

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK
Gestencilde Verslagen van Interprovinciale Proeven
Nr 50 (1955)

EEN CHEMISCHE ANALYSE VAN
"FOSFAATFIXERENDE" GRONDEN

Dr F. van der Paauw
(Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O.)

ISBN: 44 30 86

EEN CHEMISCHE ANALYSE VAN "FOSFAATFIXERENDE" GRONDEN

(Verslag van een onderzoek van een in interprovinciale samenwerking genomen serie monsters van gronden, die moeilijkheden opleveren met de fosfaathuishouding)

door

Dr F. van der Paauw

Inleiding

In October 1950 werd besloten een oriënterend onderzoek in te stellen naar de chemische samenstelling van gronden, die men in de verschillende consulentschappen als "fosfaatfixerend" beschouwt. De hoop bestond aan de hand van de uitkomsten een juist inzicht te krijgen, welke gronden voor nader landbouwkundig onderzoek in aanmerking zouden komen en van welke aard verschil en overeenstemming tussen de diverse grondsoorten zou zijn. Besloten werd dat uit ieder ambtsgebied, dat daartoe de wens te kennen gaf, monsters zouden kunnen worden ingezonden van gronden, welke om de een of andere reden er van verdacht werden het fosfaat in sterke mate te fixeren.

De voorstellingen, wat men onder fosfaatfixerende gronden zou moeten verstaan, waren vaag. Vermoedelijk dacht men hier zowel aan gronden, die opvielen door een hoog gehalte aan ijzer, als aan gevallen, waar blijkens het grondonderzoek nooit hoge P-citr. of P-getallen werden gevonden (eventueel ondanks ruime fosfaatbemesting) en voorts aan gronden, waar in het gewas herhaaldelijk verschijnselen van fosfaatgebrek zijn geconstateerd, zonder dat dit aan onvoldoende bemesting kon worden toegeschreven.

Uitvoering

Ontvangen zijn 113 monsters uit de volgende ambtsgebieden: Sneek (22), Hengelo (13), Zwolle (6), Arnhem (26), Purmerend (8), Breda (9) en Eindhoven (29). Deze monsters waren gedeeltelijk van bouwland, gedeeltelijk van grasland. Sneek en Purmerend leverden kleihoudende veengronden, Breda kleigronden, de overige consulentschappen zandgronden. Het Landbouwproefstation voegde enkele monsters van eigen proefvelden toe. Ook werd nog een serie monsters uit Zutphen ontvangen. Het onderzoek bleek echter zo tijdrovend, dat besloten moest worden deze monsters niet te analyseren.

De volgende factoren zijn bepaald: humus, afslibbaar, pH-H₂O en pH-KCl, CaCO₃, P-totaal, P-citr., P-getal, Fe₂O₃ en Al₂O₃. Fe₂O₃ werd eerst bepaald als totaal, in 10 % HCl oplosbaar Fe₂O₃. Bovendien is later toegepast een door Favejee gewijzigde dithioniet-methode van Deb. Volgens deze eenvoudiger methode wordt een wat kleiner gedeelte van het totale ijzer bepaald, zoals ons bleek van ongeveer 86 % bij de zandgronden. Bij de gronden uit Sneek, Purmerend en Breda wordt een geringer gedeelte gevonden, namelijk slechts ongeveer de helft. De uitkomsten volgens beide methoden tonen een sterke correlatie.

De Dienst van de Rijkslandbouwconsulent voor Bodem en Bemesting leverde een bijdrage door verscheidene monsterplekken bodemkundig te beschrijven.

De publicatie valt uiteen in een algemeen gedeelte, waarin de verschillende bodemeigenschappen met elkaar in verband worden gebracht en waartoe alle analyses hebben bijgedragen, en een bijzonder gedeelte, waarin de plaats, die de door elk consultantschap ingezonden monsters in het algemene resultaat innemen, wordt besproken.

Algemeen gedeelte

De verhouding P-citr./P-totaal in afhankelijkheid van ijzer- en fosfaatgehalte

Belangrijke correlaties tussen de verschillende onderzochte factoren kwamen slechts in enkele gevallen naar voren. Deze zijn echter van betekenis.

Het P-citr. en in het bijzonder de verhouding hiervan tot het P-totaal, is in belangrijke mate afhankelijk van het Fe_2O_3 -gehalte. Dit komt duidelijk tot uiting als de verhouding P-citr./P-totaal tegen het Fe_2O_3 -gehalte wordt uitgezet (fig. 1). Hieruit blijkt, dat de P-citr./P-totaal-verhouding steeds laag is als het Fe_2O_3 -gehalte hoog is en dat een ruime verhouding alleen bij lage Fe_2O_3 -gehalten wordt aangetroffen. De spreiding van de stippen is echter vrij groot. Het valt op dat belangrijke afwijkingen voorkomen bij de monsters uit Sneek en Purmerend. In het volgende blijven deze ressorten voorlopig buiten beschouwing bij het vaststellen van een verband.

De voorkomende spreiding is gedeeltelijk een gevolg van het feit dat de P-citr./P-totaal-verhouding afhankelijk is van het fosfaatgehalte. Zoals reeds lang bekend is, neemt deze verhouding, door Lemmerman aangeduid als P-relatief, toe bij verbetering van de fosfaattoestand. P-citr. is uitgezet tegen de verhouding P-citr./P-totaal, waarbij gronden met verschillend ijzergehalte in verschillende groepen zijn ingedeeld (fig. 2). Gronden met meer dan 5 % Fe_2O_3 zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de P-citr./P-totaal-verhouding hier slechts zeer weinig varieert. Het resultaat is een aantal bij benadering evenwijdig lopende lijnen. De invloed van P-citr. is dus bij verschillend Fe_2O_3 -gehalte gelijk, behalve wellicht in extreme gevallen. Aangezien de helling van de lijnen praktisch gelijk is, kan de invloed van het verschil in P-citr. gemakkelijk uit fig. 1 worden geëlimineerd. Het resultaat is fig. 3, waarin het verband tussen Fe_2O_3 % en P-citr./P-totaal uitgezet is voor het geval, dat P-citr. 30 bedraagt. Wegens de weinig geschikte vorm van de lijn is het resultaat ook weergegeven bij gebruikmaking van een logaritmische schaal (fig. 4). De relatie is vrij nauw. Uit deze figuren kan dus voor elk willekeurig geval worden afgelezen hoeveel de P-citr./P-totaal-verhouding bij benadering bedraagt als het Fe_2O_3 -gehalte bekend is. Deze uitkomst is belangrijk. Het is immers nu bekend hoeveel P-totaal-eenheden men aan een grond moet toevoegen om P-citr. met een eenheid te doen stijgen. Vooruitlopend op wat volgt, kan reeds thans worden opgemerkt, dat geen van de andere bepaalde factoren op deze verhouding invloed hebben. Een bepaling van het Fe_2O_3 -gehalte is dus voldoende om ons een zeker inzicht te geven in de mate van P-fixatie, voor zover deze in de P-citr.-bepaling tot uiting komt.

De relatie tussen P-citr. en P-totaal bij verschillende Fe_2O_3 %, zoals deze uit het materiaal kon worden afgeleid, is vervolgens afgebeeld in fig. 5. Hieruit kan dus bv. P-totaal worden afgelezen, als P-citr. en Fe_2O_3 % bekend zijn.

Het is van belang deze uitkomsten ook tabellarisch samen te vatten. Uit tabel 1 is af te lezen het P-totaalgetal, dat bij een bepaald P-citr.- en Fe_2O_3 -gehalte behoort. Tussen haakjes wordt de hoeveelheid P_2O_5 in kg/ha vermeld, die nodig is om P-citr. van de betrokken grond met 1 te verhogen als de bouwvoordikte 10 cm en het volumegewicht van de grond 1 bedraagt. Het blijkt dat kolossale hoeveelheden P_2O_5 op de sterk ijzerhoudende gronden met laag P-citr. nodig zijn om dit laatste te verhogen, kleine hoeveelheden bij Fe-arme grond.

