

De relatie tussen pH van de grond en opbrengst, onder invloed van
bemesting met stalmest.

K. Boskma

Inhoud

1. Inleiding.
2. Materiaal.
3. Bewerking van de resultaten.
4. Resultaten.
 - 4.1. De gemiddelde interactie.
 - 4.2. Vergelijking van de gewassen.
5. Discussie.
6. Samenvatting.

1. Inleiding.

In de eerste fase van het onderzoek naar de betekenis van verschillen in kalktoestand van de grond voor de opbrengst van de gewassen op zand- en dalgrond bleek dat zowel bij lage als bij hoge pH-waarden aanzienlijk lagere opbrengsten worden verkregen dan bij de optimale pH.

In verschillende gevallen, o. a. op proefvelden op de proefboerderij te Borgercompagnie, werd gevonden dat de pH binnen vrij nauwe grenzen moest blijven om de hoogste opbrengsten te verkrijgen. Het ligt voor de hand, dat men zocht naar maatregelen om dit kritische pH-gebied te verbreden.

Aanvankelijk werd voornamelijk in deze richting gewerkt met de vergelijking van verschillende stikstofmeststoffen als kalksalpeter, zwavelzure ammoniak, e. d.

Omstreeks het einde van de tweede wereldoorlog werd de betekenis van organische bemesting voor de biologische processen in de grond mede betrokken bij het kalktoestandsonderzoek. Daar de zuurgraad van het milieu in vele microbiologische processen een rol speelt zou men ook in de grond een verschil in biologische activiteit kunnen verwachten bij verschillende pH. Door aanvoer van gemakkelijk aantastbaar materiaal, dus door verbetering van het milieu, zou men deze processen wellicht kunnen stimuleren. In deze gedachtengang zou een bemesting met stalmest dus kunnen leiden tot een verbetering van de biologische activiteit van de grond bij minder gunstige pH en daarmee samenhangend tot een kleinere opbrengstderving.

Om de beschreven hypothese te toetsen werden na de tweede wereldoorlog door het toenmalige Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut TNO enige proefvelden aangelegd, waarin o. a. pH-trappen met en zonder intensieve bemesting met stalmest voorkwamen. Deze proeven - die ook in andere opzichten voor het kalktoestandsvraagstuk van betekenis waren - zijn ten dele tot in het begin van de zestiger jaren voortgezet. In dit verslag wordt een samenvatting gegeven van de verkregen resultaten. Tevens worden uitkomsten van enkele andere proeven mee in beschouwing genomen.

2. Materiaal.

Het materiaal voor deze samenvatting bestaat in de eerste plaats uit de proeven Pr 119 en Pr 120 die in 1945 voor het in de inleiding beschreven doel werden aangelegd op de proefboerderij te Emmercom-

pascuum resp. Borgercompagnie. Voor 1945 waren op deze proefvelden andere aspecten van het kalktoestandsvraagstuk onderzocht. Hetzelfde geldt voor het proefveld Pr 10 op zandgrond bij Sappemeer, waarop van 1945 t/m 1951 bovendien nog chilisalpeter en zwavelzure ammoniak werden vergeleken. Op het terrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid lagen gedurende vele jaren naast elkaar een veldproef met een ingebrachte zandgrond (Pr 837) en één met een ingebrachte veenkoloniale grond (Pr 836). Deze proeven werden van 1946 tot 1953 voor de beschreven vraagstelling gebruikt.

Aan de hand van het kaartstelsel van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid werd verder gezocht naar in Nederland genomen proeven, waar binnen proefvelden de invloed van pH kon worden nagegaan, met en zonder bemesting met stalmest. Van dit heterogene materiaal werden alleen de proeven uitgekozen waar met redelijke nauwkeurigheid een pH-kromme kon worden getrokken en waar geen voor ons doel storende strengeling met de factoren pH en/of stalmestbemesting bestond. Dit leverde nog enkele bruikbare proefjaren op.

Een overzicht van de gebruikte proeven en enkele nadere gegevens verstrekt tabel 1.

Tabel 1. Enkele gegevens van de gebruikte proefvelden.

registratie- nummer	plaats van ligging	omschrijving van de grondsoort	percent. org stof	gebruikte proefjaren
1. Pr 119	Emmercompascuum	nieuwe veenkoloniale grond	5,9	1945 t/m 1964
2. Pr 120	Borgercompagnie	oude veenkoloniale grond	13,7	1945 t/m 1954
3. Pr 10	Spitsbergen	zandgrond	6,6	1946 t/m 1962
4. Pr 76	Kolham	vrij droogtegevoelige zand- grond	7,2	1929 t/m 1933
5. Pr 77	Scharmer	humusrijke vochthoudende grond	22,4	1929 t/m 1933
6. Pr 836	Groningen	veenkoloniale grond	8,0	1946 t/m 1951
7. Pr 837	Groningen	zandgrond	5,5	1946 t/m 1951
8. L 359	Stamproy	vrij goede zandgrond	3,6	1951 t/m 1952
9. L 360	Stamproy	goede zandgrond	3,5	1951 t/m 1952
10. OO 353	Losser	hoge zandgrond	5,2	1936, '37, '39
11. OO 354	Bathmen	esgrond	5,6	1936 t/m 1938, 1940.

De stalmest werd met enkele uitzonderingen toegepast in de jaren met hakvruchten. Op de proefvelden van het Instituut voor Bodem-

vruchtbaarheid werd de invloed van de met stalmest gegeven N, P en K zo goed mogelijk uitgeschakeld door op de objecten met stalmest minder kunstmest te geven. Een eventuele invloed van stalmest via de magnesiumvoorziening (stalmest bevat 1 à 2 kg MgO per ton) zal voor Pr 119, Pr 120 en Pr 10 (na 1953) van geen betekenis zijn doordat geregeld met Mg werd bemest of alleen objecten met goede Mg-voorziening worden beschouwd. Op de andere proefvelden valt minder goed te beoordelen of de magnesiumvoorziening in alle proefjaren voldoende is geweest. Dit komt verder ter sprake.

3. Bewerking van de resultaten.

Begonnen werd met de opbrengsten van elk proefveld en proefjaar grafisch uit te zetten tegen de pH van de grond, afzonderlijke voor objecten met en zonder stalmest. Door de verkregen stippenzwerm werd een op het oog zo goed mogelijk passende kromme getrokken. Bij wijze van voorbeeld worden de gemiddelde krommen voor het object met stalmest van de zes proefjaren met bieten van het proefveld Pr 119 gegeven in figuur 1.

Uit deze krommen kan niet door eenvoudig middelen de gemiddelde kromme worden bepaald, daar de pH-trajecten voor een deel niet samenvallen.

