefvelden in Overijssel en Gelderland waren opzettelijk aangelegd op gronden met verschillend ijzergehalte. De bedoeling is geweest na te gaan, of de waarde van P-citr op sterk ijzerhoudende gronden gelijk is aan de waarde op minder ijzerhoudende gronden.

De beoordeling van de ijzerhoudendheid is bij de verdeling van de proefvelden over het gebied op het oog geschied; ongeveer de helft van de proefvelden werd op „niet”, de andere helft op „wel” ijzerhoudende grond aangelegd. Achteraf beschouwd is deze beoordeling vrij bevredigend geweest. Bij de „niet” ijzerhoudende gronden bleek het  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -gehalte in 10% HCl in 12 gevallen 0,1—0,5% te bedragen, verder waren er nog 4 gevallen met resp. 0,8, 0,9, 1,1 en 1,9%. (gem. van 16 gevallen 0,51%). Bij de „wel” ijzerhoudende gronden varieerde het in 13 gevallen tussen 1,0 en 13,6% (gem. 3,92%).

Een invloed van het  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -gehalte op het verband tussen P-citr en de relatieve opbrengst (fig. 45) was zeer weinig overtuigend, terwijl een invloed op het verband tussen P-citr en het  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalte (fig. 37) geheel afwezig bleek te zijn. Het is dus waarschijnlijk dat bij de beoordeling van P-citr weinig met deze factor rekening behoeft te worden gehouden.

*b. Onderzoek in 1948 op proefvelden*

Hiertoe hebben bijgedragen de ambtsgebieden:

Zwolle,	WO . .	7	proefvelden
Hengelo,	OO . .	10	„
Zutphen,	OGe . .	12	„
Breda,	WB . .	10	„
St. Oedenrode,	OB . .	8	„
Oss,	NOB . .	5	„
Roermond,	L . .	8	„

Totaal . . . 60 proefvelden

Het onderzoek in het Overijsels-Gelderse gebied was min of meer als een herhaling bedoeld van het onderzoek in 1947, hoewel nieuwe proefvelden zijn aangelegd. Bij het onderzoek in het zuidelijk gedeelte van ons land zijn zowel proefvelden op nog niet lang geleden ingezaaid land als op oud grasland aangelegd. De bedoeling hiervan was na te gaan, of de uitkomst van grondonderzoek op oud en nieuw grasland op gelijke wijze kan worden geïnterpreteerd. Achteraf beschouwd is deze verdeling weinig gelukkig geweest, daar het aantal proefvelden in beide series wat te gering is geweest om zekere conclusies te trekken; bovendien was de reactie vrij gering.

Het resultaat van de opbrengstbepalingen bij de Overijsels-Gelderse groep wordt voorgesteld in fig. 48, welke zeer goede overeenstemming vertoont met het in het

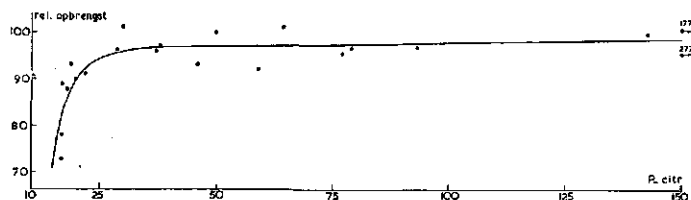


FIG. 48. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zandgrond in Overijssel en Gelderland (1948)

FIG. 48. Relation between P-citr and relative yields on sandy soil in the provinces of Overijssel and Gelderland (1948)

vorige jaar verkregen resultaat (fig. 45). Het wordt dus bevestigd, dat sterke opbrengst-depressies pas beneden P-citr 25—30 te duchten zijn, al komen boven deze waarden nog herhaaldelijk lichte reacties voor.

Zwakke invloeden van pH en humus waren aanwijsbaar, doch zonder praktische betekenis.

Het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte van het gras (fig. 49) is goed, zonder dat zelfs een correctie op gelijk N-gehalte werd uitgevoerd, daar de invloed van N weinig vaststond. Het beeld is regelmatiger dan in het voorgaande jaar (fig. 47); de stijging van de kromme is minder steil en zet zich tot hoger P-citr voort.

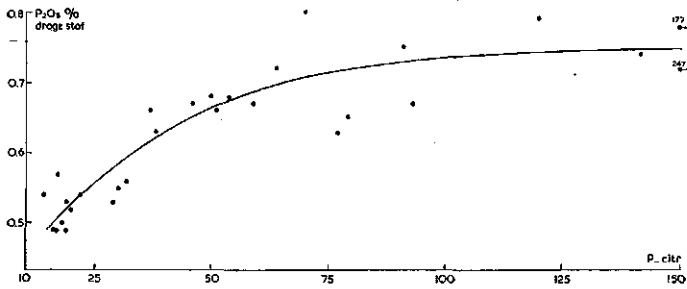


FIG. 49. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof (gem. N% = 1,55,  $P_2O_5$ % niet gecorr.) op zandgrond in Overijssel en Gelderland (1948)

FIG. 49. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter (average N% = 1.55,  $P_2O_5$ % not corrected) on sandy soil in the provinces of Overijssel and Gelderland (1948)

Bij de in het zuiden van het land aangelegde proefvelden is weinig reactie van de opbrengst waargenomen (fig. 50); alleen enkele proefvelden op oud grasland reageerden. Dit bleek ook reeds tijdens de groei. Het wekt dus enigszins de indruk, dat bij jong grasland met een lager P-citr zal kunnen worden volstaan.

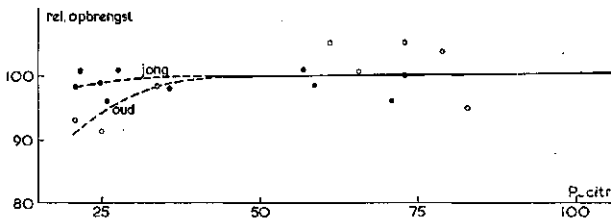


FIG. 50. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zandgrond in Brabant en Limburg (1948) (\* = jong, o = oud grasland)

FIG. 50. Relation between P-citr and relative yields on sandy soil in the provinces of N. Brabant and Limburg (1948) (\* = young, o = old grassland)

De reactie van het  $P_2O_5$ -gehalte is eveneens gering geweest. Er was een sterke en overwegende correlatie tussen N- en  $P_2O_5$ -gehalte, maar na correctie op gelijk N-gehalte is het verband tussen  $P_2O_5$ -gehalte en P-citr nog weinig duidelijk (fig. 51). Er is geen belangrijk verschil tussen oud en jong grasland.

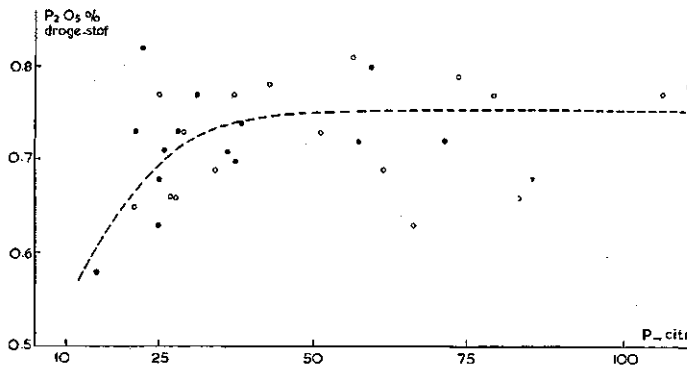


FIG. 51. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof (N = 1,8%) op zandgrond in Noord-Brabant en Limburg (1948) (\* = jong, o = oud grasland)

FIG. 51. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter (N = 1.8%) on sandy soil in the provinces N. Brabant and Limburg (1948) (\* = young, o = old grassland)



Evenals in andere gevallen is ook hier de pH waarschijnlijk voor een deel van de voorkomende spreiding verantwoordelijk. De afwijkingen van de stippen ten opzichte van de gemiddelde kromme in fig. 51 zijn in fig. 52 tegen de pH uitgezet. Een welis-

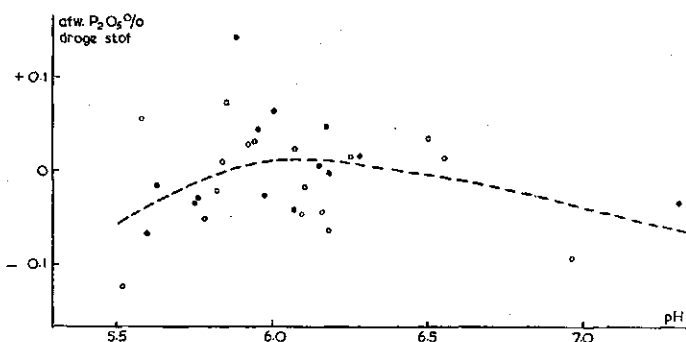


FIG. 52. Invloed van de pH van de grond op het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$ % van de droge stof op zandgrond in N. Brabant en Limburg (fig. 51). Verticale afwijkingen van de stippen in fig. 51 tot de gemiddelde kromme zijn uitgezet tegen de pH

FIG. 52. Effect of pH of the soil on the relation between P-citr and  $P_2O_5$  content of dry matter on sandy soil in the provinces of N. Brabant and Limburg (fig. 51). Vertical deviations of the dots in fig. 51 from the average curve have been plotted against pH

waar niet erg duidelijke, maar toch wel vrij waarschijnlijke optimumkromme kan in deze figuur worden getekend. Deze lijn geeft aan, dat de  $P_2O_5$ -gehalten bij een pH-waarde even boven 6 in het algemeen het hoogst zijn. De waarnemingen van oud en jong grasland verschillen niet van belang. De weinig fraaie samenhang in fig. 51 zou dus door middel van een correctie op gelijke pH iets te verbeteren zijn. De beide nogal storende, te laag liggende stippen rechts onder in deze figuur, zijn resp. bij de laagste en hoogste pH-waarde gevonden en zouden dus sterk in de goede richting gecorrigeerd kunnen worden.

### c. Onderzoek in 1943 op monsterplekken

De volgende ambtsgebieden hebben een bijdrage aan monsters geleverd:

Groningen,	NGr . .	1 monsters
Sneek,	ZWF . .	3 "
Drachten,	OF . .	16 "
Assen,	D . .	21 "
Zwolle,	WO . .	12 "
Hengelo,	OO . .	18 "
Zutphen,	OGe . .	19 "
Arnhem,	Ve . .	9 "
Utrecht,	U . .	7 "
Breda,	WB . .	7 "
St. Oedenrode,	OB . .	25 "
Roermond,	L . .	14 "

Totaal . . 152 monsters

Aanvankelijk werd het materiaal in enkele groepen bewerkt, maar aangezien belangrijke verschillen niet bleken voor te komen, is het gehele materiaal tenslotte samengevoegd en is in fig. 52 P-citr tegen het  $P_2O_5$ -gehalte uitgezet, na uitvoering van een N-correctie. Opgemerkt moet nog worden, dat de monsters uit de noordelijke provinciën bij overeenkomstig P-citr iets lagere  $P_2O_5$ -gehalten hadden, wat niet door een correctie op gelijk N-gehalte opgeheven werd. Voor dit verschil, dat niet op een van de bepaalde factoren kan worden teruggebracht, werd een herleiding ingevoerd, waarbij alle op noordelijke gegevens betrekking hebbende stippen met het gemiddelde verschil (0,04 %) werden verhoogd.

De verdeling van dit materiaal is voor het beoogde doel weinig gelukkig geweest. Er zijn slechts betrekkelijk weinig monsters genomen in het gebied, waarin een belangrijke reactie op P-citr is voorgekomen.