Aan de andere kant blijken de P-citr.- en de P-totaal-eenheid bij laag Fe_2O_3 % en hogere P-citr.-waarden gelijk te zijn. Het wil ons voorkomen, dat deze uitkomst niet geheel juist kan zijn, maar samenhangt met het te kleine aantal weinig Fe_2O_3 -houdende gronden in dit materiaal. Het is echter duidelijk dat in ieder geval een zeer groot deel van het meer toegevoegde fosfaat onder die omstandigheden in citroenzuur oplosbaar blijft.

Een invloed van andere factoren op de verhouding P-citr./P-totaal kon niet, zoals reeds werd opgemerkt, worden aangetoond. Het humusgehalte en het Al_2O_3 -gehalte bleken hierop dus zonder invloed. De vermelding van de desbetreffende grafieken, die geen correlaties aanwijzen, blijft achterwege. Opmerkelijker is, dat ook de pH geen duidelijke invloed heeft (fig. 6). Het is immers bekend (2, 3), dat P-citr. op kalkproefvelden toeneemt bij stijgende pH. Een dergelijke correlatie is ook wel uit praktijkonderzoekingen bekend.

Dit heeft ons tot de veronderstelling geleid, dat de stijging van P-citr. op kalkproefvelden niet berust op een verbeterde oplosbaarheid van het fosfaat in citroenzuur bij hoge pH, maar op een verschil in uitspoeling. Hierdoor zou dus P-citr. op zure percelen sneller dalen, maar de verhouding P-citr./P-totaal onveranderd blijven. Hiernaar wordt thans een onderzoek ingesteld (zie naschrift).

De verhouding P-getal/P-citr. in afhankelijkheid van pH

In verband met de correlatie, die tussen P-getal (in water oplosbaar P_2O_5) en P-citr. bestaat, blijkt P-getal op overeenkomstige wijze afhankelijk van Fe_2O_3 als P-citr. IJzerhoudende gronden hebben dus ook een laag P-getal.

De oplosbaarheid van P_2O_5 in water hangt meestal af van de pH. Dit blijkt ook bij dit materiaal, als de P-getal/P-citr.-verhouding tegen de pH wordt uitgezet (fig. 7). Aangezien deze verhouding zelf ook van het P-gehalte afhankelijk is en bovendien de verhouding wegens de grotere bepalingfout bij lage getallen zeer onbetrouwbaar wordt, zijn alleen die waarnemingen gebruikt, waarbij P-citr. 20-50 is. De veengronden uit Sneek en Purmerend zijn hier buiten gelaten.

In fig. 7 is onderscheid gemaakt tussen gronden met meer of met minder dan 1 % Fe_2O_3 . Het blijkt dat de invloed van de pH zich evenzeer bij de ijzerrijke, als bij de ijzerarme gronden doet gelden. Er is dus geen aanwijzing, dat de oplosbaarheid van fosfaat in water op deze sterk ijzerhoudende gronden door een hogere kalktoestand zou verbeteren.

De verhouding tussen P-getal en P-citr. bleek geen verband te hebben met het Fe_2O_3 -gehalte.

Hoewel het verband met de pH wel duidelijk is, is de variatie nog groot. Voor een klein deel zal dit een gevolg zijn van het nog ruime traject van P-citr. (20-50). Voor het overige kon echter geen factor worden gevonden, die deze variatie kan verklaren (humus %, Al_2O_3 %). Zoals bekend is P-getal zeer variabel.

Correlaties tussen factoren onderling

Fe_2O_3 - en Al_2O_3 -gehalte zijn niet gecorreleerd (fig. 8). Grote variatie in Fe_2O_3 % komt voor bij laag Al_2O_3 % (< 2 %), en omgekeerd, bij de gronden uit Sneek, Purmerend en Breda, grote variatie in Al_2O_3 % bij matig Fe_2O_3 %.

Een verband tussen Fe_2O_3 % of Al_2O_3 % enerzijds en pH anderzijds kon niet worden gevonden.

Een positieve correlatie bleek aanwezig tussen Fe_2O_3 en P-totaal, voor zover het de gronden uit Zwolle, Hengelo, Arnhem en Eindhoven betreft. De verhouding is echter in deze gevallen niet dezelfde. P-totaal bedroeg bij $Fe_2O_3 = 5$ % in het gebied van Eindhoven + 310, in dat van Arnhem + 260, in dat van Zwolle + 210 en in dat van Hengelo + 160. In Sneek en Purmerend deed zich een zwakke negatieve correlatie voor. Over Breda is geen uitspraak mogelijk, daar P-totaal zeer weinig varieerde. In aanmerking moet worden genomen, dat deze uitspraken zich alle op een klein materiaal baseren.

Tussen Al_2O_3 en P-totaal bleek geen verband aanwezig.

Humusgehalte en Al_2O_3 -gehalte waren niet of nauwelijks gecorreleerd. Hetzelfde geldt voor humus en Fe_2O_3 -gehalte.

Bijzonder gedeelte

Onderlinge vergelijking van de verschillende gebieden

Indien in de figuren, die het verband weergeven tussen het ijzergehalte en de verhouding P-citr./P-totaal, nagegaan wordt, of het op een bepaald gebied betrekking hebbende resultaat afwijkt van het gemiddelde beeld (in fig. 3, beter fig. 4), dan blijkt dit niet het geval te zijn. De gevonden relaties en de in tabel 1 gegeven verhoudingen zijn voor al deze gebieden geldig.

De uitkomsten uit Sneek en Purmerend zijn echter buiten beschouwing gebleven. Het aantal gegevens uit deze gebieden is te gering voor een zelfstandige bewerking. Daarom wordt nu nagegaan, hoeveel P-totaal zou moeten bedragen, indien afgegaan moet worden op de tabel en de in deze monsters gevonden P-citr.-getallen en Fe_2O_3 -gehalten. Het resultaat wordt met het werkelijk gevonden P-totaal vergeleken (fig. 9). Hieruit blijkt dat P-totaal bij deze gronden in de meeste gevallen ongeveer 50 punten hoger uitvalt dan volgens de berekening zou zijn gevonden.

Het gebied Eindhoven onderscheidt zich door relatief zeer lage Fe_2O_3 -gehalten in de onderzochte monsters. In 2 gevallen, kennelijk veengronden, was dit hoog, namelijk 11.6 en 24.5 %, in een ander geval, een beekgrond, bedroeg het 7.0 %. In de overige gevallen was het ongeveer 2 % of belangrijk lager. Bij 3 andere beekgronden werd resp. 2.17, 0.89 en 0.92 % aangetroffen. In 6 gevallen (uit 17) was het zelfs minder dan 0.2 %, meestal heideontginningen. In overeenstemming hiermee zijn de met Fe_2O_3 % gecorreleerde P-totaal-getallen in dit gebied in het algemeen lager dan elders (verscheidene zelfs < 60).

De monsters uit Arnhem variëren van laag tot hoog (16.1 %) Fe_2O_3 , deze laatste hebben betrekking op moerasveen (9.4 - 16.1 %). 11 uit 18 echter lager dan 2 %. Buitenpolders van de Zuiderzee vallen op door vrij hoog Fe_2O_3 -gehalte (2.5 - 4.5 %) en hoog Al_2O_3 -gehalte.

Hengelo zond enkele monsters (8), die alle een hoog Fe_2O_3 -gehalte hadden (6 - 26 %). Dit zijn alle beekgronden.

Een 6-tal monsters uit Zwolle varieert tussen 1 en 6.5 % Fe_2O_3 . Ook dit zijn uitsluitend beekgronden.

De monsters uit Sneek en Purmerend hadden overwegend een gehalte tussen 0.75 en 4.0 % met uitlopers (Sneek) van 7.3 en 9.1 %. Dit zijn kleihoudende veengronden en kleigronden. Bij de door Breda ingezonden kleigronden loopt het Fe_2O_3 -gehalte van 1.5 - 3.3 %.

De pH-KCl van de monsters is normaal verdeeld, waarbij echter (in overeenstemming met andere ervaringen) in het zuiden de waarden (Eindhoven) wat hoger zijn dan in het oosten (Zwolle, Hengelo en Arnhem).

De meeste monsters uit Breda hebben een pH-KCl van ongeveer 7. Deze gronden zijn CaCO_3 -houdende kleigronden (tot 8.9 % CaCO_3).