Om de gemiddelde kromme over alle proefjaren te berekenen is als volgt gewerkt.

Van elke kromme werd voor pH-intervallen van 0,2 de verandering van de opbrengst gemeten. Deze opbrengstveranderingen werden vervolgens per pH-klasse gemiddeld. Dat levert een schatting van de gemiddelde verandering van de opbrengst per pH-interval over de proefjaren (krommen), onafhankelijk van hun opbrengstniveau. Door de gemiddelde opbrengstveranderingen te sommeren vanaf de hoogste tot de laagste pH-waarde waarbij een redelijk aantal krommen ligt werd de beste schatting verkregen van de vorm van de gemiddelde kromme, onafhankelijk van het opbrengstniveau. In figuur 2 wordt deze kromme gegeven voor de 5 proefjaren met bieten van Pr 119, object met stalmest. Op de linker verticale as in de figuur staat de gesommeerde opbrengstverandering vanaf pH 5,6 ^{naar lagere pH.} Vervolgens is van alle krommen bij pH 4,8 (deze waarde komt op alle proefvelden voor) het opbrengstniveau gemeten en zijn deze waarden gemiddeld. Voor de 5 proefjaren van Pr 119 bleek dit gemiddelde 495 qte bedragen. De gemiddelde opbrengst bij pH 4,8 is tenslotte toegevoegd aan de ge-

middelste kromme. Dit levert, uitgaande van 495 q bij pH 4,8 de tweede schaalverdeling van links in figuur 2 die dus geldt voor de gemiddelde opbrengstkromme.

Op de beschreven wijze werden opbrengstkrommen geconstrueerd per proefveld en gemiddeld over de proefvelden.

De over proefjaren en proefvelden gemiddelde effecten van bemesting met stalmest, aangegeven door de onderbroken lijn in de figuren 3 t/m 6, werden getoetst met de interactie effect x proefveld (de laatste classificatie is eigenlijk een mengvorm van proefveld en proefjaar, omdat de gemiddelden per proefveld niet op dezelfde proefjaren betrekking hebben). Voor elke kromme werd aan de hand van de figuren de regressie bepaald van het opbrengstverschil tussen met en zonder stalmest op de pH. De hypothese "geen invloed van pH", $\beta = 0$, werd getoetst met de standaarddeviatie van de gemiddelde regressiecoëfficiënt berekend uit de spreiding van de afzonderlijke regressiecoëfficiënten b_i om hun gemiddelde \bar{b} . Om ook bij bieten, waar vooral bij lage pH verschillen tussen de krommen in figuur 5 bestaan, een gevoelige maat te hebben werden daar alleen de gedeelten van de krommen beneden pH 4,5 in beschouwing genomen.

4. Resultaten.

4.1. De gemiddelde interactie.

Aangezien niet a priori kan worden aangenomen, dat een eventuele interactie tussen pH en stalmestbemesting op alle proefvelden zal optreden (bijvoorbeeld als gevolg van verschillende micro-biologische activiteit van de grond en verschil in duur van de toepassing van stalmestbemesting) werden eerst gemiddelden per proefveld berekend. Daarnaast werd rekening gehouden met het gewas. Zoals reeds genoemd kregen de hakvruchten een verse stalmestgift; bij de andere gewassen gaat het, met een enkele uitzondering, over een nawerking, die bij lang voortzetten van de stalmestbemesting uiteraard ook weer kumulatief kan zijn.

Om deze redenen worden in het volgende de gemiddelde krommen per gewas of groep van gewassen besproken, gemiddeld over de proefjaren van elk afzonderlijk proefveld. De gewassen aardappelen en bieten worden afzonderlijk besproken, de granen rogge, haver, tarwe en gerst gezamenlijk.

In de figuren 3 t/m 6 is op de verticale as de opbrengst met stalmest minus die zonder stalmest uitgezet en op de horizontale as

de pH. De verschillen in opbrengst tussen met en zonder stalmest werden berekend uit de zonodig over proefjaren gemiddelde en door grafische vereffening (boven beschreven) verkregen krommen.

Indien een interactie tussen pH en bemesting met stalmest optreedt zullen de krommen in de figuren 3 t/m 6 niet horizontaal lopen, maar een hoek met de x-as maken.

a. Aardappelen.

Zoals figuur 3 laat zien, heeft stalmest in de meeste gevallen de opbrengst aan knollen verhoogd. Het verschil tussen de maxima van de pH-opbrengstkrommen voor met en zonder stalmest bedraagt gewogen gemiddeld met het aantal proefjaren als gewichten 24 quintalen per ha.

Het effect van bemesting met stalmest is niet duidelijk afhankelijk van de pH. De veruit zekerste kromme nr. 3 (Pr 119), die berust op 9 proefjaren, geeft een gelijk effect van stalmest over het hele pH-traject. De in de legenda achter het proefveldnummer tussen haakjes geplaatste getallen geven het aantal proefjaren aan waarover de desbetreffende kromme is gemiddeld.

De krommen 7, 8 en 9 geven een kleine negatieve interactie aan. Daartegenover staan echter weer de nummers 5, 6 en 10 met een positieve interactie. Gezien de grote onzekerheid van deze krommen, vooral wanneer ze slechts een kort pH-traject omvatten zoals bij de nummers 5, 6, 9 en 10 het geval is, zal het toeval bij deze verschillen een belangrijke rol kunnen spelen. Uit de ter beschikking staande gegevens kan geen verklaring voor de gesignaleerde verschillen in helling van de genoemde krommen uit figuur 3 worden gegeven.

Gemiddeld over alle proefjaren wordt geen invloed van de pH op het effect van bemesting met stalmest gevonden (onderbroken lijn).

De invloed van bemesting met stalmest op het onderwatergewicht van 5 kg knollen wordt getoond in figuur 4. Met uitzondering van 2 gevallen (4 van de 26 proefjaren) heeft bemesting met stalmest het onderwatergewicht verlaagd. Deze verlaging is soms aanzienlijk: voor kromme 5 als gemiddelde van 2 proefjaren ruim 30 g.

Er bestaat de tendentie dat het negatieve effect van de stalmest naar lage pH vaker toeneemt dan naar hoge pH, hoewel ook een geval (1 proefjaar) voorkomt waar het juist andersom is.

Het verdient aandacht dat de nauwkeurige krommen 3 en 4 geen

interactie tussen pH en bemesting met stalmest aangeven.

Gemiddeld over alle proefjaren bedraagt het negatieve effect van stalmestbemesting op het onderwatergewicht bij de optimale pH 11 g; een interactie met pH wordt gemiddeld niet aangetoond.

b. Bieten.