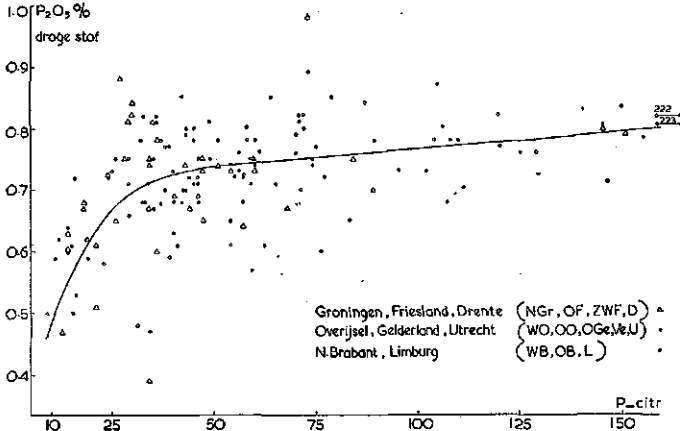


FIG. 53. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op zandgrond in het gehele land (1943)

FIG. 53. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  % of dry matter ( $N = 1,8\%$ ) on sandy soil (all regions included 1943)

Bij de beoordeling van fig. 53 moet men zich losmaken van de visuele indruk, welke door het voorkomen van een zeker aantal grote afwijkingen wordt gewekt. In werkelijkheid is het verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % duidelijk en voegt het overgrote gedeelte van de stippen zich langs de gemiddelde lijn. Indien op een totaal van 152 stippen ongeveer 8 à 10 vrij grote afwijkingen voorkomen, mag dit niet als ernstig worden aangemerkt. In de eerste plaats mag gewezen worden op de betrekkelijke onnauwkeurigheid van dit onder moeilijke omstandigheden uitgevoerde onderzoek, zodat de kans op werkelijke blunders (verwisselingen van monsters b.v.) groter is dan normaal. In de tweede plaats blijkt de variatie van het  $P_2O_5$  % ook bij hoog P-citr (b.v. P-citr >75) in de figuur nog vrij belangrijk te zijn, hoewel op grond van alle overige onderzoeken wel aangenomen mag worden, dat de invloed van P-citr hier niet van veel betekenis is. De correctie op gelijk N-gehalte heeft dus nog geenszins alle storende neveninvloeden opgeheven, zodat een belangrijke spreiding is overgebleven. Het is daarom niet zeker, dat de sterk afwijkende gevallen inderdaad anders dan als normale bepalingfouten moeten worden opgevat. Mocht dit echter toch het geval zijn en de grootte van P-citr in een zeker aantal gevallen geen exacte weergave zijn van de beschikbaarheid van het bodemfosfaat, dan kan toch worden geconstateerd dat dit aantal afwijkingen zeker niet groot is.

Het verloop van de gemiddelde in 1943 gevonden lijn stemt goed overeen met de in 1947 verkregen resultaten (fig. 46, vooral fig. 47), minder met het in 1948 in het oosten verkregen beeld (fig. 49), toen de stijging van het  $P_2O_5$ -gehalte geleidelijker was. Men krijgt bij het grote materiaal van 1943 de indruk, dat boven P-citr 40 geen belangrijke stijging meer is opgetreden en dat beneden P-citr 30 de daling belangrijk was.

#### d. Samenvatting van de resultaten op zandgronden

Het valt op dat de reactie van de opbrengst (fig. 54) bij beide in 1941 en 1947 in het noorden des lands op zandgrond verrichte onderzoeken bij middelmatig P-citr

groter is geweest, dan bij de in 1947 en 1948 in het oostelijk landsgedeelte verrichte onderzoekingen, die onderling zeer goed overeenstemmende resultaten hebben opgeleverd. De reactie was bij de in de zuidelijke provincies uitgevoerde serie nog geringer.

De krommen, die het verband tussen P-citr en het  $P_2O_5$ -gehalte weergeven (fig. 55, 56) zijn hier niet geheel mee in overeenstemming, daar het maximaal bereikbare  $P_2O_5$ -gehalte bij de Overijssels-Gelderse serie van 1948 ook pas bij hoger P-citr is

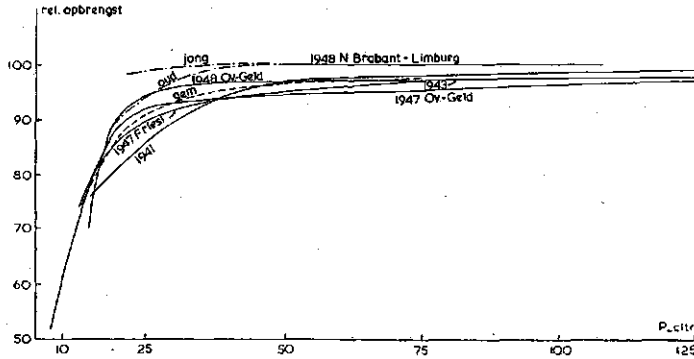


FIG. 54. Verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zandgrond in 1941 (N. Drenthe, serie Landbouwproefstation); 1947, Friesland (fig. 44) en Overijssel-Gelderland (fig. 45) afzonderlijk; 1948, Overijssel-Gelderland (fig. 48) en N. Brabant-Limburg (fig. 50) afzonderlijk (het laatste geval onderscheiden naar oud en jong grasland)

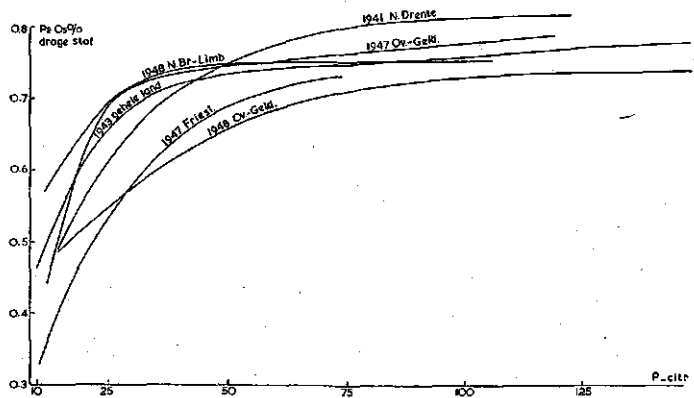


FIG. 55. Verband tussen P-citr en  $P_2O_5$  % van de droge stof (N = 1,8%) op zandgrond in verschillende jaren en streken (vgl. fig. 54)

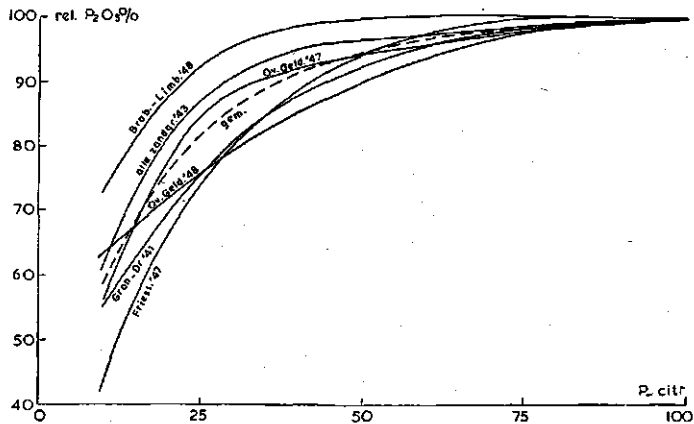


FIG. 55. Relation between P-citr and  $P_2O_5$  % of dry matter (N = 1,8%) on sandy soils in different years and regions (compare fig. 54)

FIG. 56. Als fig. 55 na herleiding van het bij P-citr = 100 gevonden  $P_2O_5$  % op 100

FIG. 56. Same as fig. 55 after reduction of the  $P_2O_5$  content of dry matter to 100 for P-citr = 100

verkregen. Overigens blijkt de serie proefvelden, die in 1947 in dit gebied is uitgevoerd, en de serie op de zuidelijke zandgronden in 1948, weer minder te reageren. De grote proefserie in 1943 gaf een resultaat, dat het meest met beide laatstgenoemde overeenstemt. Zoals reeds eerder werd vermeld, konden bij deze grote groep geen verschillen tussen de landsgebieden worden waargenomen. Dit behoedt daarom voor het trekken van de wellicht voorbarige conclusie, dat de noordelijke zandgronden een hoger P-citr vereisen dan de oostelijke en zuidelijke. Een aanwijzing hiervoor is dus wel aanwezig, maar gezien de grote variatie, die er in verschillende jaren kan optreden, is het evenzeer mogelijk, dat aan verschillen tussen gebieden in eenzelfde jaar geen wezenlijke betekenis toekomt. Er zouden nog zeer veel meer onderzoeken moeten worden verricht om over dit punt zekerheid te verkrijgen.

## 6. VERGELIJKING VAN DE REACTIE OP P-CITR OP VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN

Hoewel per grondsoort nog geen voldoende aantal proefseries zijn uitgevoerd om reeds tot verschillende reactietypen op kleigrond, zandgrond enz. te mogen besluiten, is het toch van belang een onderlinge vergelijking van de verkregen resultaten te maken.

Wat de reactie van de opbrengsten op P-citr betreft, is bij zeeklei en zandgrond het gemiddelde resultaat van 3 oogstjaren verkregen, bij veen en löss van 2 jaren, terwijl van rivierklei slechts 1 jaar beschikbaar is. Dank zij het grote onderzoek in 1943 is er voor de vergelijking van de reactie van de  $P_2O_5$ -gehalten bij iedere grondsoort een gegeven meer beschikbaar. Het in 1940 op veengrond verkregen resultaat leek ons evenwel te onzeker en werd niet mee gemiddeld, zodat het gemiddelde van deze grondsoort ook in dit geval slechts op 2 jaren betrekking heeft.

Het gemiddelde verband tussen P-citr en de reactie van de opbrengst is weer gegeven in fig. 57. Er blijken zeer belangrijke verschillen voor te komen. De reactie

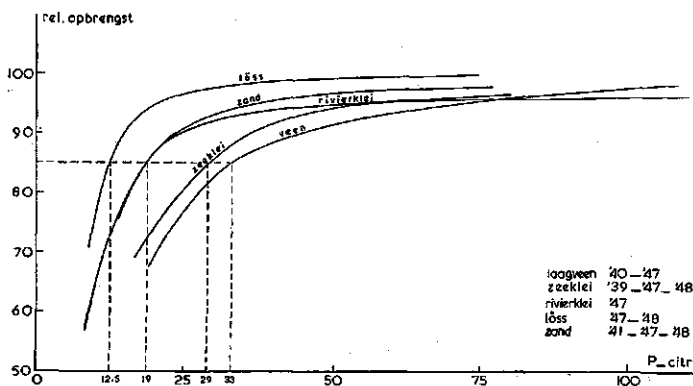


FIG. 57. Gemiddeld verband tussen P-citr en relatieve opbrengsten op zee- (fig. 22, 3 jaren) en rivierklei- (fig. 25, 1 jaar), löss (fig. 41, 2 jaren), veen- (fig. 8, 2 jaren) en zandgrond (fig. 54, 3 jaren)

FIG. 57. Average relations between P-citr and relative yields as found on marine (3 years) and fluvial (1 year) clay soils, loess soil (2 years), peaty (2 years) and sandy soils (3 years)

is op veengrond bij overeenkomend P-citr het grootst geweest. Hierop volgen zeeklei, dan de belangrijk minder reagerende rivierklei, zand en löss. Opmerkelijk is de veel geringere reactie van laatstgenoemde grondsoort. De verschillen worden vooral duidelijk, als men zich realiseert, bij welk P-citr een even grote reactie is opgetreden. Een relatieve opbrengst van 85, wat dus wil zeggen, dat de opbrengst zonder fosfaatbemesting 15% beneden het bereikbare maximum is gebleven, is bij veen, zeeklei-

rivierklei, zand en löss gevonden bij P-citr 33, 29, 19, 19 en  $12\frac{1}{2}$  (zie fig. 57), welke waarden dus aan elkaar gelijk zijn. Hiermee zal zeker bij de adviesgeving rekening moeten worden gehouden; het lijkt namelijk zeer onwaarschijnlijk, dat dergelijke grote verschillen van de gemiddelden van enkele jaren toevallig zijn, al mogen dan per grondsoort zelf nog belangrijke variaties voorgekomen zijn. Een bepaald P-citr zal dus op elke grondsoort iets anders betekenen. Het moet zeer zeker van groot belang worden geacht, dat dit vraagstuk ook van de bodemkundig-chemische kant wordt bekeken.