Al_2O_3 -gehalten liggen meestal (Zwolle alle, Eindhoven bijna alle) beneden 1 %; van de monsters uit Arnhem hebben enkele een iets hoger gehalte dan 1 %. In een van de monsters uit Arnhem bedroeg het gehalte 6.2 % bij 4.5 % ijzer en slechts 9.2 % humus. Bij de monsters uit Hengelo komen ook hogere gehalten voor (0.5 - 3.5 %). Een van beide gevallen, waarin dit gehalte meer dan 3 % bedraagt, bevat 20.4 % humus, in het andere geval is dit echter geen venige grond (9.3 % humus). De monsters van kleihoudende veengronden uit Sneek en Purmerend bevatten Al_2O_3 -gehalten, die van 1 - ruim 4 % (Sneek) en 1 - 3 % (Purmerend) uiteenlopen. Uit de lijn springen de kleigronden uit Breda, waar de gehalten zeer hoog zijn en variëren tussen 2 en 16.4 %. Fe_2O_3 -gehalten zijn daarbij niet hoog, zoals in Sneek en Purmerend. De gronden met zeer hoog Al_2O_3 (14.5 - 16.4 %) onderscheiden zich niet van de overige, wat betreft het humusgehalte. Opvallend is het hoge gehalte aan CaCO_3 (6.2 - 8.9 %).

De humusgehalten van de desbetreffende gronden zijn meest zeer normaal, bij de zandgronden meestal 3 - 8 %.

De P-getallen zijn in hun verhouding tot P-citr. in de verschillende ambtsgebieden niet verschillend, met uitzondering van de veengronden van Sneek en Purmerend, waar ze relatief hoger zijn en de kalkhoudende kleigronden uit Breda, waar uiteraard lage P-getallen worden aangetroffen.

Beschouwing van de resultaten

Uit de bovenvermelde beschrijving van de eigenschappen van een serie grondmonsters mag vanzelfsprekend geen bijdrage tot de oplossing van het fixatievraagstuk worden verwacht. Het opvallendst waren de sterk ijzerhoudende beekgronden met zeer lage verhouding tussen P-citr. en P-totaal. Grote hoeveelheden fosfaat zijn nodig om P-citr. van betekenis te doen stijgen.

Deze uitkomst zegt op zichzelf niets over de waarde van P-citr. op deze gronden en alleen als vastgesteld zou kunnen worden, dat met een laag P-citr. ernstig fosfaatgebrek gepaard gaat, is dit landbouwkundig van belang ¹⁾. Evenmin zegt de P-citr./P-totaal-verhouding iets over het wezen van de vastlegging. Deze kan zich bij eenzelfde eindverhouding na bemesting snel of langzaam instellen en hiervan zal afhangen of een bemesting wel of niet goed voor het gewas ter beschikking komt. Dit zal wellicht meer bepaald zijn door de mobiele toestand van het ijzer.

Van betekenis is voorts de vondst, dat het P-getal op sterk ijzerhoudende gronden bij toenemende pH op dezelfde wijze afneemt als bij niet sterk ijzerhoudende gronden. In het laatste geval is bekend, dat de beschikbaarheid van fosfaat hierdoor belangrijk achteruit gaat. Verondersteld mag daarom wel worden, dat dit dus ook op de sterk ijzerhoudende gronden het geval zal zijn en sterk opvoeren van de pH geen middel is om de beschikbaarheid van het fosfaat te verhogen (tenzij wellicht mobiel ijzer in het spel is, maar hierover kan dit onderzoek geen uitsluitel geven).

Er werd geen aanwijzing gevonden, dat het Al_2O_3 -gehalte invloed heeft op de grootte van de fosfaatcijfers. Hieruit mag weer niet worden afgeleid, dat deze factor op de beschikbaarheid van fosfaat voor het gewas geen invloed zou kunnen hebben.

Onder de monsters waren er verder verscheidene, die zich alleen onderscheidden door lage P-cijfers, d.w.z. met slechte beschikbaarheid van fosfaat door armoede en niet door vastlegging. Dit was vooral bij ontginningen het geval. Vermoedelijk zijn dus ook verschillende gronden voor fosfaatfixerend aangezien, die dit in wezen niet zijn. Het is niet onmogelijk dat over de betekenis van de fosfaatfixatie voor onze landbouw een overdreven voorstelling bestaat.

In een volgend rapport, dat over de langjarige fosfaathoeveelhedenproefvelden van de interprovinciale serie 1 zal handelen, hopen wij op de betekenis van het Fe_2O_3 -gehalte voor de fixatie nog nader terug te komen. Het zal blijken dat er aanwijzingen zijn, dat de volledige fixatie niet direct intreedt, zodat P-citr. tijdelijk hoger kan zijn dan men op grond van tabel 1 zou verwachten. Op ijzerhoudende gronden treedt dan bij weglaten van de P-bemesting een zeer geleidelijke teruggang van P-citr. op, welke bij minder Fe_2O_3 -houdende gronden niet wordt waargenomen.

¹⁾ Enige proefvelden van serie 15 (bv. 00 1359 en 1386) tonen, dat zeer laag P-citr. (bv. 5) op zeer sterk ijzerhoudende grond niet behoeft samen te gaan met sterk fosfaatgebrek. Het gewas op deze proefvelden reageert alsof de fosfaattoestand normaal in orde is. Er zal dus voor deze gronden naar een andere waardering van P-citr. moeten worden gestreefd, maar of zij inderdaad als P-fixerend moeten worden beschouwd is dubieus. Onderzoek naar de betekenis van het Fe_2O_3 -gehalte voor de waardering van P-citr. is gaande.

Het is van belang op te merken, dat in de literatuur een andere opvatting gevonden wordt. Cooke (1) is van mening, dat de citroenzuurextractie op ijzerhoudende gronden te hoge waarden geeft, omdat ook ijzerfosfaten opgelost worden, die niet voor het gewas beschikbaar zijn. Deze zuiver chemische beschouwingswijze houdt echter geen stand tegen de landbouwkundige ervaring.

Tabel 1

Berekend P-totaal bij verschillend Fe_2O_3 -gehalte en eenheid P-citr.
(tussen haakjes) in kg/ha P_2O_5 per 10 om. en bij vol. gewicht = 1

	Fe_2O_3 %							
-citr.	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0	12.0	16.0
10	40(40)	59(50)	96(70)	130(90)	200(140)	301(180)	433(210)	555(240)
15	57(40)	82(40)	131(60)	175(80)	265(120)	388(150)	536(170)	666(190)
20	74(30)	105(40)	165(60)	221(80)	324(100)	456(120)	618(140)	760(160)
25	89(25)	127(35)	192(65)	255(65)	368(80)	512(100)	678(110)	833(130)
30	99(20)	145(30)	218(50)	285(60)	405(70)	557(80)	728(90)	888(100)
35	108(15)	156(25)	279(40)	313(50)	438(60)	597(70)	777(80)	935(90)
40	113(15)	171(20)	300(30)	337(35)	469(45)	630(60)	815(70)	980(70)
45	118(15)	183(20)	316(30)	353(30)	489(40)	656(60)	843(70)	1013(70)
50	123(15)	190(20)	331(30)	370(40)	510(40)	688(60)	877(70)	1045(70)

GECITEERDE LITERATUUR

1. Cooke, G.W. : J.Sc. Food Agric. 8, 353 (1953).
2. Paauw, F. van der: Fosfaatbemesting in de landbouw.
Landbouw 1 (1948).
3. Vries, O. de, en C.W.G. Hetterschij: Die Phosphorsäure 5,
38 (1935).

S 2183

140 ex.

NASCHRIFT

De invloed van de pH op de verhouding P-citr./P-totaal

Op blz. 3 is vermeld dat een nader onderzoek zou worden ingesteld naar de invloed van de pH op de verhouding tussen P-citr. en P-totaal. De veronderstelling werd gemaakt, dat de stijging van P-citr., die op kalkproefvelden bij stijgende pH is waargenomen, niet op een verandering van de verhouding P-citr./P-totaal berust, maar aan verschillen in uitspoeling zou moeten worden toegeschreven.