De opbrengsten aan bieten zijn belangrijk verhoogd door de bemesting met stalmest (figuur 5). Gemiddeld over de beschikbare 14 proefjaren is de opbrengst bij pH 5,0 toegenomen met 60 q/ha.

Het effect van stalmest is in het algemeen bij lage pH groter dan bij hoge pH. Voor de nauwkeurige kromme van Pr 119 (nummer 2 in figuur 5) bedraagt de opbrengstverhoging bij pH-waarden van 3,6 en 4,8 respectievelijk 88 en 32 q. De andere krommen sluiten goed aan bij die van Pr 119 met uitzondering van de nummers 3, 4 en 7, die een tendentie geven tot een iets groter effect van stalmest bij hoge pH.

Uitvoering van de onder "Bewerking van de resultaten" beschreven toets, toegepast op de gedeelten van de krommen beneden pH 4,5, geeft een afneming van het stalmesteffect van ca. 5 q per 0,1 pH. Dit gemiddelde effect is niet significant (P ca. 0,13).

Vergelijken we het stalmesteffect bij de pH-waarden van 4,0 en 5,0, gemiddeld over de 12 proefjaren waarin deze pH's voorkomen, dan is het eveneens niet significant (P ca. 0,19). Na weglating van een proefjaar met sterker boriumgebrek bij hoge dan bij lage pH is het stalmesteffect bij pH 4,0 gemiddeld 25 quintalen groter dan bij pH 5,0 en bijna significant (P ca. 0,055).

Het over alle proefjaren met bieten gemiddelde effect van stalmest op de vorm van de pH-opbrengstkromme van bieten wordt nader gedemonstreerd in figuur 7. Om vertekening van de krommen te voorkomen zijn van 3 proefvelden waar bij lage pH zonder stalmest geen opbrengsten meer werden verkregen de gegevens beneden pH 4,0 niet meegemiddeld.

Vergelijken we de krommen dan blijkt een zelfde opbrengst als zonder stalmest bij pH 4,5 werd verkregen met stalmest reeds bij pH 4,1 te zijn bereikt. Naar rechts gemeten is het effect als gevolg van de afnemende meeropbrengst nog groter: voor de opbrengst die met stalmest bij pH 4,5 wordt verkregen zou zonder stalmest een pH van 5,2 nodig zijn.

Deze opschuiving van de pH kan worden ontleed in een hoofdeffect

van stalmest en een interactie tussen pH en stalmest. Nemen wij als hoofdeffect van stalmest het niveau verschil tussen de beide krommen bij pH 5,6 en brengen hiervoor een correctie aan, dan blijft alleen de interactie tussen pH en stalmest over (figuur 8). Vergelijking van de beide krommen in figuur 8 toont evenals in figuur 7 aan dat in het praktisch belangrijke pH-traject van 4,0 tot 5,0 de invloed van pH op de opbrengst slechts weinig is veranderd door de bemesting met stalmest. Van pH 4,3 tot pH 5,0 vallen de krommen voor met en zonder stalmest vrijwel samen. Naar lagere pH dan 4,3 neemt de opbrengst met stalmest iets minder snel af dan zonder stalmest, doch voor een gelijke opbrengst is bij pH 4,0 de verschuiving ten gunste van stalmest nog nauwelijks 0,1 pH eenheid (figuur 8). De sterke reactie van bieten in dit pH-traject maakt echter dat deze verschuiving nog overeenkomt met ca. 18 q opbrengst of ca. 4%.

Het bovenstaande toont aan dat ook bij bieten de eigenlijke interactie tussen pH en stalmestbemesting door zijn bescheiden omvang slechts een beperkte praktische betekenis heeft.

c. Granen.

Het effect van stalmest op de opbrengst van granen wordt gegeven in figuur 6. Zoals genoemd betreft het hier in het overgrote deel van de gevallen nawerking van aan hakvruchten gegeven stalmest. In het algemeen geven de objecten met stalmest iets hogere opbrengsten; gemiddeld over de proefjaren bedraagt de toeneming van de opbrengst bij de maxima van de pH-opbrengstkrommen 1,5 q/ha.

De nawerking van de stalmestbemesting hangt niet duidelijk af van de pH. De kromme nummer 1 (Pr 10, object chs) geeft een van de rest afwijkend beeld. Het rechter gedeelte berust echter op slechts één nogal van de rest afwijkend proefjaar, om welke reden aan dit deel van deze kromme niet veel waarde moet worden gehecht.

Gemiddeld over de 36 proefjaren in figuur 6 wordt geen interactie tussen pH en stalmestbemesting aangetoond. Er kan worden geconcludeerd dat deze interactie bij granen gemiddeld van geen betekenis is.

4.2. Vergelijking van de gewassen.

Zoals uit het voorgaande blijkt is het effect van bemesting met stalmest alleen bij bieten gemiddeld afhankelijk van de pH. De statistische betrouwbaarheid van de interactie is echter niet groot. Bij

aardappelen (eveneens met stalmest in het voorjaar) en bij granen (nawerking van stalmest) bestaat over alle proefjaren gemiddeld geen invloed van de factor pH op het effect van stalmest.

5. Discussie.

Het beschreven proefvelden materiaal toont aan dat de schade als gevolg van een lage pH gemiddeld niet kan worden opgeheven door met stalmest te bemesten. Alleen bij het gewas bieten wordt enige afvlakking van de pH-opbrengstkromme gevonden, bij aardappelen en granen blijft deze vrijwel onveranderd.

Voor een op de praktijk gerichte interpretatie kunnen de pH-opbrengstkrommen voor met en zonder stalmest worden vergeleken zonder eerst het hoofdeffect stalmest te elimineren. Op deze wijze gehanteerd geven de gemiddelde resultaten van onze proefvelden aan dat het gewas bieten in het pH-traject van 4,0 tot 5,0 bij bemesting met stalmest een zelfde opbrengst levert als bij een enige tiende eenheden hogere pH zonder stalmest. Hierbij moet worden opgemerkt dat bieten sterker reageren op verschillen in pH en bemesting met stalmest dan aardappelen en granen. Vooral in de gevallen waarin men met het oog op de verbouw van schurftvrije aardappelen de pH laag wenst te houden is het dus voordelig aan de bieten stalmest te geven. Dat de interactie tussen pH en stalmestbemesting bij bieten klein is wordt ook beschreven door Sluijsmans en Boskma *). Zij vinden dat bij bemesting met stalmest een zelfde helling van de pH-opbrengstkromme wordt gevonden bij een 0,2 eenheid lagere pH dan zonder stalmest. Vermoedelijk kan het grootste deel van dit effect aan de invloed van stikstof in stalmest worden toegeschreven. De resultaten in dit rapport stemmen dus ongeveer overeen met die van Sluijsmans en Boskma hetgeen samenhangt met het feit dat voor een belangrijk deel hetzelfde materiaal werd gebruikt. In dit rapport is een strenger selectie-criterium gehanteerd t. a. v. de bruikbaarheid van de proeven. Verder is op de proeven gebruikt voor dit rapport in slechts enkele proefjaren niet gecompenseerd voor de stikstof (en de P en K) uit stalmest, terwijl dit in het materiaal van Sluijsmans en Boskma in bijna de helft van het aantal proefjaren het geval was. Hieruit kan het - overigens kleine - verschil in effect van stalmest volgens dit rapport en volgens genoemde publikatie (resp. 0,1 en 0,2 pH) worden verklaard.