De samenvatting van het op de verschillende grondsoorten gevonden gemiddelde verband met het  $P_2O_5$ -gehalte wordt gegeven in fig. 58. Er moet de aandacht op worden

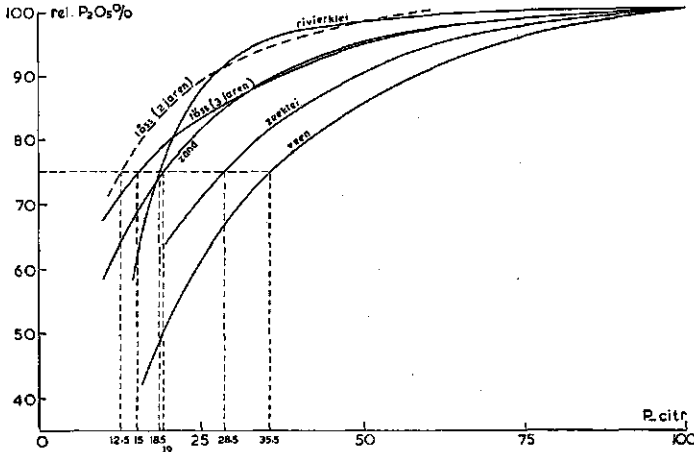


FIG. 58. Gemiddeld verband tussen P-citr en relatief  $P_2O_5$ % ( $P_2O_5$ % bij P-citr = 100 is 100 gesteld) op zee- (fig. 24, 4 jaren) en rivierklei (2 jaren), löss- (fig. 43, 2 en 3 jaren), veen- (2 jaren) en zandgrond (fig. 56, 4 jaren)

FIG. 58. Average relations between P-citr and relative  $P_2O_5$  contents ( $P_2O_5$  content put at 100 when P-citr = 100 on marine (4 years) and fluvialite (2 years) clay soils, loess soil (2 and 3 years), peaty (2 years) and sandy soils (4 years)

gevestigd, dat het aannemelijk is, dat de de lössgrond representerende kromme in deze figuur misschien wat te laag ligt; een stippellijn geeft het gemiddelde voor deze grondsoort weer na uitsluiting van het als enigszins twijfelachtig beoordeelde resultaat van 1943 (vgl. blz. 37). Wij zien hier eenzelfde volgorde als volgens de opbrengsten werd verkregen, evenwel met dit verschil, dat het gehalte op de rivierklei eerder maximaal is dan op de zandgrond en de lössgrond, als de laatste over 3 jaren gemiddeld wordt, in welk geval deze slechts weinig van rivierklei en zandgrond verschilt. Neemt men echter alleen de beide jaren, waarin ook opbrengsten zijn bepaald, dan blijkt de lijn voor de lössgrond ook in deze figuur het meest links te vallen. Een gehalte, dat 25% beneden het maximum ligt, is bij resp. veen, zeeklei, rivierklei, zand en löss bereikt bij een P-citr van  $35\frac{1}{2}$ ,  $28\frac{1}{2}$ ,  $18\frac{1}{2}$ , 19 en 15 (of  $12\frac{1}{2}$  als alleen 1947 en 1948 worden beschouwd (zie fig. 58). Dit zijn waarden, die zeer sterk met de hierboven genoemde overeenkomen. Een gehalte, dat slechts 10% beneden het maximum ligt, en dat dus een betere, zij het waarschijnlijk nog niet geheel voldoende fosfaatvoorziening aangeeft (vermoedelijk overeenkomend met een gemiddelde opbrengst-reactie van  $\pm 5\%$ ) is in de genoemde volgorde gevonden bij P-citr van resp. 58, 49, 27, 36, 37 (over 2 jaren 26). Deze cijfers zijn uit praktisch oogpunt waarschijnlijk belangrijker dan de voorgaande. Veengrond en zeeklei vereisen dus een belangrijk hoger P-citr dan zandgrond, terwijl rivierklei en vermoedelijk ook löss nog lagere eisen stellen.

## 7. WAARDERING VAN P-CITR MET HET OOG OP DE ADVIESGEVING

In het bovenstaande is aangetoond, dat aan het P-citr op grasland ongetwijfeld een belangrijke waarde toekomt. De reactie van het gras, zoals deze vastgesteld werd uit opbrengstverschillen, die bij fosfaatbemesting werden verkregen, en uit de fosfaatgehalten van de droge stof van het zonder fosfaatbemesting gegroeide gras, luistert hiernaar scherp en het aantal onverklaarbare afwijkingen is niet groot. Wel lijkt het zeer waarschijnlijk, dat de waarde van P-citr op verschillende grondsoorten niet gelijk is, ten dele verklaart dit misschien wel sommige afwijkingen, die binnen een, in wezen niet homogeen, grondtype zijn geconstateerd,

De waarde van deze uitkomst kan niet hoog genoeg worden aangeslagen. Het betekent, dat de waarde van P-citr, per grondsoort althans, betrekkelijk onafhankelijk is van de zeer vele omstandigheden, die in de talrijke proeven verschillend waren, waarmee talrijke, vooral bij de invoering van het grondonderzoek hiertegen ingebrachte bezwaren (grote variabiliteit van praktijkomstandigheden, alleen bovenlaag wordt onderzocht<sup>1</sup>, sterk verschillende botanische samenstelling enz.) zijn weerlegd. *Een zeker P-citr heeft dus een zeer reële waarde voor de beoordeling van de fosfaattoestand*, die uit een voldoende omvangrijk proefveldmateriaal kan worden afgeleid. Met een bepaald P-citr komt binnen een niet al te grote, en voor praktische doeleinden weinig belangrijke, variatiebreedte een bepaalde opname van fosfaat overeen. Deze opname kan verschillend zijn, afhankelijk van de weersomstandigheden, waardoor in verschillende jaren grote verschillen in opbrengst zullen optreden. Een bepaald P-citr betekent dus niet, dat hierbij steeds dezelfde reactie zal optreden, maar is daarentegen wel een betrouwbare maat om de beschikbaarheid van fosfaat op verschillende percelen te onderscheiden.

De verschillen in botanische samenstelling zijn blijkbaar niet van zo overwegende betekenis, dat het fosfaat hierdoor in verschillende mate beschikbaar zou zijn (door relatief sterker opnemend vermogen van bepaalde grassoorten). In dat geval zouden geen nauwe correlaties tussen P-citr en  $P_2O_5$ -gehalte gevonden zijn. Wel is dit uiteraard een reden voor een zekere variabiliteit en kan dit tot niet geheel gelijke reacties van de opbrengsten aanleiding hebben gegeven.

Het wel als vaststaand te beschouwen feit, dat het P-citr niet op alle gronden gelijk gewaardeerd kan worden, vestigt er de aandacht op, dat aan deze waarde zeker geen absolute betekenis toekomt en dat op gelijke wijze in citroenzuur oplosbaar fosfaat nog belangrijk in kwalitatief opzicht kan verschillen. Uiteraard zal dit ook binnen een bepaalde, in detail niet nader onderverdeelde, grondsoort het geval kunnen zijn en aanleiding tot afwijkingen kunnen geven. Het P-citr is dus alleen bruikbaar indien bepaalde voorwaarden vervuld zijn. Een bezwaar is, dat wij deze voorwaarden niet kennen, maar alleen door ervaring weten, dat deze min of meer aan bepaalde grondsoorten gebonden zijn. Op de wenselijkheid van nader bodemchemisch onderzoek in deze richting werd reeds gewezen; ook zal een bodemkundige indeling van belang kunnen zijn.

Binnen deze omgrenzing van de grondsoort doen de bodemomstandigheden zich

<sup>1</sup> De geringe invloed van de ondergrond kan in vele gevallen worden verklaard door de meestal vrij sterke correlatie tussen P-citr van boven- en ondergrond, waardoor het eerste meteen ook de P-toestand van de ondergrond tot uitdrukking brengt. Wij konden echter ook in afwijkende gevallen practisch geen invloed van de P-toestand van de ondergrond vaststellen.

echter nog als neveninvloeden gelden. Herhaaldelijk zijn aanwijzingen verkregen, dat de pH van invloed is en hoewel dit niet altijd in het betreffende materiaal voldoende duidelijk tot uiting is gekomen, wijzen toch talrijke uitkomsten in dezelfde richting, namelijk dat de beschikbaarheid het best is bij een pH tussen ongeveer 5,6—6,1, zodat P-citr getallen hoger gewaardeerd kunnen worden, als zij bij dergelijke pH-waarden zijn bepaald. Aan de andere kant is deze invloed niet voldoende duidelijk en ook niet zo sterk, dat dit de adviesgeving sterk zal mogen beïnvloeden. Deze uitkomst wijst er daarom meer op dat een dergelijke pH voor grasland het meest gewenst is, dan op de noodzaak het fosfaatadvies aan de gevonden pH-waarde aan te passen. De geconstateerde variabiliteit van de proefuitkomsten kan echter zeker gedeeltelijk aan deze factor worden toegeschreven. Er kan nog worden toegevoegd, dat de beschikbaarheid van fosfaat bij graslanden, waar de pH zeer hoog is en de grond soms vrije koolzure kalk bevat, volgens enkele aanwijzingen ook misschien beter is.

Bovendien leek enige invloed uit te gaan van het humusgehalte (vooral bij rivierklei, vgl. fig. 28 en 32). Deze was zodanig, dat hogere eisen aan P-citr moeten worden gesteld, naarmate het humusgehalte hoger is. Het lijkt niet onmogelijk, dat de verschillen, die tussen grondsoorten zijn geconstateerd, hiermee ten dele in verband kunnen staan. De humusrijke veengronden vereisen immers het hoogste P-citr, de humusarme löss- en zandgronden een veel lager (fig. 58). Overigens is de invloed van deze factor nog minder vaststaand dan van de pH en lijkt het niet nodig hiermee ernstig rekening te houden.

Aanwijzingen, dat andere factoren invloed uitoefenen, zijn af en toe verkregen, maar deze invloeden waren meestal zo zwak, dat hierop niet behoeft te worden ingegaan.

#### 8. PRACTISCHE TOEPASBAARHEID VAN P-CITR

Van de constatering, dat P-citr binnen bepaalde grondsoorten een nauwkeurige aanwijzing geeft van het voor het gras beschikbare fosfaat, tot de vaststelling van een waardeschaal voor praktisch gebruik, is nog een hele stap. Voor de toetsing van P-citr is gebruik gemaakt van de bij bemesting met fosfaat verkregen opbrengstverschillen van de 1e snede ten opzichte van niet met fosfaat bemest land en van de  $P_2O_5$ -gehalten, die op dit laatste zijn vastgesteld. Er kan dus reeds onmiddellijk worden opgemerkt, dat de praktische waarde strikt genomen beperkt zal zijn tot deze eerste snede. Het kan zijn dat de fosfaatbehoefte in een later stadium kleiner of groter is. In het algemeen is wel bekend, dat een volgende snede minder reageert, maar het is niet uitgesloten, dat een goede fosfaatvoorziening in bepaalde gevallen, b.v. op verdrogende gronden, juist in een later stadium van betekenis zal zijn. Zonder nader onderzoek is dit niet uit te maken. Hier staat evenwel tegenover, dat het bestaan van een zeker verband tussen de vroege en de late reactie wel aannemelijk mag worden geacht. De bij de eerste snede verkregen uitkomsten zullen dus zeer waarschijnlijk ook iets te zeggen hebben over de reactie van de totale opbrengst, al blijft er uiteraard onzekerheid bestaan over de ware grootte van de reactie van deze laatste en zullen dus o.a. geen rentabiliteitsberekeningen kunnen worden gemaakt. Relatief, in onderlinge vergelijking, zal echter aan P-citr getallen ook ten aanzien van de totale opbrengst betekenis moeten worden toegekend, al zal het aan nader onderzoek voorbehouden moeten blijven, om volledige zekerheid te verschaffen omtrent de praktische waarde.

De beperking van het onderzoek tot de 1e snede was zoals gezegd gemotiveerd door de gemakkelijke praktische uitvoerbaarheid. Voor een bevredigende toetsing

van P-citr is een groot materiaal nodig. Bij een uitbreiding tot de gehele jaaropbrengst zouden aan het onderzoek bij een zelfde aantal proefvelden nog veel zwaardere eisen aan de uitvoering zijn gesteld, zodat bewust hiervan is afgezien.

Een andere reden om zich voorlopig te beperken ligt in de moeilijkheid een geschikte maatstaf voor de toetsing van een bodemfactor te kiezen. Opbrengstverschillen zijn al veel moeilijker vast te stellen en belangrijk onnauwkeuriger dan  $P_2O_5$ -gehaltes van het gras. Om dus de waarde van deze bodemfactor te bewijzen kan men, zoals reeds werd opgemerkt, beter van een physiologisch directere maatstaf, zoals het  $P_2O_5$ -gehalte, gebruik maken dan van een door verschillende storende factoren beïnvloede opbrengst. Niettemin is de 1e snede, die in het vroege voorjaar, als het gewas als regel voor fosfaatgebrek gevoelig is, gegroeid is, nog een tamelijk zuivere maat. Latere sneden zijn in veel sterkere mate door de voorafgaande behandeling bepaald. Het gevolg zal zijn, dat deze waarnemingen een veel grotere variatie zullen vertonen, zodat het gestelde doel wel eens niet, of pas met veel grotere moeite, zou kunnen worden verkregen. Wij zijn daarom van mening, dat een behandeling van het vraagstuk in stappen voordelen heeft. Om deze reden moet grote waarde worden toegekend aan de toetsing van P-citr aan het  $P_2O_5$ -gehalte, hoewel dit laatste op zichzelf geen directe (althans niet onmiddellijk tastbare) economische betekenis heeft. Het geeft echter de zuiverste waardering van de beschikbaarheid van het bodemfosfaat, die wij op het ogenblik kennen. Uit het verband, dat dit fosfaatgehalte in het voorjaar met de opbrengstverschillen van de 1e snede, zo mogelijk ook met opbrengstverschillen (tussen niet en wel volledig bemest) van de totale jaaropbrengst, resp. latere snede zal blijken te hebben, kan dan achteraf de praktische betekenis van P-citr definitief worden bepaald.