Er is uitgegaan van een groter materiaal, voornamelijk uit weinig ijzerhoudende gronden bestaande. Het blijkt nu, dat een positieve invloed van de pH zonder twijfel toch aanwezig is. Een voorbeeld geeft fig. 10. Ook bij meer ijzerhoudende gronden bleek deze invloed aanwezig. Slechts bij zeer sterk ijzerhoudende gronden, waarvan geen ruimer materiaal beschikbaar is, kon deze invloed nog niet vastgesteld worden.

Dit sluit uiteraard niet uit, dat het op kalkproefvelden gevonden verschijnsel ten dele ook aan verschillen in uitspoeling geweten zou kunnen worden.

Op minder zure gronden is dus een groter gedeelte van het fosfaat in citroenzuur oplosbaar. Het is misschien niet overbodig ook in dit geval er voor te waarschuwen hieraan niet zonder meer landbouwkundige conclusies aangaande de beschikbaarheid van het fosfaat voor het gewas te ontleen.

Het is thans mogelijk om ook o.a. de in fig. 4 gegeven resultaten nader met behulp van deze invloed van pH-KCl te corrigeren. Ook de in tabel 1 vermelde getallen zullen met grotere nauwkeurigheid kunnen worden aangegeven, door met de pH van de grond rekening te houden. Hierop wordt in dit verslag niet verder ingegaan.

$\Delta\Delta$ 0.58 - 0.61
 $\Delta\Delta$ 0.59 - 0.66 - 0.74

$\frac{P-citr}{P-totaal}$

- Breda
- × Hengelo
- Sneek
- Arnhem
- Purmerend
- ▲ Zwolle
- △ Eindhoven
- x proefvelden
- x Proefstation