Zoals in de inleiding is beschreven werd bij de opzet van althans sommige proeven gedacht in de richting van een verschillende beïn-

*) Sluijsmans C.M.J. en K. Boskma, Kalktoestand van de grond en opbrengst van bieten op zand- en dalgrond. V.L.O. No. 65.18 (1959).

vloeding van de microbiologische activiteit in de grond door stalmest onder invloed van verschillen in pH. De geringe effecten hebben echter niet stimulerend gewerkt op onderzoek in verklarende richting. Alle proeven zijn gericht op het onder praktijkomstandigheden schatten van de grootte van een eventuele interactie tussen de pH van de grond en bemesting met stalmest.

In deze situatie moet dan ook wel worden volstaan met de constatering, dat in de opbrengsteffecten van granen en aardappelen gemiddeld geen interactie tussen pH en stalmest kan worden aangetoond en dat bij bieten de interactie klein is.

De oorzaken van de hoofdeffecten van stalmest kunnen eveneens niet nader worden geduid, behalve voor de 4 proefjaren van L 359 en L 360, waarin geen compensatie was toegepast voor de N, P en K uit de stalmest en verschillen in voorziening hiermee dus een rol zullen spelen. Op de stalmesthoofdeffecten wordt verder niet ingegaan, aangezien dit buiten het doel van deze studie valt.

Wij willen er op wijzen, dat buiten de N, P en K met stalmest o. a. magnesium en chloriden worden gegeven. Deze bestanddelen van stalmest kunnen onder bepaalde omstandigheden een belangrijke rol spelen in het effect.

Een fraai voorbeeld van de wijze waarop de magnesiumwerking van stalmest zich kan manifesteren als een pH-stalmestinteractie, geeft het proefveld Pr 120 op oude veenkoloniale grond te Borgercompagnie. Naast de objecten met goede magnesiumvoorziening, die wij in deze samenvatting opnamen, kwamen op dit proefveld ook magnesiumarme objecten voor. Bij elk van deze magnesiumobjecten werd het effect van bemesting met stalmest onderzocht. De gemiddelde resultaten van 4 proefjaren met granen, waarin de nawerking van aan hakvruchten gegeven stalmest werd onderzocht, worden vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Invloed van bemesting met stalmest in afhankelijkheid van de Mg-voorziening. Opbrengst met stalmest in procenten van die zonder stalmest.

pH-KCl	3,8	4,2	4,6	5,0
magnesiumarm	150	111	110	108
goede magn. voorziening	105	101	100	101

Op de magnesiumarme objecten is het effect van stalmest dus groot en in sterke mate afhankelijk van de pH, maar is de magnesium-

voorziening goed dan is het effect klein en wordt het weinig door de pH beïnvloed. Het effect van magnesiumbemesting vertoonde op dit proefveld een soortgelijke afhankelijkheid van de pH van de grond^{*)}).

Op grond van het bovenstaande wordt geconcludeerd, dat stalmest hier werkt als magnesiummeststof. Waarnemingen omtrent het optreden van magnesiumgebrekssymptomen steunen deze verklaring.

De vraag rijst of de effecten die wij in het verzamelde proefveldenmateriaal vinden ten dele op een magnesiumwerking van stalmest kunnen berusten. Wij gingen daarom van alle proefjaren na of magnesium werd gegeven en of in het gewas symptomen van magnesiumgebrek werden geconstateerd. Het bleek dat, afgezien van de proefvelden Pr 119, 120 en 10 (in 1954 e.v. jaren), vrij schaars met magnesium werd bemest. In een aantal proefjaren vertoonde het gewas symptomen van magnesiumgebrek. Daarbij werd in enkele gevallen waargenomen dat het gebrek ernstiger was zonder dan met stalmest en ernstiger bij lage dan bij hoge pH. Dit is bijvoorbeeld het geval op Pr 837 in 1951 en men ziet in figuur 3 dat de kromme nr. 8, waarin dit proefjaar voorkomt, enige negatieve interactie vertoont.

Op grond van het bovenstaande is het dus niet zeker dat in de gemiddelde stalmesteffecten in ons materiaal een magnesiumwerking van stalmest is uitgeschakeld.

De chloriden die met stalmest worden gegeven, zouden de oorzaak kunnen zijn van de afneming van het onderwatergewicht door de bemesting met stalmest (figuur 4). Uit chemisch onderzoek van op Pr 119 tijdens de groeiperiode genomen monsters van het aardappel-loof in de jaren 1945, 1947 en 1950 bleek dat het chloorgehalte in de droge stof door bemesting met 30 ton stalmest was toegenomen van 0,82 tot 2,20 %. Hoewel ook het kaligehalte met stalmest iets hoger was kan dat verschil volgens ander onderzoek slechts een klein deel van de opgetreden verlaging van het onderwatergewicht verklaren. Ook de waargenomen lichtere kleur van het loof op de stalmestobjecten wijst vermoedelijk op een (geringe mate van) chloorbeschadiging. Indien nu de werking van de chloriden in stalmest afhankelijk zou zijn van de pH zou dit zich als een pH-stalmestinteractie kunnen manifesteren. In dat geval zouden bij de chloorgevoelige aardappel en de chloorminnende biet interacties te verwachten zijn.

*) Anonymus, Pr 120. Kalk-magnesium-stalmest-proefveld op perceel 6 te Borgercompagnie. Verslag over het jaar 1956 van de Veren. tot Expl. van Proefboerderijen in de Veenkoloniën, p. 128-142.