#### 9. AANVAARDBAARHEID VAN HET $P_2O_5$ -GEHALTE VAN HET GRAS EN DE RELATIEVE OPBRENGST ALS MAAT BIJ DE TOETSING VAN P-CITR

Van zeer groot belang is het, of het gebruik van  $P_2O_5$ -gehalte en opbrengstverschillen ter toetsing van P-citr kritisch verantwoord is.

##### a. Het $P_2O_5$ -gehalte als maat

Het gebruik van het  $P_2O_5$ -gehalte als maat bleek mogelijk, omdat vrijwel steeds een correctie op gelijk N-gehalte van het gras uitvoerbaar was. Deze handelwijze is zeer belangrijk, omdat het daardoor niet alleen mogelijk is om verschillen in groeistadium te elimineren, maar omdat ook de storende invloed van verschillen in botanische samenstelling voor een belangrijk deel worden weggewerkt. Het bleek ons namelijk, dat het fosfaatgehalte van verschillende, op gelijke datum op dezelfde grondsoort en bij gelijke fosfaattoestand gegroeide grassoorten, belangrijk kan verschillen, maar dat dit veel minder het geval is, als het  $P_2O_5$ -gehalte genomen wordt, dat bij eenzelfde N-gehalte in het gras wordt gevonden. Het is hiertoe nodig om het verband tussen het N- en het  $P_2O_5$ -gehalte te bepalen, door op verschillende tijdstippen te bemonsteren. Enige voorbeelden, welke ontleend zijn aan een verdere bewerking van reeds eerder door VAN ITALLIE (5) bewerkte resultaten en van enig ander materiaal, mogen dit verduidelijken. De hieronder vermelde herleide  $P_2O_5$ -gehaltes hebben betrekking op gewas met 2,6% N in de droge stof, dat op eenzelfde perceel bij ruime fosfaattoestand is gegroeid (tabel 1).



TABEL 1.  $P_2O_5$ -gehalte van verschillende grassoorten, voor en na herleiding op gelijk N-gehalte (2,6 %) in de droge stof

Soort	Gegevens van v. ITALLIE		Ander materiaal	
	$P_2O_5$ % op zelfde datum	$P_2O_5$ % na herleiding	$P_2O_5$ % op zelfde datum	$P_2O_5$ % na herleiding
<i>Lolium perenne</i> . . . . .	0,72	0,88	0,78	0,95
<i>Poa trivialis</i> . . . . .	0,84	0,85		
<i>Poa pratensis</i> . . . . .	0,86	0,91	0,67	0,82
<i>Alopecurus pratensis</i> . . . . .	1,08	0,95		
<i>Holcus lanatus</i> . . . . .	0,98	0,92		
<i>Phleum pratense</i> . . . . .			0,82	0,97
<i>Cynosurus cristatus</i> . . . . .			0,81	0,83
<i>Agrostis stolonifera</i> . . . . .	0,80	0,76		
<i>Festuca rubra</i> . . . . .	0,87	0,83	0,66	0,80
<i>Anthoxanthum odoratum</i> . . . . .	0,93	0,91		
<i>Alopecurus geniculatus</i> . . . . .			1,61	± 1,2
<i>Trifolium repens</i> . . . . .			0,74	0,84

TABLE 1.  $P_2O_5$  content of different grasses before and after correction on same N-content ( $N=2.6\%$ ) of dry matter

Deze herleide gehalten schommelen, met uitzondering van een minder zeker vaststaande bepaling bij *Alopecurus geniculatus*, tussen 0,76 en 0,95 in het éne, tussen 0,80 en 0,97 in het andere geval. Zonder rekening te houden met het N-gehalte is de variatie van het  $P_2O_5$  % van verschillende grassoorten bij gelijktijdige bemonstering aanmerkelijk groter (vgl. 2).

Hoewel de  $P_2O_5$ -gehalten van verschillende grassoorten ook bij gelijk N-gehalte in het gras dus nog niet identiek zijn, is het duidelijk, dat de verschillende botanische samenstelling na correctie van het  $P_2O_5$  % op gelijk N % minder gewicht in de schaal zal leggen. Dit wordt nog verminderd door het feit, dat het grasland steeds een mengsel van verscheidene soorten bevat en zelden één soort volkomen overweegt. Het gevonden  $P_2O_5$  % is dus door deze soorten tezamen bepaald, hetgeen de verschillen met andere mengsels min of meer zal nivelleren.

Het voordeel van deze correctie op gelijk N-gehalte is dus, dat bij benadering zodanige uitkomsten verkregen zijn, alsof het  $P_2O_5$ -gehalte in gras van gelijk groei stadium en min of meer constante samenstelling, maar bij verschillend P-citr, was bemonsterd.

De toetsing door middel van  $P_2O_5$ -gehalte zal evenwel slechts dan praktische betekenis hebben, als dit gehalte zelf als een maat voor de bij fosfaatbemesting te verkrijgen opbrengstvermeerdering kan worden beschouwd, m.a.w. als er een behoorlijke correlatie tussen beide zal blijken te bestaan. Dit is, zoals te verwachten is, inderdaad het geval. Enige voorbeelden mogen dit verduidelijken. Fig. 59 geeft het verband tussen het zonder fosfaatbemesting gevonden  $P_2O_5$  % en de relatieve opbrengst (d.w.z. de opbrengst zonder fosfaat in % van de hoogste met fosfaatbemesting op het betreffende proefveld verkregen opbrengst) voor veengrond in 1947 (vgl. met fig. 2 en 3) en fig. 60 hetzelfde voor zeekleigrond in 1947 (vgl. met fig. 10 en 11). Dit zijn twee duidelijke voorbeelden, in sommige andere gevallen is de samenhang wel

eens wat minder goed. Er volgt dus uit, dat bij een bepaald gehalte gemiddeld een bepaalde opbrengstreactie zal optreden. Het is dus niet alleen uit fysiologisch, maar ook uit praktisch oogpunt verantwoord, om het  $P_2O_5$ -gehalte voor de toetsing van P-citr te gebruiken.

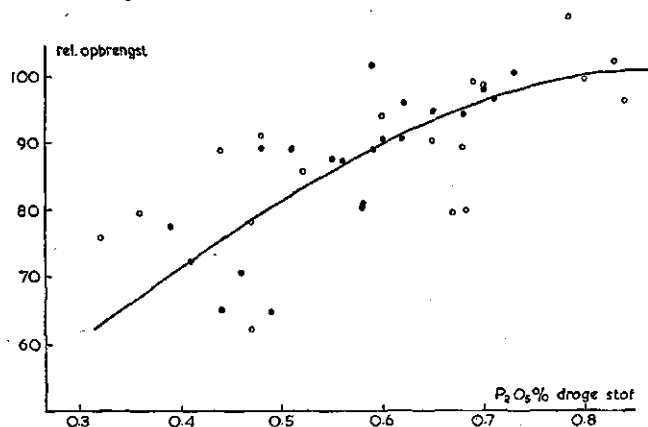


FIG. 59. Verband tussen  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1.8\%$ ) van niet met  $P_2O_5$  bemest gras en de relatieve opbrengst op veengrond (1947)

FIG. 59. Relation between  $P_2O_5$  content of grass not dressed with phosphate ( $N = 1.8\%$ ) and relative yields

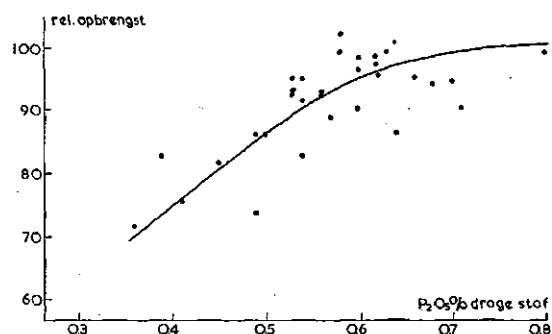


FIG. 60. Verband tussen  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1.8\%$ ) van niet met fosfaat bemest gras en relatieve opbrengsten op zeeklei (1947)

FIG. 60. Relation between  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1.8\%$ ) of grass not dressed with phosphate and relative yields on marine clay soil (1947)

### b. De opbrengst als maat

Veel klemmender is evenwel de vraag, of de wijze, waarop de reactie van de opbrengst tot uiting wordt gebracht, verantwoord mag heten. Wij hebben hiervoor de oogstdepressie genomen, die op niet met fosfaat bemest land wordt verkregen, uitgedrukt in procenten van de opbrengst van wel met fosfaat bemest land (zodanig bemest dat een optimale opbrengst is verkregen). Dit getal afgetrokken van 100 geeft de door ons gebruikte relatieve opbrengst. Tegen deze handelwijze zijn inderdaad wel enkele bezwaren in te brengen.

In de eerste plaats kan men vragen, of het uit praktisch oogpunt toelaatbaar is, om relatieve opbrengstverschillen als maat te nemen. De praktische boer heeft alleen belang bij de absolute toename van de opbrengst. Indien het gras inderdaad steeds in een volkomen overeenkomend stadium zou worden gemaaid, zou voor het gebruik maken van deze laatste veel te zeggen zijn. Dit is echter uiteraard niet het geval. Soms wordt gemaaid voordat een maximale opbrengst wordt bereikt, een andere maal is een vroeg stadium min of meer gefixeerd door een invallende droogte. Bij lage op-

brengrst blijven de verschillen klein, hoewel ze in verhouding tot de massa belangrijk kunnen zijn. Relatieve verschillen blijven, mits niet in een zeer vroeg stadium wordt gemaaid, wat bij deze proefvelden wel nooit het geval zal zijn geweest, gedurende de ontwikkeling vrij constant (VAN DER PAAUW, 4). Wij zijn dus genoodzaakt om de uit fysiologisch oogpunt veel meer verantwoorde relatieve verschillen als maat te nemen.

Een veel ernstiger bezwaar heeft betrekking op het op 100 stellen van de hoogste opbrengst. Dit veronderstelt feitelijk, dat met een behoorlijke fosfaatbemesting inderdaad direct het opbrengstverschil bereikt wordt, dat verkregen zou kunnen worden als een dergelijk perceel al gedurende geruime tijd in een hoge fosfaattoestand zou verkeren. Men kan sterk betwijfelen of dit het geval zal zijn; het is immers bekend, dat de botanische samenstelling bij fosfaatbemesting verbetert, en de veronderstelling, dat dit tot een hogere productie zal leiden, ligt voor de hand. Dit heeft 'T HART (1) er toe geleid om de juistheid van de door ons ook reeds in een vorige publicatie (5) gevolgde handelswijze te betwijfelen. 'T HART kon aantonen, dat de bij bemesting met fosfaat verkregen absolute jaaropbrengsten op duidelijke wijze van het P-citr afhankelijk zijn. Bij P-citr 15 bedroegen deze op veengrond slechts 54% van de opbrengsten, die bij hoog P-citr werden verkregen; bij zand- en kleigrond was ditzelfde in mindere mate het geval. Zou dit verschijnsel inderdaad ook bij de door ons behandelde proefvelden voorkomen, dan zou dit tot foutieve conclusies aanleiding geven. De bij laag P-citr gevonden relatieve opbrengsten (opbrengst zonder fosfaat in % van opbrengst met fosfaat) zouden dan eigenlijk veel te hoog zijn, daar de maximale opbrengsten, ten opzichte waarvan ze zijn uitgedrukt, niet op 100, maar op een veel lager bedrag zouden moeten worden gesteld. Het is daarom van groot belang, dat in ons materiaal wordt nagegaan, of er een correlatie tussen P-citr en de met fosfaatbemesting verkregen maximale opbrengst van de 1e snede aanwezig is. In onze vorige publicatie (5) is dit punt op blz. 933 reeds aangevoerd, maar is de invloed van P-citr op de absolute opbrengst verwaarloosd, omdat het leek, dat deze niet van belang was.

Alle gegevens van de in 1947 en 1948 bewerkte proefvelden, en tevens die van de reeds gepubliceerde resultaten van proeven in 1939, 1940 en 1941, zijn in tabel 2 bijeengebracht. De opbrengsten zijn per proefveldserie naar P-citr-klassen ingedeeld en de gemiddelde opbrengst van de in deze klassen voorkomende proefvelden (aantal is tussen haakjes aangegeven) is vermeld. Aangezien ook de datum van oogsten van invloed kan zijn en arm land wellicht later geoogst is dan rijk, waarvoor enkele aanwijzingen bestaan, is hierachter ook de gemiddelde oogstdatum opgegeven.

Inderdaad wijzen de uitkomsten van de in 1940 op veengrond verrichte serie proefvelden wel enigszins in de door 'T HART bedoelde richting, al zijn de verschillen lang niet zo groot. Bij de beide andere proefseries van het Proefstation op klei- en zandgrond is er echter geen enkele aanwijzing voor.