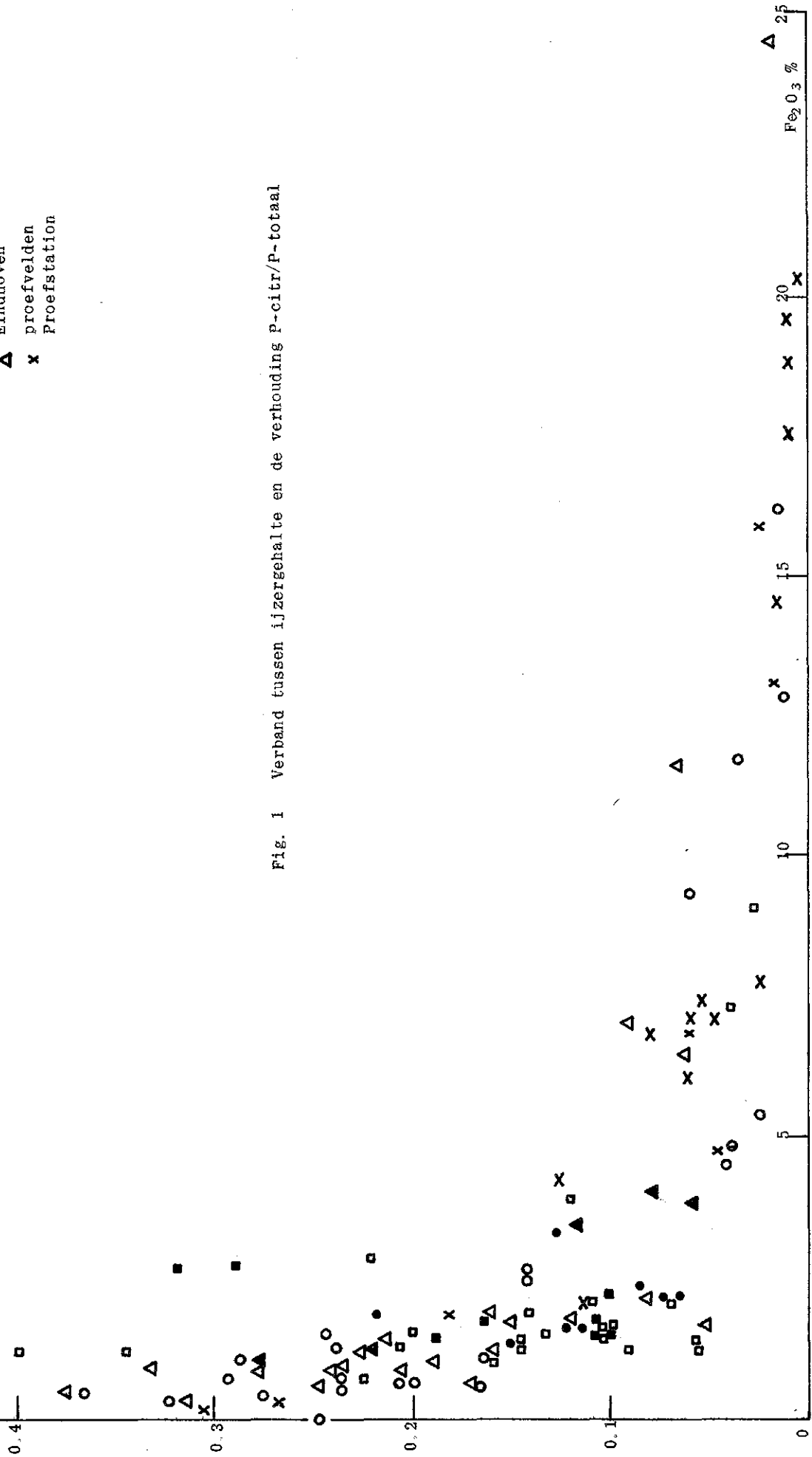


Fig. 1 Verband tussen ijzergehalte en de verhouding P-citr/P-totaal

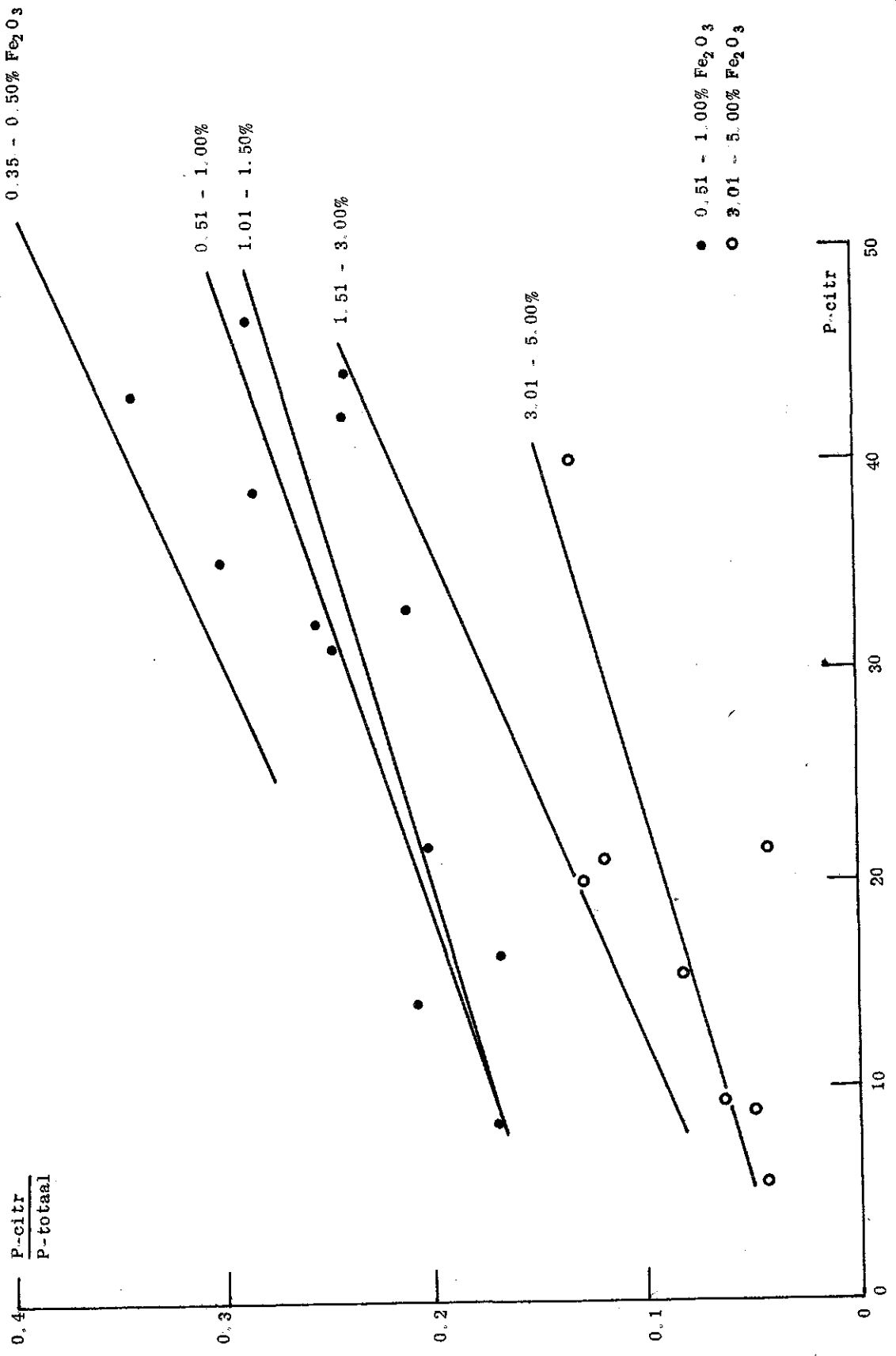
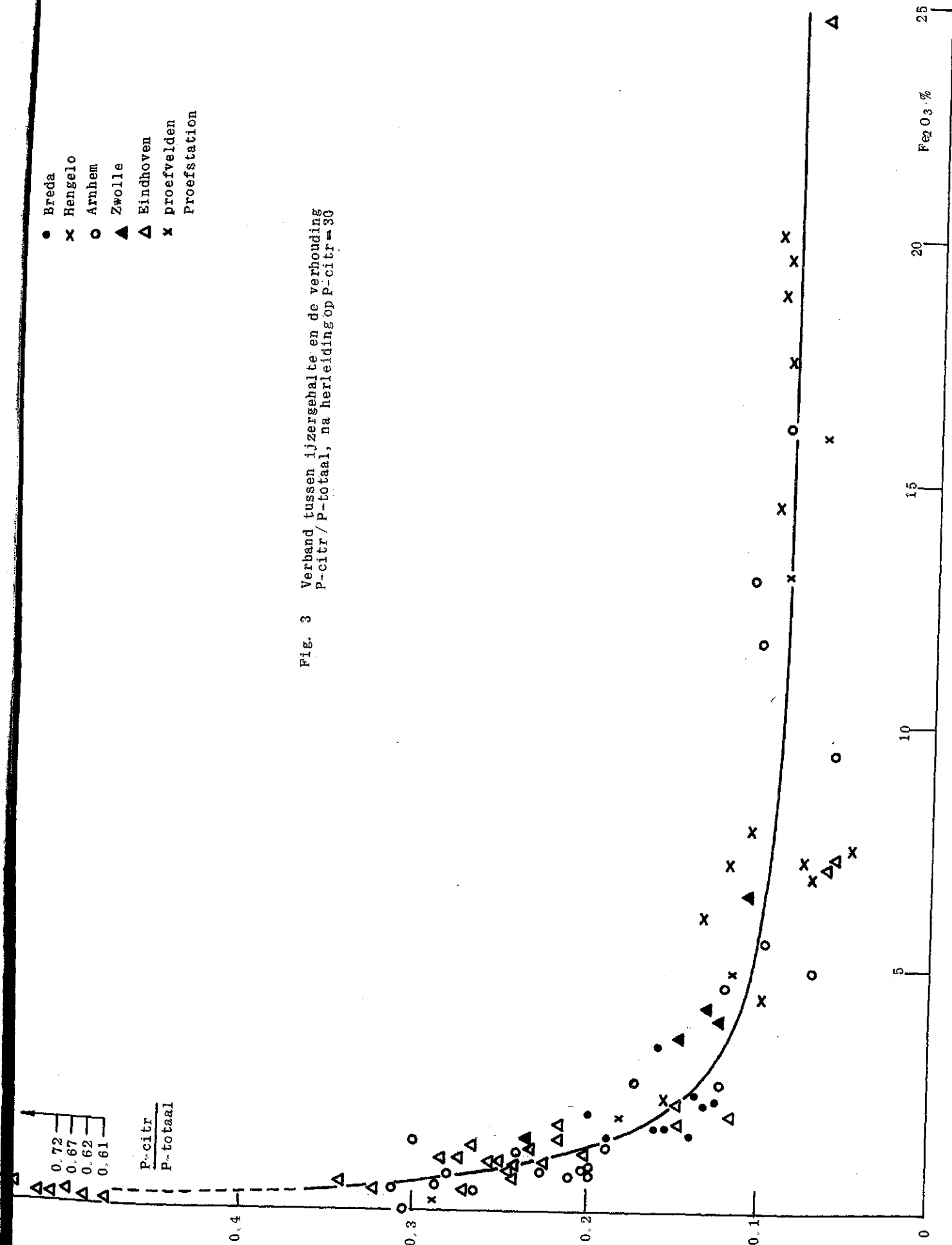


Fig. 2. Verband tussen P-citr en de verhouding P-citr / P-totaal bij verschillend ijzergehalte (zonder Purmerend en Sneek)

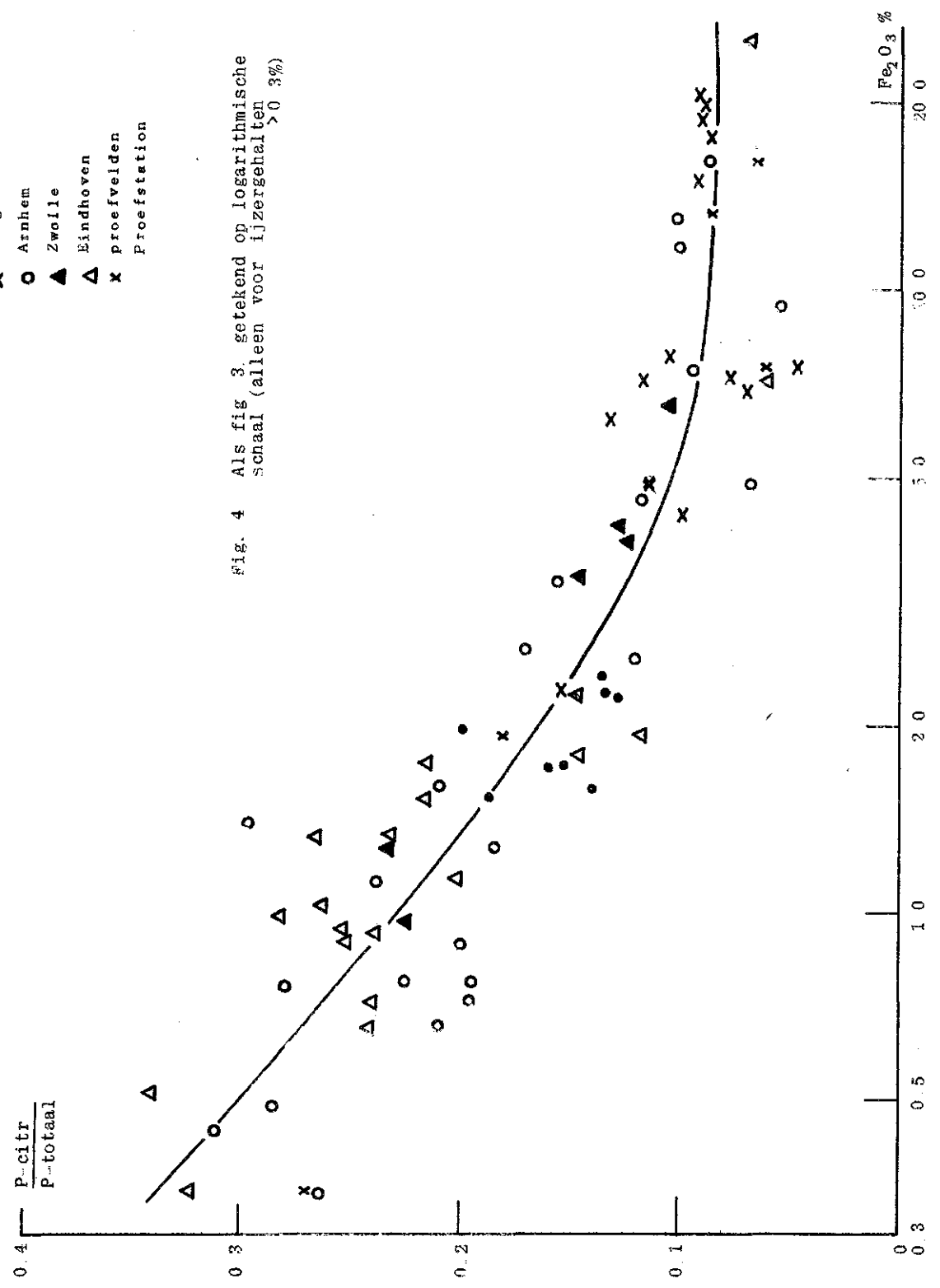
- Breda
- × Hengelo
- Arnhem
- ▲ Zwolle
- △ Eindhoven
- × proefvelden
- Proefstation