De gemiddelde kromme voor het onderwatergewicht van aardappelen op Pr 119 in figuur 4 loopt vrijwel horizontaal, hetgeen betekent dat geen interactie wordt gevonden. Het Cl-gehalte in het aardappelloof, waarover Pr 119 vijf reeksen waarnemingen levert verdeeld over 3 proefjaren, neemt zonder stalmest in alle vijf gevallen af naarmate de pH hoger wordt. In één geval dat een zeer regelmatig beeld vertoont is dit effect significant, in de andere gevallen niet. Gemiddeld neemt het Cl-gehalte af met 0,17% in de droge stof per eenheid hogere pH (P ca. 0,17). Op de objecten met stalmest neemt het Cl-gehalte van het loof tijdens de groei in 4 van de 5 gevallen iets toe met de pH, doch het effect is in geen van deze gevallen en evenmin voor de gemiddelde toeneming van 0,15% per pH-eenheid significant. Opvallend is dat de spreiding om de regressielijnen met stalmest veel groter is dan zonder stalmest. Er kan als gevolg van deze grote spreiding ook geen verschil in pH-effect op het Cl-gehalte voor met en zonder stalmest worden aangetoond.

Uit het bovenstaande komt, hoewel zwak, toch de tendentie naar voren dat bemesting met stalmest het gehalte aan Cl sterker verhoogt naarmate de pH van de grond hoger is (pH-traject ca. 3,6 tot 5,0). Deze tendentie wordt niet duidelijk gevonden in het onderwatergewicht (kromme nr. 3 in fig. 4) en evenmin in de opbrengsten aan bieten (kromme nr. 2 in fig. 5).

Naast de besproken factoren Mg en Cl kunnen ook andere, misschien minder voor de hand liggende, een werking uitoefenen die in grootte afhangt van de pH. Men kan bijvoorbeeld denken aan effecten van de toegevoerde organische stof via structuur of vochtvoorziening of aan sporenelementen. In het eerste geval zou bijvoorbeeld als gevolg van de gunstiger beworteling van de planten bij hoge dan bij lage pH en een betere vochtvoorziening bij gebruik van stalmest een negatieve pH-stalmest interactie verwacht kunnen worden. Dus een kwalitatief soortgelijk effect als bij bieten is gevonden.

Een voorbeeld van een interactie tussen pH en stalmestbemesting via de voorziening met sporenelementen wordt gevonden in een proefjaar van Pr 119, waarin de bieten bij hoge pH boriumgebrek vertoonden en bij lage pH niet. Met stalmest trad licht boriumgebrek op, zonder stalmest vrij ernstig gebrek. Zowel met als zonder stalmest werd in augustus (dus te laat) op gedeelten van veldjes met borium bemest. Zonder stalmest had deze bemesting een vrij sterk positief effect,

met stalmest geen effect.

Tabel 3. Effect van stalmest bij verschillende pH.

pH	Grafisch vereffende opbrengsten, bieten q/ha.		
	geen stm, geen B	geen stm, B	stm, gem. geen B en B
4,0	186	-	248
4,5	220	249	326
5,0	224	253	351
5,5	225	254	355

In dit geval wordt gemiddeld een positieve interactie tussen pH en stalmest gevonden als gevolg van de toeneming van het boriumgebrek naar hoge pH en de verbetering van de boriumvoorziening door stalmest.

Aangezien wij er van uitgaan dat zodanig moet worden bemest dat geen gebreksziekten optreden, achten wij gevallen als het genoemde voor de pH-stalmest interactie in de praktijk van geen belang. Wij hebben daarom getracht door selectie in het proefvelden materiaal gevallen waar duidelijke gebreksziekten optraden uit te schakelen voor deze samenvatting, zoals eerder werd aangegeven. Niettemin bevinden zich onder het materiaal van de gewasgroepen granen en aardappelen, waarbij voor het gemiddelde geen interactie wordt aangetoond, enkele proefjaren die bij toetsing tegen hun eigen binnen-proefveld variantie wel een interactie geven.

Van de sterkst hellende krommen in de figuren 3, 4 en 6 namen wij de afzonderlijke proefjaren en pasten per proefjaar een eenvoudige tekentoets toe op de pH-stalmest interactie. De kromme voor geen stalmest werd als nulhypothese gebruikt in de waarnemingen van met stalmest en omgekeerd. Deze toets leverde als uitkomst, dat in enkele gevallen in één proefjaar een interactie tussen pH en stalmest kon worden aangetoond, doch in de andere proefjaren van hetzelfde proefveld niet.

Voor de proefjaren waarvan kromme nr. 1 uit figuur 6 het gemiddelde voorstelt, werd in 1950 een significante interactie ($P = 0,05$) gevonden, in de andere 2 proefjaren werd geen interactie aangetoond. Het zelfde was het geval bij kromme nr. 1 uit figuur 4.

In figuur 3 is kromme nr. 8 opgebouwd uit één proefjaar met een significante interactie ($P < 0,01$) en één proefjaar waarin geen interactie wordt aangetoond. Opmerkelijk is, dat juist in het proefjaar waarin een interactie wordt gevonden magnesiumgebrek optrad en wel zonder stal-

mest sterker dan met stalmest.

Het feit dat hetzelfde proefveld in het éne proefjaar wel en in andere proefjaren geen duidelijke interactie geeft, wijst erop dat de toevallige constellatie van groeiomstandigheden van een proefjaar een rol speelt. Voor advisering kan men zich daarom het beste richten op de gemiddeld te verwachten interactie tussen pH en stalmest.

Indien de boer ervoor zorgt dat de pH van zijn grond binnen de klasse "goed" van de Adviesbasis^{*)} blijft kan hij ook bij bieten de gemiddelde interactie tussen pH en stalmestbemesting verwaarlozen. In hoeverre bij zeer hoge pH (boven 5,5) de interactie nog van betekenis is, kan op grond van ons materiaal niet worden beoordeeld.

De complexe aard van de factoren stalmest en pH maakt een nadere duiding van de interactie moeilijk. Nu bovendien een interactie tussen pH en stalmest gemiddeld bij bieten slechts klein wordt gevonden en bij aardappelen en granen in het geheel niet wordt waargenomen, verliest de vraag naar de duiding ervan zijn praktische betekenis.

Onder deze omstandigheden lijkt een verdere voortzetting van het onderzoek naar de pH-stalmest interactie voor de praktijk weinig perspectieven te bieden.

Tegen de vermelde conclusie zou het bezwaar kunnen worden ingebracht, dat geen zeer humusarme zandgrond voorkomt onder het verzamelde materiaal (tabel 1). Hier kan echter tegenover worden gesteld, dat in 't algemeen op deze gronden juist weinig aardappelen worden verbouwd en dat er dan zonder bezwaar tot een vrij hoge pH kan worden bekalkt. De praktische betekenis van verder onderzoek lijkt ook daar dus niet groot.