Bij de in 1947 en 1948 genomen proeven zou de serie op zeeklei in eerstgenoemd jaar een aanwijzing in deze richting kunnen geven. Hiertegenover staan andere gevallen, waar het omgekeerde gevonden is, b.v. bij beide zandgrondseries in 1947. Het volledige materiaal geeft dan ook geen enkele zekerheid, dat de percelen met hoog P-citr werkelijk enigszins belangrijk meer zouden hebben geproduceerd dan de percelen met laag P-citr. Dit betekent dus, dat tegen het betrekken van de opbrengsten zonder fosfaat op de met fosfaat verkregen opbrengsten, welke laatste steeds op 100 zijn gesteld, geen steekhoudend bezwaar kan worden ingebracht en dat de door ons

TABEL 2. Gemiddelde opbrengst van de 1e snede van proefvelden bij ruime fosfaatbemesting ingedeeld volgens P-citr klassen (cursief gemiddelde opbrengst, tussen haakjes aantal proefvelden, hierachter de gemiddelde maaidatum)

Proefveldenserie	P-citr			
	< 31 <sup>1</sup>	31—50	51—80	> 80
Veen '40 Pr. stat.	<i>52</i> (6), 12/6	<i>56</i> (7), 13/6	<i>54</i> (4), 17/6	<i>63</i> (3), 12/6
Zeeklei '39 „ „	<i>57</i> (3), 9/6	<i>37</i> (11), 9/6	<i>37</i> (6), 14/6	<i>41</i> (1), 14/6
Zand '41 „ „	<i>56</i> (4), 19/6	<i>44</i> (6), 16/6	<i>51</i> (6), 14/6	<i>60</i> (3), 18/6
Veen '47 . . . . .	<i>41</i> (11), 11/6	<i>41</i> (12), 10/6	<i>40</i> (10), 5/6	<i>47</i> (6), 7/6
Zeeklei '47 . . . . .	<i>33</i> (6), 5/6	<i>39</i> (10), 2/6	<i>43</i> (6), 6/6	<i>39</i> (2), 1/6
Rivierklei '47 . . . . .	<i>38</i> (10), 13/6   <i>41</i> (12), 11/6	<i>37</i> (6), 12/6	<i>44</i> (4), 10/6	
Zand Friesland '47.	<i>41</i> (7), 8/6	<i>40</i> (10), 10/6	<i>35</i> (8), 4/6	
Zand Ov. + Gld. '47	<i>46</i> (15), 19/6	<i>43</i> (7), 17/6	<i>44</i> (5), 15/6	<i>41</i> (1), 25/6
Zeeklei '48 . . . . .	<i>55</i> (5), 11/6	<i>55</i> (11), 13/6	<i>55</i> (8), 4/6	
Löss '48 . . . . .	<i>59</i> (8), 7/6   <i>65</i> (10), 7/6	<i>50</i> (6), 4/6	<i>65</i> (1), 5/6	
Zand Ov. + Gld. '48	<i>55</i> (11), 13/6	<i>50</i> (5), 8/6	<i>58</i> (7), 4/6	<i>54</i> (5), 10/6
Zand Br. + Lb. '48	<i>53</i> (12), 28/5	<i>49</i> (7), 4/6	<i>50</i> (9), 31/5	<i>46</i> (3), 8/6

TABEL 2. Average yield of first cut on experimental plots liberally dressed with phosphates and classified into P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> citric acid groups (in italics the average yields, in brackets the number of experimental plots, followed by the average date of cutting)

<sup>1</sup> Bij rivierklei '47 en löss '48 gesplitst in < 16 en 16—30.

gebruikte relatieve opbrengsten niet noemenswaard te hoog kunnen zijn berekend. De hierdoor aangegeven opbrengstderiving is dus onderdaad weinig verschillend van de derving, die berekend zou worden bij vergelijking met reeds gedurende langere tijd in een hoge fosfaattoestand verkerend land. Het is voorts wel duidelijk dat de verschillen in maaitijd geen overwegende invloed op het resultaat kunnen hebben gehad.

Deze uitkomst is zonder twijfel opmerkelijk. Het zou betekenen dat de opbrengst van grasland met laag P-citr, dat niet in een extreem slechte, maar vermoedelijk in het algemeen toch wel in een minder goede toestand verkeert, bij ruime fosfaatbemesting toch een nagenoeg even hoge opbrengst van de 1e snede kan leveren als land met hoog P-citr.

Er kan dus worden geconcludeerd, dat de in deze en in een vroegere publicatie (5) gegeven P-citr-opbrengstkrommen inderdaad bij benadering een juist beeld geven van de relatie tussen P-citr en de productiviteit van grasland bij de 1e snede. Aan gezien de 1e snede op zichzelf reeds een belangrijke economische waarde vertegenwoordigt, mag aan P-citr, als aanwijzer van de behoefte van de 1e snede, met voorbijzien aan de behoefte van het nagras, reeds een praktische waarde worden toegerekend.

#### 10. TEGENSTELLING TUSSEN RESULTATEN MET JAAROPBRENGSTEN EN MET EERSTE SNIED

Opmerkelijk is de tegenstelling met de uitkomsten van 't HART (4), die op de jaaropbrengst betrekking hebben. Hoewel het eigenlijk buiten het kader van dit onderzoek valt, kan de vraag worden gesteld, waarop deze tegenstelling, die een zeer

verschillend licht werpt op de waarde, die aan een hoge fosfaattoestand moet worden toegeschreven, berust. Beide uitkomsten zijn verkregen met een groot proefveldenmateriaal.

Over de oorzaak kunnen slechts gissingen worden gedaan. Het is echter zeer wenselijk, dat over deze kwestie inzicht wordt verkregen.

Indien beide uitkomsten juist zijn en onderling vergelijkbaar, betekent dit, dat de gevonden samenhang tussen P-citr en jaaropbrengst vrijwel volledig door de latere sneden, en dan in zeer sterke mate, wordt bepaald. Daar dit vrij onwaarschijnlijk lijkt, moet de vraag worden gesteld, of beide onderzoeken inderdaad wel volkomen vergelijkbaar zijn.

Als een mogelijkheid, die wellicht de tegenstelling zou kunnen verklaren, noemen wij, dat bij de aanleg van de proefvelden van de serie CI 203 ('T HART) en de hier behandelde proefvelden een verschillend principe is gevolgd. Bij het eerst genoemde onderzoek gaat het er om een indruk te verkrijgen van de verschillende productieniveaux van grasland in Nederland en een poging tot verklaring hiervan. Er zijn dus bewust percelen uitgezocht met zeer uiteenlopende productiviteit. Bij onze proefveldseries was het bij het vooronderzoek bepaalde P-citr maatgevend voor de keuze en werden in productiviteit sterk achterlijke percelen bij voorkeur niet genomen. Men koos bewust min of meer behoorlijk cultuurland, dat echter in P-citr verschilde. De bij het eerstgenoemde onderzoek uitgezochte „slechte” percelen zullen zeer overwegend ook een laag P-citr hebben gehad. Het gevolg kan zijn geweest, dat de mate van productiviteit en P-citr in veel sterkere mate met elkaar gecorreleerd zijn dan bij het door ons gekozen materiaal. In dat geval zou de door 't HART geconstateerde correlatie met P-citr, die overigens pas bij laag P-citr van veel betekenis wordt, niet, of niet geheel, als een fosfaateffect mogen worden beschouwd. Aan de andere kant zou uit onze hierboven (blz. 52) vermelde conclusie, dat grasland met laag P-citr in de le snede evenveel zou kunnen produceren als grasland met hoog P-citr niet mogen worden afgeleid, dat deze zelfde uitspraak in het algemeen ook geldig is voor „slecht” en „goed” grasland. Nader onderzoek van deze kwestie, waarmee de beoordeling van de waarde van de bodemreserve aan fosfaat, en dus ook het vraagstuk van de wenselijkheid van voorraadvorming, gemoeid is, is zeker gewenst.

## 11. WAARDE VAN P-CITR IN INDIVIDUELE GEVALLEN

Bij de toepassing van P-citr voor de adviesgeving bestaat de moeilijkheid, dat men hier, behalve met de aan het getal toe te kennen waarde, ook te maken krijgt met de nauwkeurigheid, waarmee deze bepaling kan worden verricht. Deze hangt zowel af van de bepaling in het laboratorium, als van de mogelijkheid een representatief monster te trekken. De nauwkeurigheid van de chemische analyse is bevredigend, de middelbare fout is thans bij de gebruikelijke bepaling in duplo van de orde van 4 à 5%. De bemonsteringsfout zal gewoonlijk, als gevolg van de ongelijkmatige verdeling van fosfaat op het grasland, zelfs bij het nemen van een 30-tal monstersteken, een veel groter gewicht in de schaal leggen. Al zijn wij over de gelijkmatigheid van het grasland nog zeer onvoldoende georiënteerd — deze zal trouwens voor ieder perceel ook zeer verschillend zijn — moet toch rekening worden gehouden met fouten van de orde van 10—15%. Hoewel men de nauwkeurigheid van de bepaling door het nemen van zeer veel meer steken nog zou kunnen opvoeren, geeft een met grote nauwkeurigheid bepaald P-citr weliswaar de gemiddelde toestand, maar geen inzicht

over de variatie in het perceel. De landbouwer zal steeds afgaan op een advies, dat voor het gemiddelde geldt en dus fosfaat uitstrooien op gedeelten, die dit niet behoeven, terwijl andere delen te weinig ontvangen. In het bijzonder kan dit nadelig zijn, als tot weglaten van de bemesting wordt geadviseerd. Waar het vermoeden bestaat, dat er een onregelmatigheid voorkomt, kan het nemen van meer monsters tot een effectiever bemestingsadvies leiden, maar in den regel zal dit tevoren bekend zijn. Een aan op betrekkelijk kleine plekken verrichte toetsing op proefvelden kan leiden tot adviezen, die iets te scherp zijn gesteld.

Ook de aan het P-citr-getal toe te kennen waarde is aan variatie onderhevig. Er is hierboven gewezen op de invloed van grondsoort en van nevenfactoren. Het feit dat de invloed van andere nevenfactoren dan pH en humus niet vastgesteld kon worden, betekent niet, dat dergelijke invloeden er niet zijn. Het kan ook betekenen dat deze invloeden zich niet steeds op dezelfde wijze deden gelden, zodat ze in het gemiddelde resultaat onvoldoende tot uiting komen. Andere nevenfactoren (b.v. organische bemesting, N-hoeveelheid) zijn door de gelijkheid van de proefopzet uitgesloten. De in onze figuren voorkomende spreiding is, behalve een gevolg van de onvermijdelijke bepalingsfouten, bepaald door de niet gecorrigeerde invloeden. Het is mogelijk, dat deze de opbrengstbepalingen sterker beïnvloed hebben dan de  $P_2O_5$ -gehalten. Een poging om de doeltreffendheid van een enkele bepaling van P-citr voor het afzonderlijke advies aan te geven, zou een zeer uitvoerige foutenanalyse vereisen. Deze zou dan evenwel niet verder voeren dan tot de bepaling van de gemiddelde waarde; in individuele gevallen zal steeds een zekere variatie blijven van de nauwkeurigheid van het gegeven advies.

## 12. CONCLUSIE VAN HET VOORGAANDE

Het verrichte onderzoek geeft de indruk, dat aan de bepaling van P-citr een waarde voor de beoordeling van de beschikbaarheid van fosfaat voor het gras kan worden toegekend. Het grondonderzoek naar fosfaattoestand, dat tevoren voor een belangrijk deel nog onvoldoende gefundeerd was, is hiermee voor grasland op een dergelijke basis geplaatst.

De interpretatie van deze kennis voor het geven van advies is echter nog een andere zaak. Deze zal nog veel onderzoek in verschillende richtingen vragen. Het tot dusver verrichte beperkte onderzoek verliest hiermee zijn praktische waarde niet. Het stelt in staat een onderlinge vergelijking en waardering van percelen ten opzichte van elkander te verkrijgen.

Waar de grenzen moeten liggen, welke bereikt moeten worden om het grasland in de verschillende streken en bij verschillende intensiteit van bedrijfsvoering in optimale conditie te brengen, is een verder liggende vraag, ter welker beantwoording zowel nader onderzoek als beoordeling van de behoefte en omstandigheden van de praktijk noodzakelijk zijn. Het verrichte onderzoek levert echter mede het materiaal, dat aan een dergelijke beoordeling ten grondslag zal liggen.