Fig. 3 Verband tussen ijzergehalte en de verhouding P-citr / P-totaal, na herleiding op P-citr=30



- Breda
- × Hengelo
- Arnhem
- ▲ Zwolle
- △ Eindhoven
- × proefvelten
- Proefstation

Fig. 4 Als fig. 3 getekend op logarithmische schaal (alleen voor ijzergehalten > 0.3%)



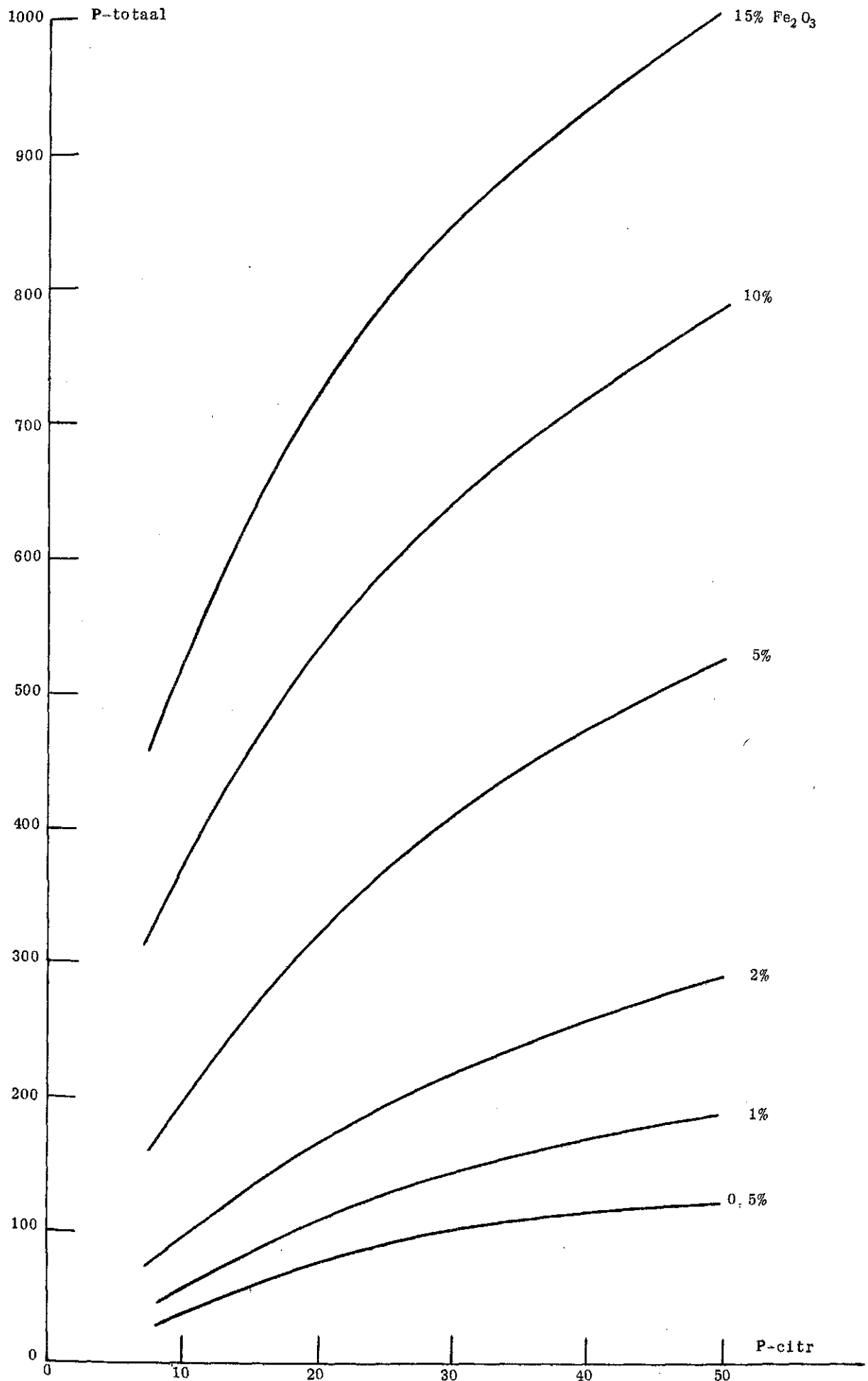


Fig. 5 Schematisch verband tussen P-citr en P-totaal bij verschillend ijzergehalte

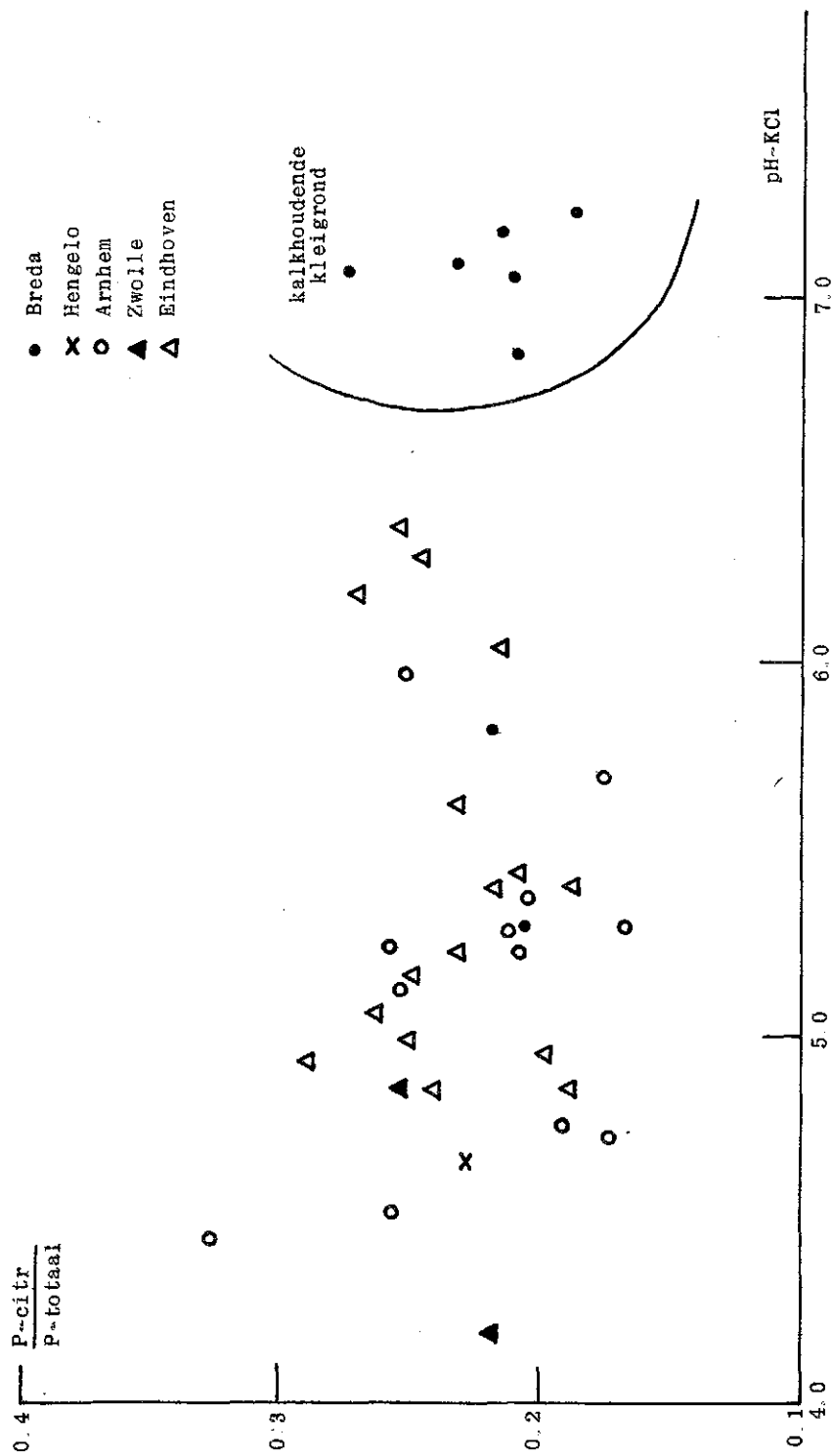
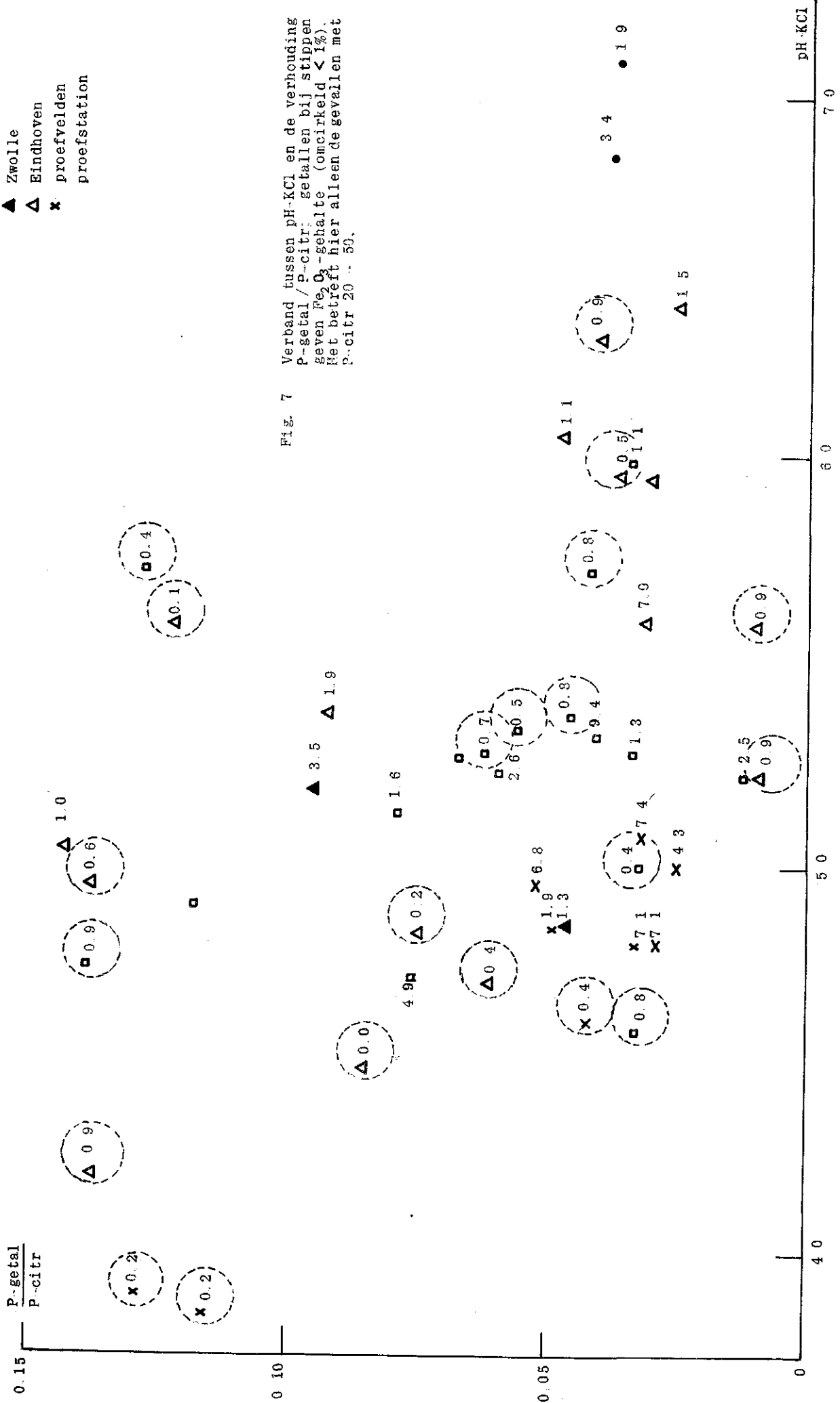


Fig. 6 Verband tussen pH-KCl en de verhouding P-citr / P-totaal (na correctie op P-citr = 30 en Fe₂O₃ = 1%; betreft alleen ijzergehalten van 0.5 t/m 3.0%)

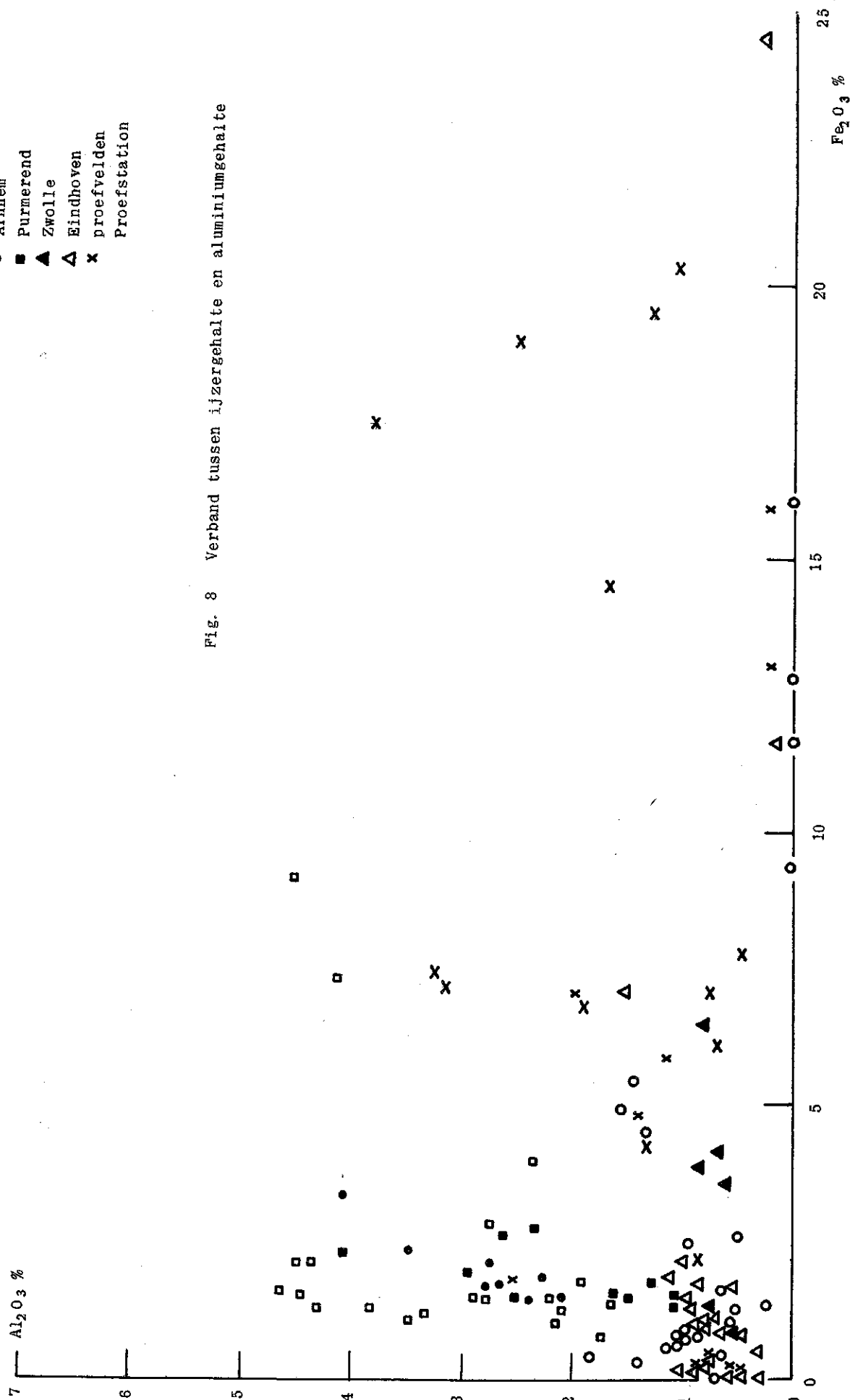
- Breda
- × Hengelo
- Arnhem
- ▲ Zwolle
- △ Eindhoven
- × proefvelden
- × proefstation

Fig. 7 Verband tussen pH-KCl en de verhouding P-getal / P-citr. getallen bij stippen geven Fe₂O₃-gehalte (omcirkeld < 1%). Het betreft hier alleen de gevallen met P-citr 20 .. 50.