## 13. HET STELLEN VAN NORMEN EN GRENSWAARDEN

De praktijk kan evenwel niet volstaan met de blote constatering van de noodzaak van verderreikend onderzoek en vraagt reeds thans naar een zo goed mogelijke interpretatie van de aanwezige kennis. Deze zal met alle mogelijke voorbehoud moeten worden gegeven. Het is nodig er op te wijzen, dat de waardering zich in ons geval

moest baseren op de bestaande toestand van het grasland. Of er naar verdere verbetering van de kwaliteit zal worden gestreefd en of dit tot een wijziging van de adviesbasis, aanleiding zal moeten geven, is een kwestie die met het voorhanden materiaal niet kan worden opgelost. Niettemin moet de aandacht ook steeds op deze kant van de zaak gevestigd blijven.

Het uitgangspunt is dus dat bij de bestaande grasmat geen opbrengstderving van betekenis van de 1e snede mag worden geleden. Op gelijke wijze rekening houdende met de toetsing, welke door middel van de relatieve opbrengsten als van de  $P_2O_5$ -gehalten is verricht, en met vroegere ervaringen over het effect van fosfaatbemestingen, zou, om de gedachten te bepalen, voor de verschillende grondsoorten het volgende schema kunnen worden opgesteld (Tabel 3). Dit schema is dan bedoeld voor gevallen, waarin een behoorlijke stikstof- en kalimesting is toegepast.

TABEL 3. Voorlopige adviesbasis voor fosfaatbemesting op grond van P-citr

P-bemesting	P-citr				
	Veengrond	Zeeklei	Rivierklei	Löss	Zandgrond
Overbodig . . . . .	> 120	> 100	> 80	> 55	> 75
Licht . . . . .	81—120	66—100	51—80	36—55	51—75
Matig (normaal) . . . . .	56—80	46—65	36—50	26—35	36—50
Flink . . . . .	36—55	31—45	21—35	16—25	21—35
Zwaar . . . . .	< 36	< 31	< 21	< 16	< 21

Onder licht te verstaan 20—30, onder matig 40—50, onder flink 60—80, onder zwaar 100—150 of meer kg/ha  $P_2O_5$  per jaar.

TABEL 3. Tentative advice basis for phosphate dressings on a  $P_2O_5$  citric acid basis

Nadrukkelijk zij nogmaals gezegd, dat bij dit schema geen rekening is gehouden met nevenfactoren, zoals pH-, N- en stalmest-regime, droogtegevoeligheid, intensiteit van de bedrijfsvoering, behoefte van het nagraas, botanische samenstelling en de eventuele wens om deze te verbeteren enz. De omstandigheden kunnen zowel tot verhoging als verlaging van deze normen nopen. Nadere kennis van de verschillende factoren is nodig om een juist gebruik van dit schema te kunnen maken. Dit valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

Wat de „overbodigheid” van een fosfaatbemesting bij hoog P-citr betreft, zij tenslotte tot voorzichtigheid gemaand. Bij alle grondsoorten werd gevonden, dat bij betrekkelijk hoog P-citr nog herhaaldelijk zwakke vermeerderingen van de opbrengst door fosfaatbemesting zijn verkregen. Opbrengststijgingen van enkele procenten maken gemakkelijk een lichte bemesting betaald. Er kan hier herinnerd worden aan het gunstige effect, dat een vers gegeven bemesting heeft (5). De werking hiervan is 3—5 maal zo groot als van het fosfaat, dat reeds in de grond aanwezig is. Bovendien zal het geregeld toedienen van een lichte bemesting een interen van de bodemvoorraad voorkomen. De grenzen, waarbij fosfaatbemesting veilig weggelaten kan worden, zijn daarom hoog gesteld. Bij intensieve cultuurwijze zal men verstandig doen om ook bij hogere waarden nog met fosfaat te bemesten.

### III. TOETSING VAN HET P-GETAL

De toetsing van het P-getal is op de zelfde wijze geschied als van het P-citr. Er werd evenwel hierboven reeds opgemerkt, dat de resultaten teleurstellend zijn geweest. Dit heeft al geleid tot een beperking van de toepassing van deze methode voor de practijk. Het heeft om deze redenen weinig zin, om de resultaten van het onderzoek even volledig te behandelen als met het P-citr is gedaan. Wij stellen ons slechts ten doel om de beperkte waarde van de methode ter bepaling van de fosfaat-toestand in het licht te stellen.

Er kunnen zich enkele verschillende gevallen voordoen. De correlatie met de reactie van het gewas kan reeds op het oog opvallend veel slechter zijn dan van P-citr en om deze reden voor een practisch gebruik niet aantrekkelijk zijn. De correlatie kan echter ook redelijk lijken en in niet belangrijke mate van de correlatie tussen P-citr en de reactie van het gewas verschillen. Indien echter in een dergelijk geval de correlatie tussen P-getal en P-citr vrij sterk is en beide grootheden dus niet iets geven, dat wezenlijk zeer verschillend is, heeft het evenmin veel zin om beide methodes naast elkaar toe te passen, zoals lange tijd gebruikelijk is geweest. Alleen in het geval, dat de correlatie tussen P-getal en P-citr vrij zwak is en beide de beschikbaarheid van het bodemfosfaat op een verschillende wijze aangeven, heeft het zin om beide bepalingen uit te voeren en het advies op beide te baseren. Aan al deze punten is bij de bestudering van het P-getal aandacht gegeven.

#### 1. VEENGROND

De correlatie tussen het P-getal en de reactie van het gewas is op deze grondsoort steeds slecht, zoals ook bij vroeger onderzoek reeds is gebleken (3,5). Dit heeft al in 1942 tot de afschaffing van het P-getal voor praktijkonderzoek geleid.

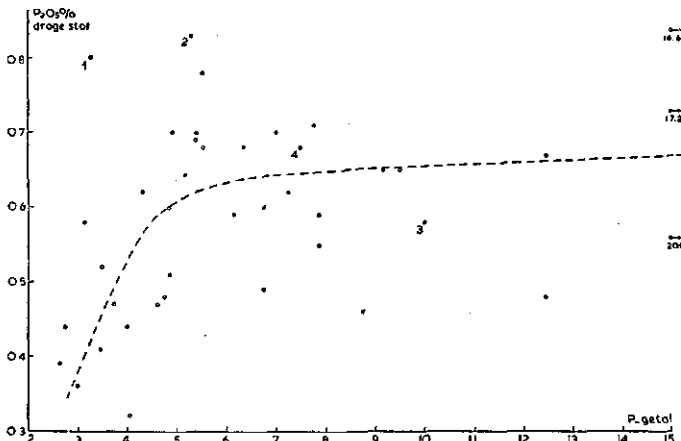


FIG. 61. Verband tussen P-getal en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>% van de droge stof (N = 1,8%) op veengrond (1947, vgl. met fig. 3)

FIG. 61. Relation between P-number (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> soluble in water) and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content of dry matter (N = 1.8%) on peaty soil (1947); compare fig. 3

Een voorbeeld hiervan wordt gegeven in fig. 61, welke het verband aangeeft tussen het P-getal en het P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte van het gras bij de in 1947 gehouden proefvelden. De samenhang is slechts zwak. Reeds een oppervlakkige vergelijking met fig. 3, waarin hetzelfde voor P-citr wordt weergegeven, toont het zeer grote verschil.



Verder is nog nagegaan, of het P-getal misschien in kleinere gebieden een betere correlatie met de reactie van het gewas zou kunnen hebben. Dit is echter niet het geval. In het bijzonder is nog aandacht gegeven aan de Drentse veengronden, waar ook P-citr slecht voldeed (fig. 7). Het resultaat was evenwel nog geringer.

Er bestaat dus inderdaad geen reden om de bepaling van het P-getal bij veengrasland uit te voeren.

## 2. ZEEKLEIGROND

Op deze grondsoort werd bij vroeger onderzoek (5) een gunstiger resultaat met P-getal dan met P-citr verkregen. Dit resultaat werd evenwel door geen van de nieuwere onderzoeken bevestigd. Zeer overtuigend blijkt dit wel uit een vergelijking van fig. 62, waarin het verband tussen P-getal en de relatieve opbrengsten van de in 1947 uitgevoerde proefserie is uitgezet, met fig. 10, waarin hetzelfde voor P-citr is gedaan. Een zeer matige samenhang is in fig. 62 aanwezig, welke sterk verschilt van het goede, met P-citr verkregen resultaat.

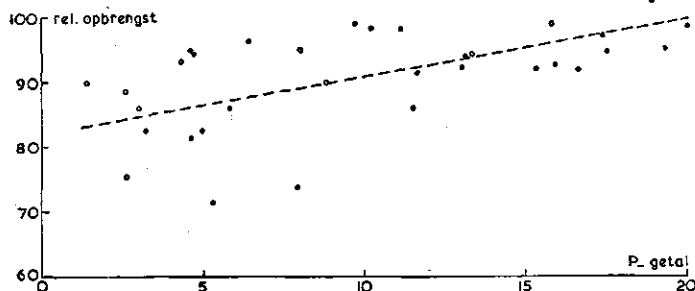


FIG. 62. Verband tussen P-getal en relatieve opbrengsten op zeeklei (1947, vgl. met fig. 10)

FIG. 62. Relation between P-number and relative yields on marine clay soil (1947; compare fig. 10)

Het is niet duidelijk, of het gunstige, in 1939 verkregen resultaat, moet worden toegeschreven aan het feit, dat een betrekkelijk klein gebied met homogene grondsoort in onderzoek is geweest, welke omstandigheid mogelijk gunstig is voor de voorstorende invloeden gevoeliger P-getal-methode, of dat het resultaat als zuiver toevallig moet worden opgevat. In ieder geval pleiten de veel betere resultaten, die in 1947 en 1948 met het P-citr zijn verkregen, tegen de praktische bruikbaarheid van de methode van het P-getal.

## 3. RIVIERKLEIGROND

Op deze grondsoort zijn met P-citr slechts vrij matige resultaten verkregen, wat aan de grote verschillen in kwaliteit van de grasmat en de grote variabiliteit van de grondsoort zou kunnen worden toegeschreven. Het verband tussen het P-getal en de reactie van het gras was echter steeds nog minder goed. Dit is b.v. duidelijk het geval voor het in fig. 25 afgebeelde materiaal. De vrij grote spreiding, die in deze figuur voorkomt, bleek in geen verband te staan met de grootte van het P-getal.

Wij beperken ons echter tot de afbeelding van fig. 63, waarin hetzelfde materiaal als in fig. 31 is afgebeeld. Een verband is slechts zeer zwak aantoonbaar en het resultaat is veel minder dan het met P-citr verkregen resultaat, hoewel ook hierbij enige sterk storende afwijkingen voorkomen.

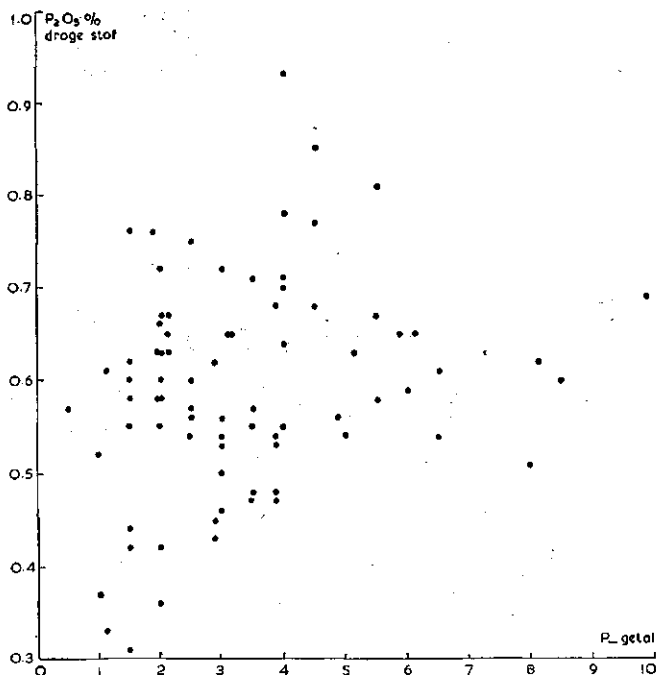


FIG. 63. Verband tussen P-getal en  $P_2O_5$ % van de droge stof ( $N = 1,7\%$ ) op rivierklei (1943; vgl. met fig. 31)

FIG. 63. Relation between P-number and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,7\%$ ) on fluvial clay soil (1943; compare fig. 31)

#### 4. LÖSSGROND

Het voorhanden materiaal is slechts matig geschikt voor het uitvoeren van een vergelijking, daar de series vrij klein zijn.

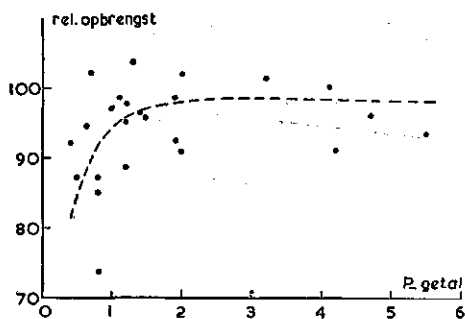


FIG. 64. Verband tussen P-getal en relatieve opbrengsten op lössgrond (1948, vgl. met fig. 37)

FIG. 64. Relation between P-number and relative yields on loess soil (1948, compare fig. 37)

De samenhang tussen de reactie van het gewas en het P-getal is in het algemeen vrij behoorlijk, hoewel meestal wat minder dan de samenhang met P-citr. Een bezwaar van het P-getal is, dat het traject van de schaal vrij klein is en de P-getallen meestal laag zijn.

Fig. 64 toont, dat de samenhang met de opbrengst in 1948 toch wel minder is geweest dan tussen P-citr en opbrengst (fig. 37).

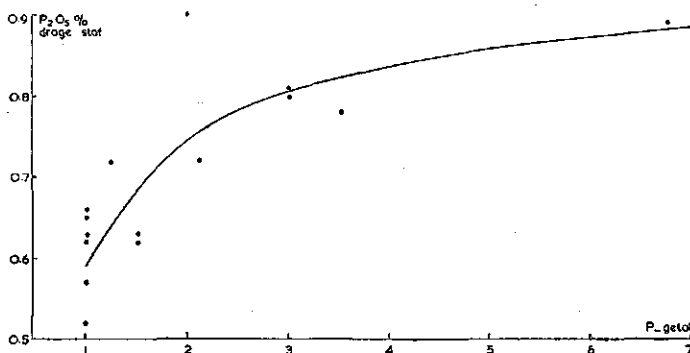


Fig. 65. Verband tussen P-getal en  $P_2O_5$  % van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op loessgrond (1943, vgl. met fig. 40)

Fig. 65. Relation between P-number and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,9\%$ ) on loess soil (1943; compare fig. 40)

Een behoorlijk verband is aanwezig in fig. 65, waarin het P-getal tegen de  $P_2O_5$ -gehaltes van het gras in 1943 is uitgezet. Het verband tussen deze laatste en P-citr is echter beslist nog beter (fig. 40).

### 5. ZANDGROND

Bij de bestudering van de met het P-getal op zandgrond verkregen resultaten deed zich een geval voor, dat enigszins ten gunste van deze bepalingmethode leek uit te vallen, zodat nog eens extra aandacht is gegeven aan de mogelijkheid, of het P-getal voor bepaalde gevallen op deze grondsoort van belang kan zijn. Hoewel soms inderdaad behoorlijke correlaties worden gevonden, is van enige superioriteit ten aanzien van P-citr niet gebleken en bestaat er evenmin reden om P-getal nog naast P-citr te bepalen.

Het betreffende geval, waar het P-getal goed leek te voldoen, is afgebeeld in fig. 66. Deze geeft het verband weer tussen P-getal en  $P_2O_5$  % van het gras. De figuur moet vergeleken worden met fig. 47, die voor hetzelfde materiaal het verband met P-citr weergeeft. Afgezien van enkele zeer sterk afwijkende stippen, die in beide figuren abnormaal zijn (gemarkt met de cijfers 1—4) is de correlatie in fig. 66 inderdaad enigszins fraaier dan in fig. 47.

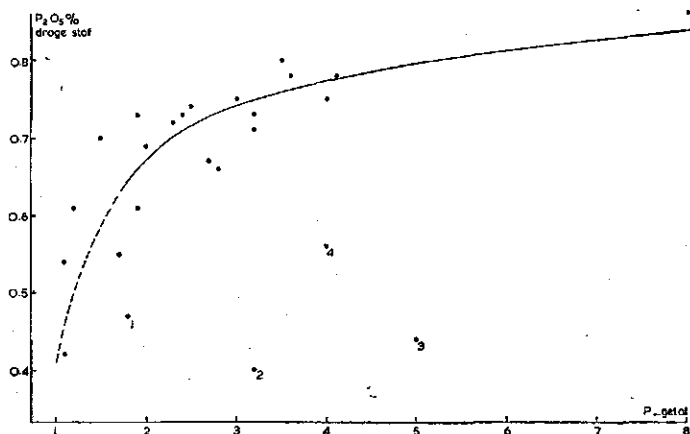


Fig. 66. Verband tussen P-getal en  $P_2O_5$  % ( $N = 1,72\%$ ) van de droge stof op zandgrond in Overijssel-Gelderland (1947, vgl. met fig. 47)

Fig. 66. Relation between P-number and  $P_2O_5$  content of dry matter ( $N = 1,72\%$ ) on sandy soil in the provinces of compare fig. 47)

Dit geval blijft echter op zichzelf. Het verband van het P-getal met de opbrengsten is niet beter (vgl. fig. 67 met fig. 45) en vooral voor de gevallen met lage P-waarden bepaald minder goed.

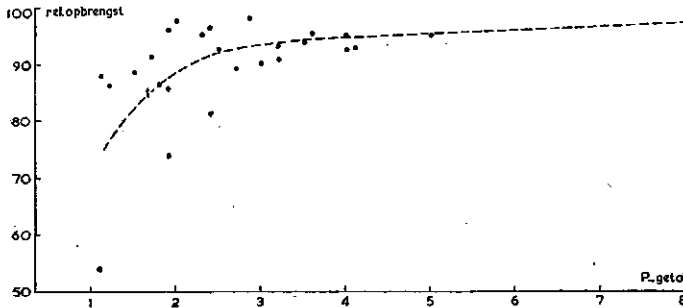


FIG. 67. Verband tussen P-getal en relatieve opbrengsten op zandgrond in Overijssel—Gelderland (1947, vgl. met fig. 45)

FIG. 67. Relation between P-number and relative yields on sandy soil in the provinces of Overijssel and Gelderland (1947; compare fig. 45)

Het in hetzelfde jaar in Friesland verrichte onderzoek geeft geen gunstige aanwijzingen voor P-getal; men vergelijke slechts fig. 68 met fig. 46, welke laatste een beslist betere correlatie toont.

In 1948 is trouwens in het Overijsels-Gelderse gebied met P-getal een belangrijk minder resultaat verkregen dan met P-citr, men vergelijke hiertoe fig. 69 met het fraaie resultaat, dat met P-citr werd verkregen (fig. 49).

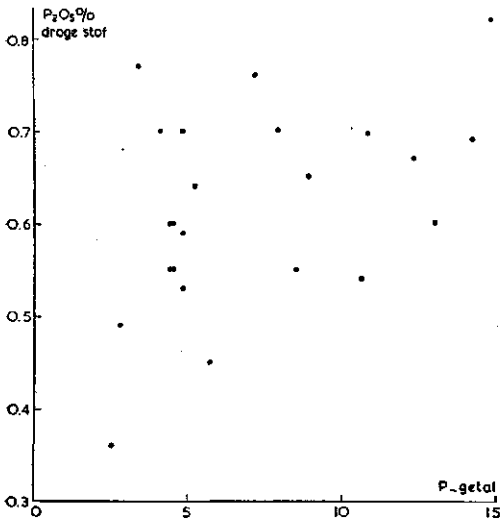


FIG. 68. Verband tussen P-getal en  $P_2O_5\%$  van de droge stof ( $N = 1,8\%$ ) op zandgrond in Friesland (1947, vgl. met fig. 46)

FIG. 68. Relation between P-number and  $P_2O_5\%$  content of dry matter ( $N = 1,8\%$ ) on sandy soil in the province of Friesland (1947; compare fig. 46)

Wij mogen daarom wel aannemen, dat het eerstgenoemde in 1947 verkregen gunstige resultaat min of meer toevallig is en geenszins zodanig mag worden geïnterpreteerd, dat het P-getal in bepaalde gevallen betere aanwijzingen dan P-citr zou kunnen geven.

Het grote in 1943 verzamelde materiaal geeft evenmin aanleiding tot deze mening. Wij hebben bij het grote aantal op zandgrond verrichte waarnemingen

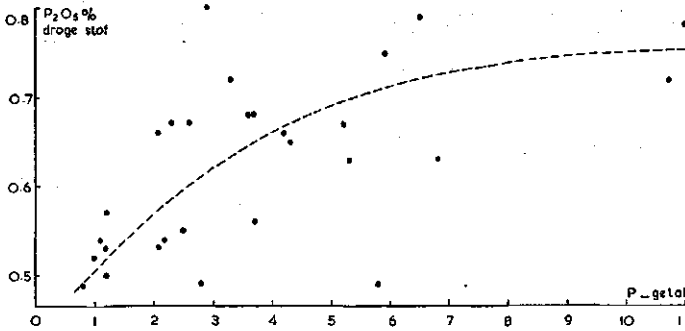


FIG. 69. Verband tussen P-gehalte en  $P_2O_5\%$  van de droge stof op zandgrond in Overijssel—Gelderland (1948. vgl. met fig. 49)

FIG. 69. Relation between P-number and  $P_2O_5$  content of dry matter on sandy soil in the provinces of Overijssel and Gelderland (1948; compare fig. 49)

nagegaan, of de afwijkingen van de stippen ten opzichte van de gemiddelde kromme, die het verband weergeeft tussen P-citr en  $P_2O_5\%$  (fig. 53), met de grootte van het P-gehalte in verband staan. Deze bewerking is uitgevoerd voor verschillende P-citr groepen, teneinde de correlatie tussen P-gehalte en P-citr te doorbreken. Er werd evenwel op deze wijze niet de minste aanwijzing gevonden, dat het P-gehalte van betekenis is.

#### 6. WAARDERING VAN P-GETAL TEN AANZIEN VAN DE ADVIESGEVING

Vrijwel alle resultaten doen het P-gehalte als een bepaling kennen, die wel enige aanwijzingen over de P-toestand geeft, maar die toch in belangrijke mate bij het P-citr ten achter staat. Er zijn geen aanwijzingen verkregen, dat het P-gehalte nog in belangrijke mate een ander aspect van de P-toestand belicht, zodat een handhaving van deze methode naast de methode van het P-citr bij grasland geen zin heeft.

#### IV. DE ROL VAN NEVENFACTOREN

De waarde van P-citr is niet absoluut. Het is zeer aannemelijk gemaakt, dat bij verschillende grondsoorten van een verschillende schaal moet worden gebruik gemaakt. Oorzaken hiervan kunnen b.v. berusten op een verschillend profiel van deze gronden, waardoor fosfaat uit diepere lagen in ongelijke mate ter beschikking komt, een verschillende waterhuishouding, verschillen in fysieke en chemische eigenschappen van de betreffende grondsoorten, verschillen in botanische samenstelling van de grasmat, enz. Het lijkt gewenst, dat naar deze oorzaken nader onderzoek wordt ingesteld, daar enerzijds een verschillende waardering van slechts vrij vaag omschreven grondsoorten weinig bevredigend is, anderzijds een onderzoek inzicht kan verschaffen omtrent de fundamentele verschillen, die er tussen grondsoorten bestaan.

Binnen de per grondsoort genomen proefseries zijn herhaaldelijk neveninvloeden opgemerkt. Hoewel aan verschillende factoren, o.a. fosfaat in de ondergrond, grondwaterstand, botanische samenstelling, bij het onderzoek aandacht is gegeven, liet het materiaal niet toe duidelijke invloeden hiervan vast te stellen. Alleen een invloed van de pH kwam, evenals bij vroeger onderzoek (5), herhaaldelijk naar voren, in enige gevallen bovendien een invloed van het humusgehalte.

##### 1. DE pH

Deze waargenomen invloeden van de pH leken in de meeste gevallen niet erg zeker. Aangezien zij echter bij herhaling op overeenkomende wijze zijn gevonden, is het zeer onwaarschijnlijk, dat zij geheel aan toeval moeten worden toegeschreven. Deze invloed is, voor zover aantoonbaar, overwegend zodanig, dat een optimale fosfaatopname kan worden geconstateerd, in het pH-gebied, dat door de waarden 5,5 en 6,2 begrensd wordt. Voorbeelden hiervan zijn gegeven in de figuren 14, 26, 39 en 52. Hiermede zijn de over het algemeen wat duidelijker uitkomsten van vroeger onderzoek (5) bevestigd.

Deze factor lijkt niet van zo grote betekenis, dat er bij het advies in zeer belangrijke mate rekening mee moet worden gehouden. Slechts vrij globaal geldt, dat de fosfaattoestand in dit pH-traject bij overeenkomend P-citr gunstiger kan worden beoordeeld, dan bij hogere en lagere waarden.

Aanduidingen dat bij bepaald hoge pH-waarden (bijna 7 of hoger) hetzelfde wordt gevonden zijn eveneens enige malen verkregen. Deze berusten evenwel slechts op enkele gegevens en de zekerheid, dat koolzure kalkhoudende graslanden inderdaad in een betere fosfaattoestand verkeren dan het P-citr schijnt aan te geven, is slechts gering.