- Breda
- × Hengelo
- Sneek
- Arnhem
- Purmerend
- ▲ Zwolle
- △ Eindhoven
- × proefvelden
- Proefstation

Fig. 8 Verband tussen ijzergehalte en aluminiumgehalte



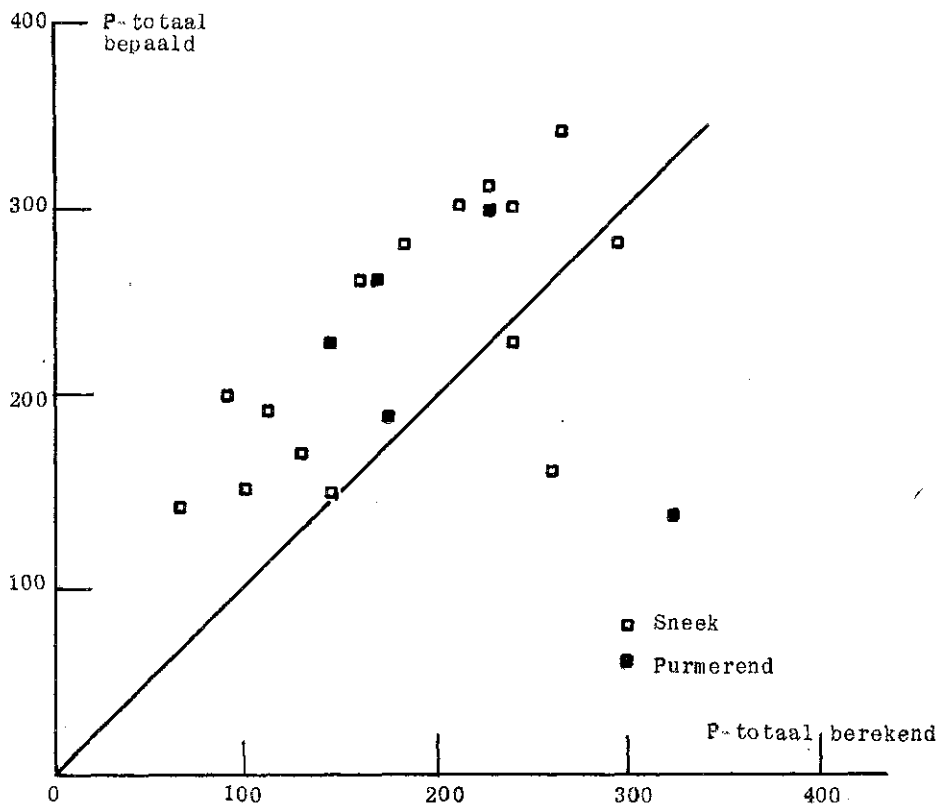


Fig. 9 Verband tussen bepaald P-totaal en uit P-citr en ijzergehalte berekend P-totaal voor Sneek en Purmerend (afwijkend)

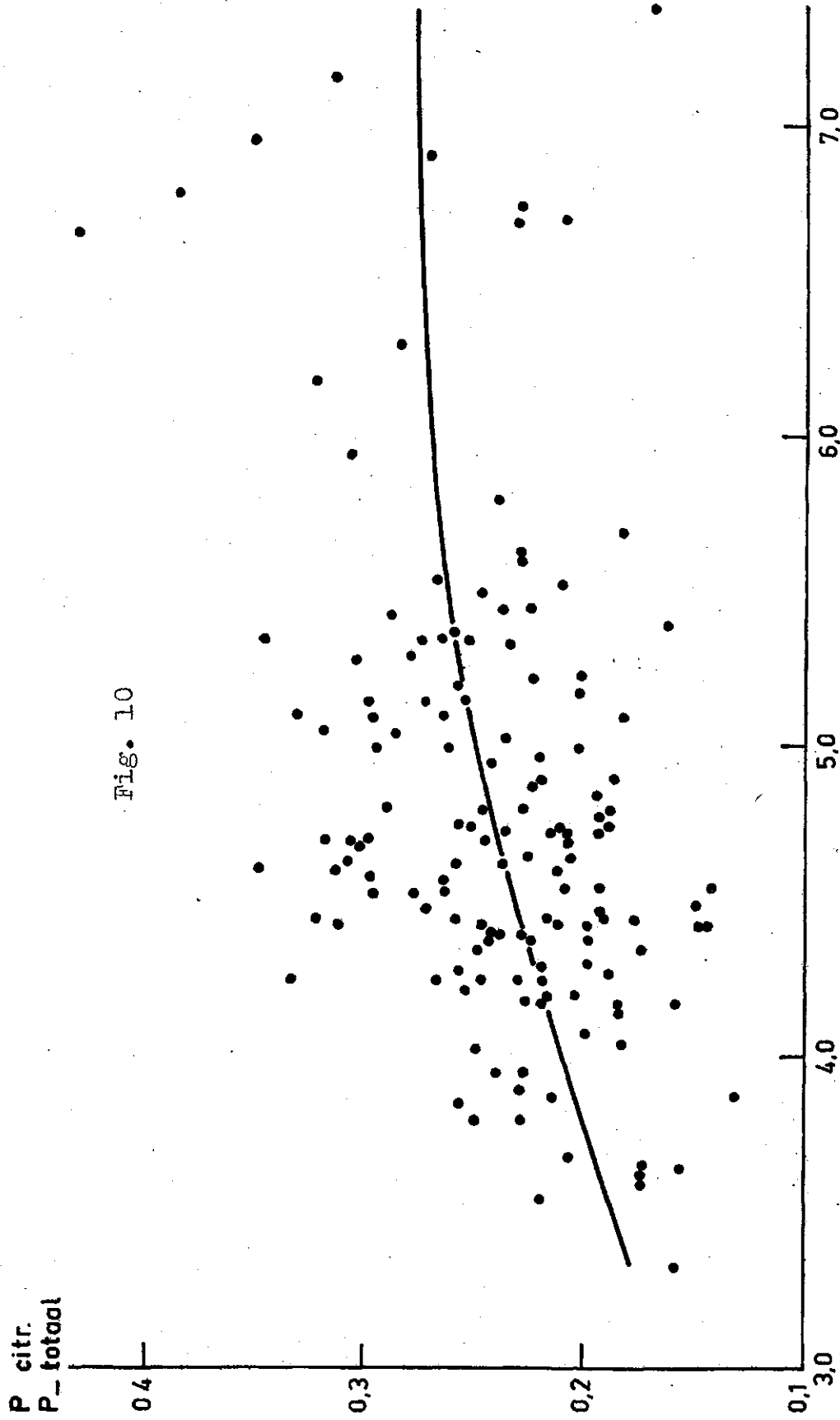


Fig. 10

Verband tussen pH_KCl en de verhouding $P_{\text{citr.}} / P_{\text{totaal}}$ (na correctie op $P_{\text{citr.}} = 30$ en Fe 203 Fe 203 % = 0,5 ; betreft alleen ijzergehalten van 0,19-0,70 %) bij een groter materiaal