In de vroegere publicatie (5, blz. 983 ± 995) is op deze invloed van de pH uitvoerig ingegaan en zijn de mogelijkheden om het verschijnsel te verklaren besproken. Van veel belang werd geacht, dat destijds een volkomen analoge invloed van de pH op de kalihuishouding is gevonden. Dit maakt het minder aannemelijk, dat het verschijnsel geheel op oplosbaarheidsverhoudingen van het bodemfosfaat bij verschillende pH zou berusten.

Wel is het bekend, dat de beschikbaarheid van het bodemfosfaat bij stijgende pH kan verminderen (6), maar een geringere beschikbaarheid bij lage pH is slechts zelden bij Nederlandse grondsoorten gevonden.

Bij bouwland op zandgrond is ook geconstateerd (6), dat de reactie op fosfaatbemesting bij een middelmatige pH het geringst is. De sterkere fosfaatbehoefte bij hogere pH berustte hier onmiskenbaar op een verminderde oplosbaarheid en beschikbaarheid van het bodemfosfaat; de in mindere mate toegenomen fosfaatbehoefte bij zeer lage pH was echter geen gevolg van een verminderde opneembaarheid, daar de oplosbaarheid in dit geval groot was en de opgenomen hoeveelheid  $P_2O_5$  eveneens. De nadelen van een te lage pH konden dus blijkbaar door ruime fosfaatvoeding worden gecompenseerd (fixatie van aluminium?).

Het lijkt niet onmogelijk, dat de omstandigheden op grasland overeenkomstig zijn en dat de grotere reactie op fosfaat (en evtl. kali) bij lage pH aan minder gunstiger groeiomstandigheden moet worden toegeschreven. Of dit laatste ook voor hogere pH geldt, of dat hier inderdaad de beschikbaarstelling vermindert, evenals op bouwland het geval was, moet in het midden worden gelaten.

## 2. HET HUMUSGEHALTE

In minder gevallen en meestal minder duidelijk is een invloed van het humusgehalte waargenomen. Deze invloed was dan steeds zodanig, dat hogere humusgehalten bij hetzelfde P-citr met een geringere beschikbaarheid van fosfaat gepaard gaan. Een voorbeeld hiervan is gegeven in fig. 28 en 32 voor rivierkleigrond.

Er is opgemerkt, dat de verschillende waarde van P-citr op diverse grondsoorten gedeeltelijk op het verschil in humusgehalte kan berusten; de humusrijke veengronden hebben immers bij hetzelfde P-citr de grootste behoefte aan fosfaat.

Ook met deze factor zal slechts zeer globaal bij de voorlichting rekening kunnen worden gehouden. Humusarme gronden zullen dus in het algemeen aan iets lager P-citr voldoende kunnen hebben dan de humusrijkere; mogelijk speelt deze factor op rivierklei een vrij belangrijke rol.

De reden van deze invloed van het humusgehalte is niet bekend. Hiervoor kunnen verschillende oorzaken in aanmerking komen, daar verscheidene eigenschappen met het humusgehalte in verband kunnen staan.

## 3. HET IJZERGEHALTE

Er werd practisch geen aanwijzing verkregen dat het ijzergehalte in 10% HCl van zandgronden op de waarde van P-citr enige invloed heeft.

Van deze bij eenzelfde grondsoort tot gelding komende neveninvloeden kan hetzelfde worden gezegd, als van de eigenschappen van verschillende grondsoorten, die de waarde van P-citr beïnvloeden. Zij openen de mogelijkheid om een weg te vinden in de fundamentele verschillen, die er ten aanzien van de beschikbaarheid van fosfaat bij verschillende bodemtypen bestaan. Onderzoek in deze richting is gewenst.

## SAMENVATTING

Er zijn tot dusver in Nederland bij het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek twee methoden ter bepaling van de fosfaattoestand van de grond in gebruik geweest: de methode van het P-citr en de methode van het P-getal. De bepaling geschiedt bij grasland voor praktijkonderzoek in een grondmonster, dat van de bovenste 5 cm van de zodelaag wordt genomen.

De bruikbaarheid van beide methoden is getoetst aan de hand van de resultaten van in totaal 330 in verschillende graslandgebieden en op de voornaamste grondsoorten door de Rijkslandbouwoconsulenten in de jaren 1947 en 1948 gehouden eenjarige fosfaatproefvelden en aan een groot, in 1943 verzameld materiaal van 519 gelijktijdig genomen gewas- en grondmonsters van kleine proefplekken, die over het gehele land over alle grondsoorten verspreid lagen.

Het onderzoek is verricht op laagveen-, zee- en rivierklei-, löss- en zandgrond.

Als maatstaf voor de toetsing zijn gebruikt de relatieve opbrengsten van de 1e snede van de niet met fosfaat bemeste objecten van de proefvelden (d.w.z. de opbrengst van deze objecten uitgedrukt in procenten van de hoogste met opklimmende hoeveelheden fosfaat op het proefveld verkregen opbrengst) en de  $P_2O_5$ -gehalten van het gras van de niet met fosfaat bemeste objecten en van de evenmin met fosfaat bemeste monsterplekken.

Aangetoond wordt, dat het gebruik maken van relatieve opbrengsten toelaatbaar is (blz. 51—53).

Op het gevonden  $P_2O_5$ -gehalte is steeds een correctie toegepast met behulp van het N-gehalte en het tussen beide gehalten vastgestelde verband. Door middel van deze herleiding van het  $P_2O_5$ -gehalte op dat van gras met hetzelfde N-gehalte zijn de invloeden, die het groeistadium en de botanische samenstelling op het  $P_2O_5$ -gehalte hebben, in belangrijke mate geëlimineerd.

Het gecorrigeerde  $P_2O_5$ -gehalte blijkt beter met P-citr samen te hangen dan de relatieve opbrengsten en in het algemeen een gevoeliger maatstaf te zijn.

In het algemeen zijn zeer bevredigende resultaten verkregen bij de toetsing van de P-citr-methode; het verband tussen P-citr en de reactie van het gewas is, met enkele uitzonderingen (vgl. de figuren) goed, zodat deze methode voor praktische toepassing op grasland bij alle onderzochte grondsoorten zeer bruikbaar kan worden geacht. Het is evenwel opgevallen, dat herhaaldelijk bij betrekkelijk hoog P-citr nog lichte opbrengststijgingen bij fosfaatbemesting zijn verkregen.

De waarde van P-citr is echter op de verschillende grondsoorten niet gelijk. Veengrond vraagt het hoogste P-citr, vervolgens zeeklei, dan rivierklei en zand, terwijl het P-citr bij lössgrond pas bij betrekkelijk lage waarde fosfaatbehoefte aangeeft.

De fosfaatbehoefte lijkt herhaaldelijk bij pH-waarden liggende tussen 5,5 en 6,2 bij hetzelfde P-citr geringer te zijn dan bij lagere en hogere pH. Bij laag humusgehalte schijnt soms aan het P-citr een hogere waarde toe te komen dan bij hoog gehalte. Het is waarschijnlijk niet nodig in belangrijke mate bij praktische voorlichting met deze factoren rekening te houden. Een eventuele invloed van andere nevenfactoren kon nooit duidelijk worden vastgesteld.

Onder zeker voorbehoud werd een schema voor de waardering van P-citr opgesteld (Tabel 2, blz. 56).

De toetsing van het P-getal leverde teleurstellende resultaten op. Er lijkt geen reden te bestaan om deze bepaling, behalve eventueel in speciale gevallen, op grasland afzonderlijk of in combinatie met P-citr uit te voeren.



## SUMMARY

### EVALUATION OF SOIL TESTING ON AVAILABILITY OF PHOSPHATE ON DUTCH GRASSLANDS

Till now the determination of the availability of soil phosphate in the Netherlands has been performed by means of two different methods. The method of the P-number (P-getal) implies the determination of phosphate ( $P_2O_5$ ) soluble in water by treating 1 part of soil with 10 parts of distilled water at a temperature of 50° C. The method of P-citr includes a similar determination of phosphate soluble in 1 % citric acid at room temperature. On grassland soil samples are taken from the upper layer of 2 inches.

The methods have been tested on grassland before (3, 4, 5), generally proving the suitability of the P-citr method and to a less degree of the P-number method in the regions investigated. A general investigation on the main soil types of the Netherlands has been carried out in the years 1943, 1947 and 1948. In 1947 and 1948 years 330 short term field trials were laid down by the Agricultural Advisory Service. In 1943 from 519 "experimental spots", scattered over the whole country, corresponding samples of the soil and the crop grown on it were taken.

The experiments have been divided into series, according to the soil type and the geographical situation. The results are presented in graphs according to this division. The main soil types investigated were peaty soils, marine clay, fluvial clay, loess and sandy soils.

The field trials of 1947 and 1948 consisted of 10 plots of 5 × 5 m each, 4 of these did not receive any dressing with phosphate, the other ones were dressed with 20, 50, 90 and 140 kg/ha  $P_2O_5$  (in duplicate) as double superphosphate. Nitrogen was added as nitrochalk (50 kg/ha N), potash in different amounts according to the need of the fields. Only the first cut was harvested.

The "experimental spots" did not receive any dressing with fertilizers (these not being available during the war). The surface of these spots was only  $\frac{1}{4}$  square meter, the grass of the whole of it being harvested as a sample in a rather early state of development.

As a touchstone for the testing the average relative yields on the plots without a phosphate dressing in percentages of the highest yield obtained on the field has been used (the same method has been applied by BRAY in the U.S.A.).

The use of relative yields is justified, as it could be proved that the highest yields of the first cut of grass grown with a heavy dressing of phosphate on land poor in phosphorus are practically equal to those obtained on land with a much higher phosphate level (table 1).

Besides  $P_2O_5$ -contents of grass grown on the unfertilized plots of the field trials and of the grass from the "experimental spots" have been used for the same purpose. However, a correction had to be introduced for the varying contents of N of the grass. A definite ratio has been found between N- and  $P_2O_5$ -contents of the grass. By means of this ratio the  $P_2O_5$ -contents found were corrected to those of grass of equal nitrogen contents. By this correction a considerable improvement of the correlation with the soil characteristics was obtained, influences of different stages of physiological development and of varying botanical composition being largely eliminated by this procedure.

The correlation between the P-characteristic of the soil and the corrected  $P_2O_5$ -contents of the grass were generally better than between this characteristic and the relative yields; the first one proved to be a more sensible measure for the availability of phosphorus in the soil.

Satisfying results were obtained with the P-citric acid method. The correlation between P-citr and the reaction of the crop was excellent in many cases. The application of this method (fig. 2—7, 10—13, 15—19, 21, 25, 27, 29—31, 33, 35—38, 40, 44—51, 53) therefore appeared to be justified for all soils investigated. It has been found however that slight increases of yield as a result of phosphate dressing were observed in a number of cases at relatively high P-citr numbers.

The value of P-citr is however not the same on different soils (fig. 57, 58). The highest numbers are needed on peaty soils, smaller ones on marine clay soil, fluvial clay soil and sandy soil respectively. Comparatively low values are still sufficient on loess soil.

The availability on phosphate was (at equal P-citr values) repeatedly better on soils having a moderate pH = 5,5—6,2 than on soils having lower or higher pH-values (fig. 14, 26, 39, 52), which confirmed previous results (5).

In a few cases a higher value may be attached to P-citr numbers of soils low in humus than to equal numbers on soils with a higher humus content (fig. 28, 32).

It seems however not necessary to take the pH and the humus content into account for practical advisory purposes in the case of phosphate. Other significant factors influencing the relation between P-citr and crop response have not been found.

The test of the P-number (phosphate soluble in water) has given disappointing results (fig. 61—69). Therefore for grassland this determination is of no use and will be omitted in the future except in special cases.

### LITERATUUR

1. HART, M. L. 'T. Opbrengst en gebruik van het grasland in Nederland. *Maandbl. Landbouwoorlichtingsd.* 6 (1949) 344.
2. ITALLIE, TH. B. VAN. De chemische samenstelling van een aantal afzonderlijke grassoorten in verschillende groeistadia. *Versl. landbouwk. Onderz.* 40 A (1934) 639.
3. PAAUW, F. VAN DER. Het grondonderzoek op fosforzuurtoestand bij klei- en laagveengrasland. *Landbouwk. T.* 51 (1939) 524.
4. ——— Bemestingsproeven met superfosfaat op grasland. *Landbouwk. T.* 53 (1941) 839.
5. ——— Grondonderzoek naar fosfaat- en kalitoestand op grasland. *Versl. landbouwk. Onderz.* 49 A (1943) 917.
6. ——— Invloed van de kalktoestand op de beschikbaarheid van fosfaat op zandgrond. *Versl. landbouwk. Onderz.* 56. 8 (1950).