6. Samenvatting.

Met enkele meerjarige proefvelden van het IB als kern werd nagegaan of de relatie tussen opbrengst en pH van de grond wordt beïnvloed door bemesting met stalmest. Hoewel het materiaal vrij beperkt is blijkt toch wel duidelijk dat bij granen en aardappelen geen interactie tussen pH en stalmest optreedt, die van praktische betekenis is (N, P, K en Mg uit stalmest in de meeste gevallen zo goed mogelijk uitgeschaakeld). Bij bieten wordt door bemesting met stalmest de gevoeligheid voor een lage pH iets verkleind. Een duiding van het effect was niet mogelijk.

*) Adviesbasis voor de bemesting van landbouwgronden. Min. van Landbouw en Visserij.

Fig.1

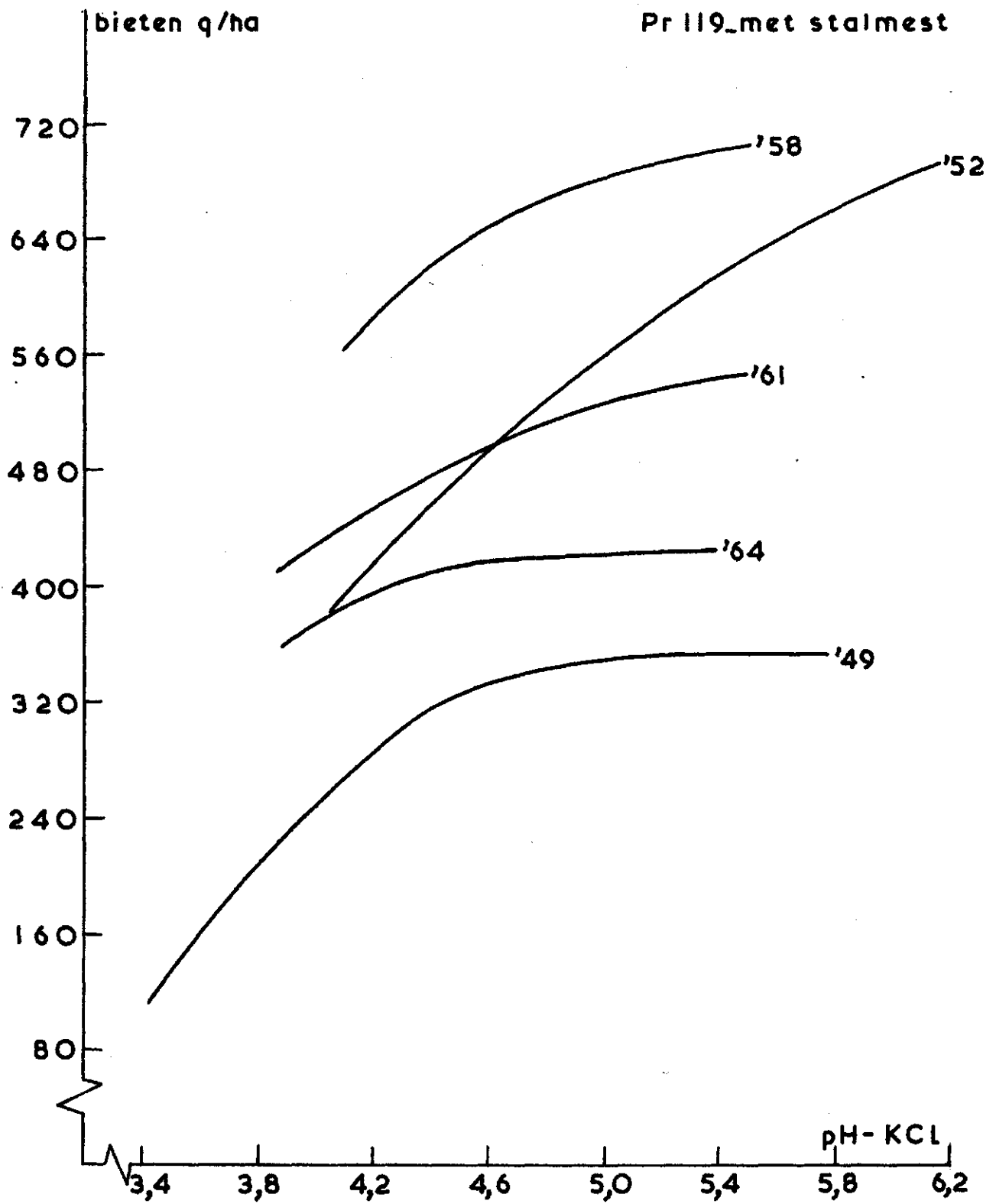


Fig. 2

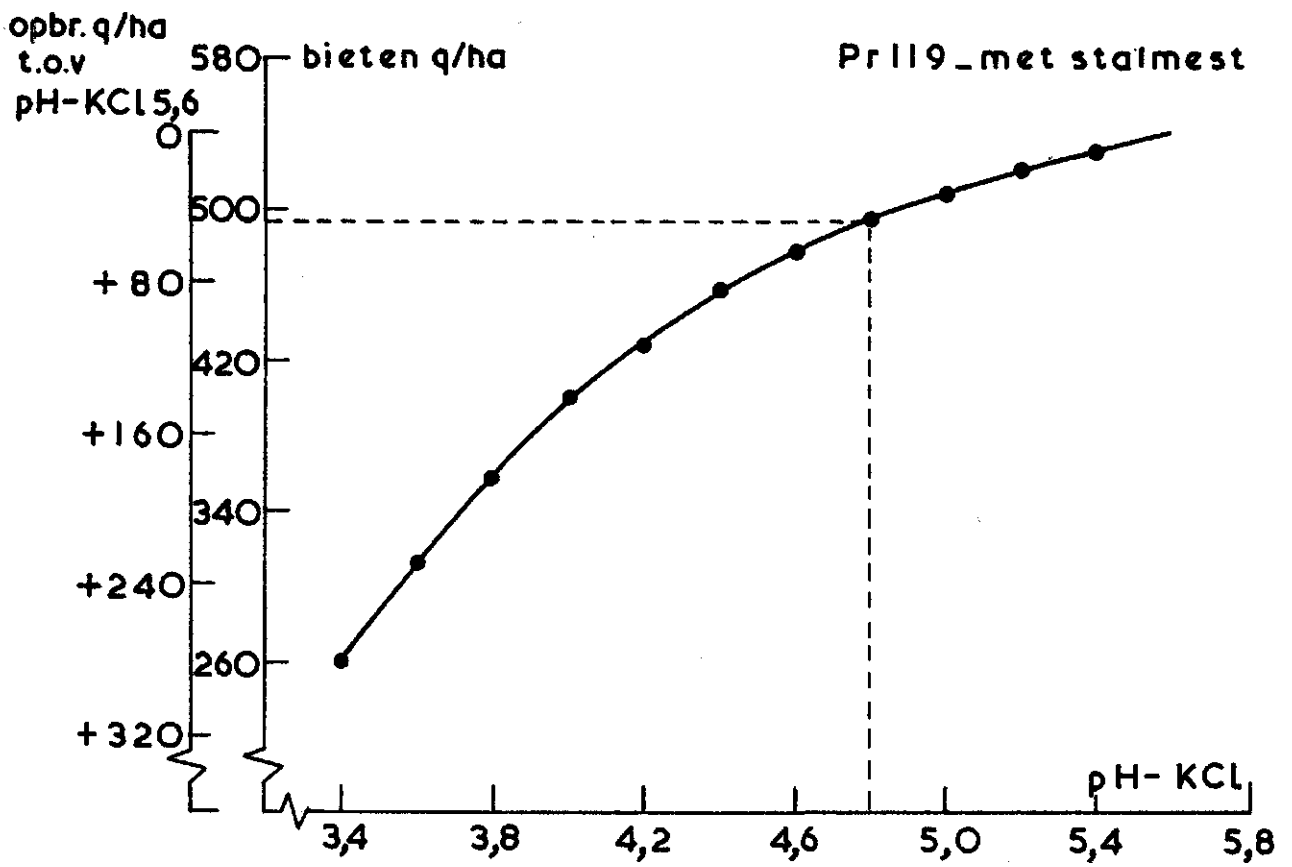


Fig. 3

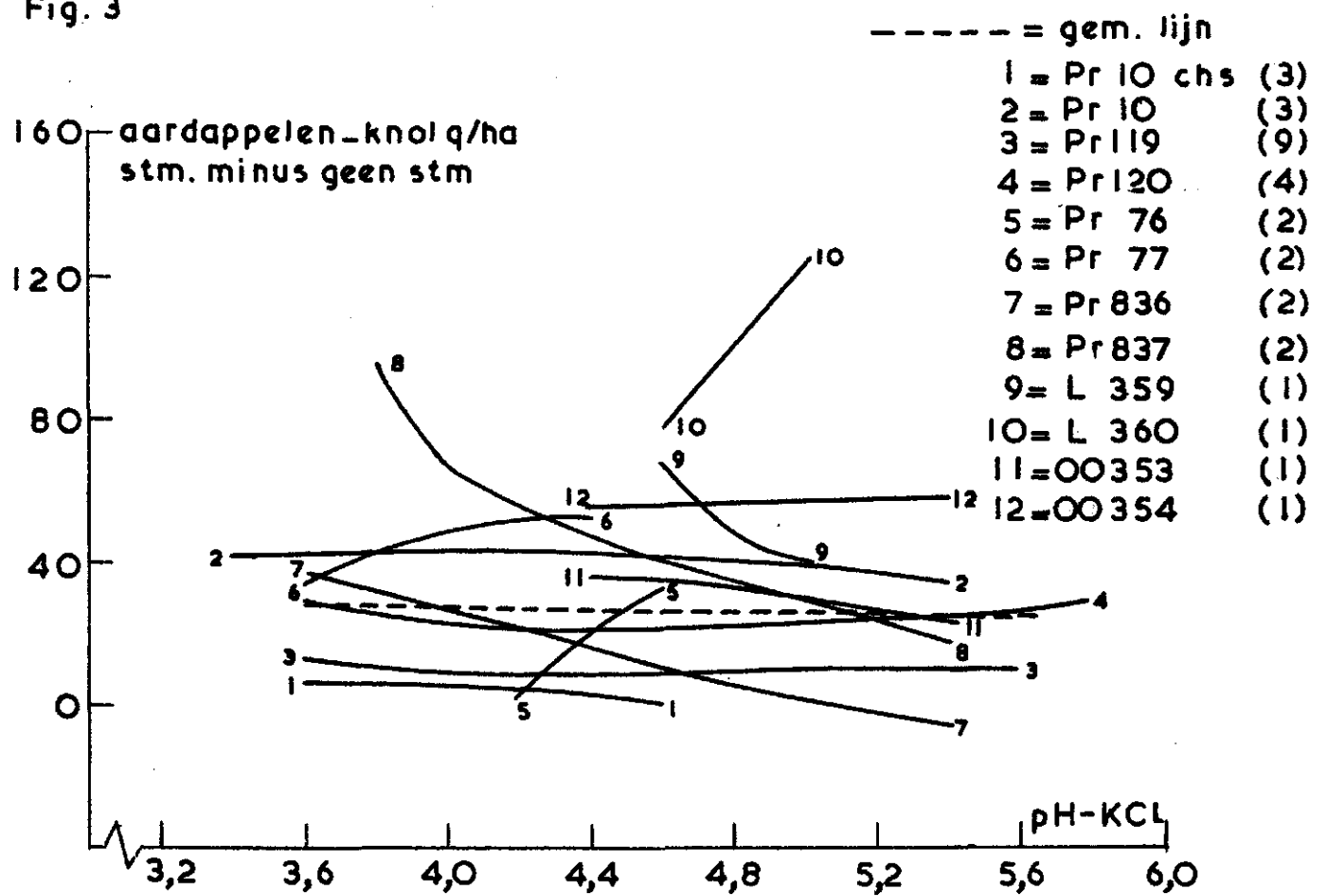


Fig.4

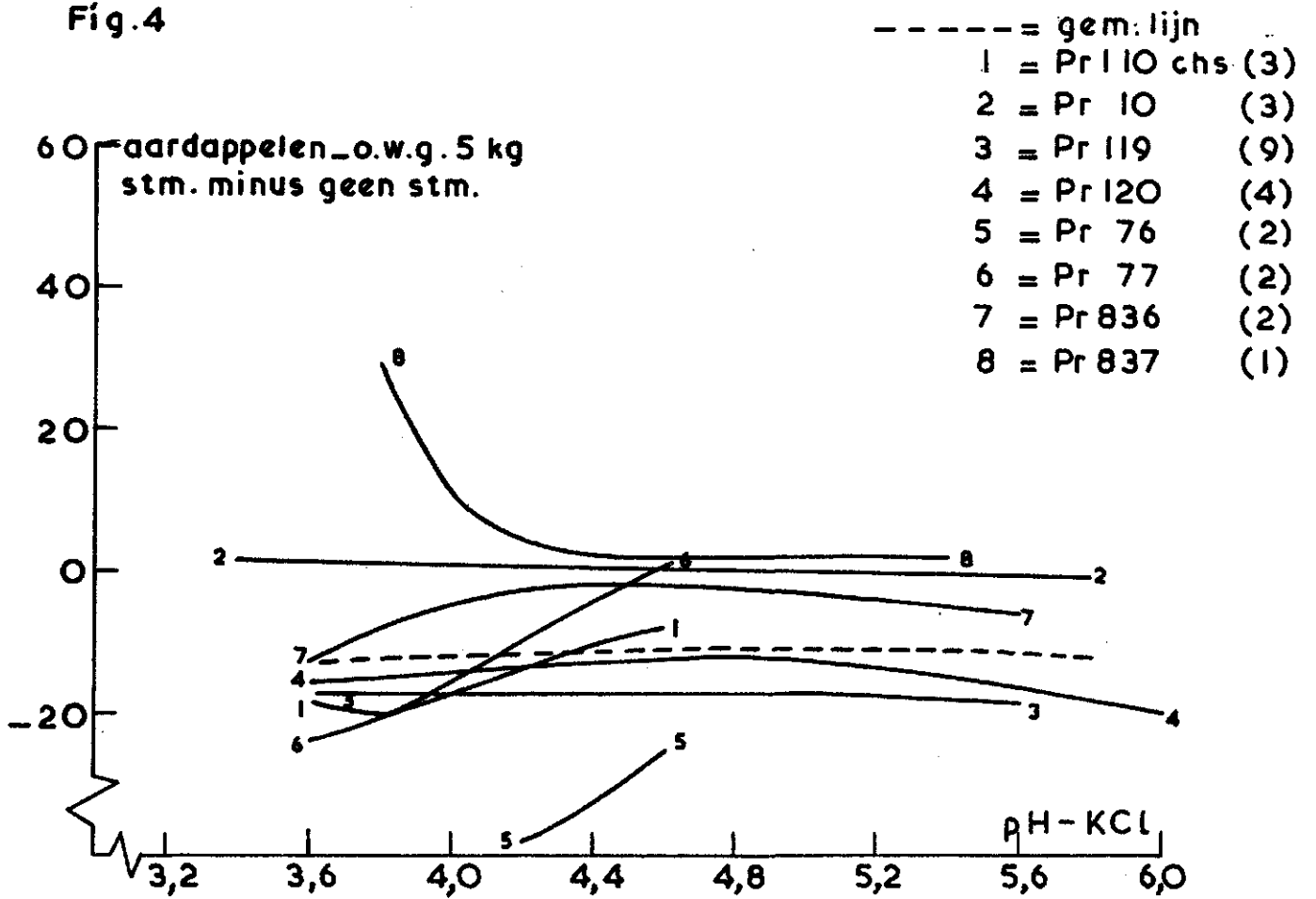


Fig. 5

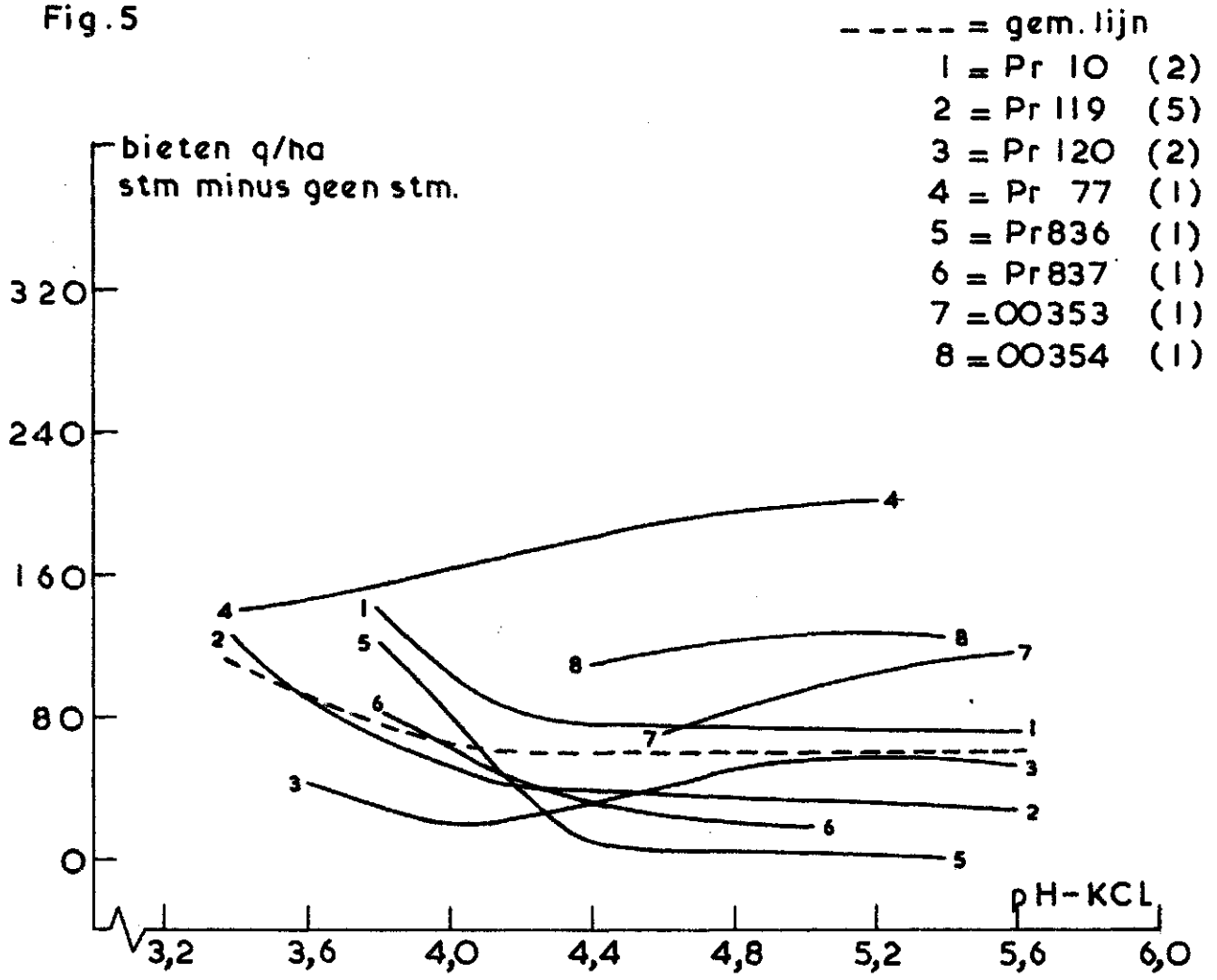


Fig. 6

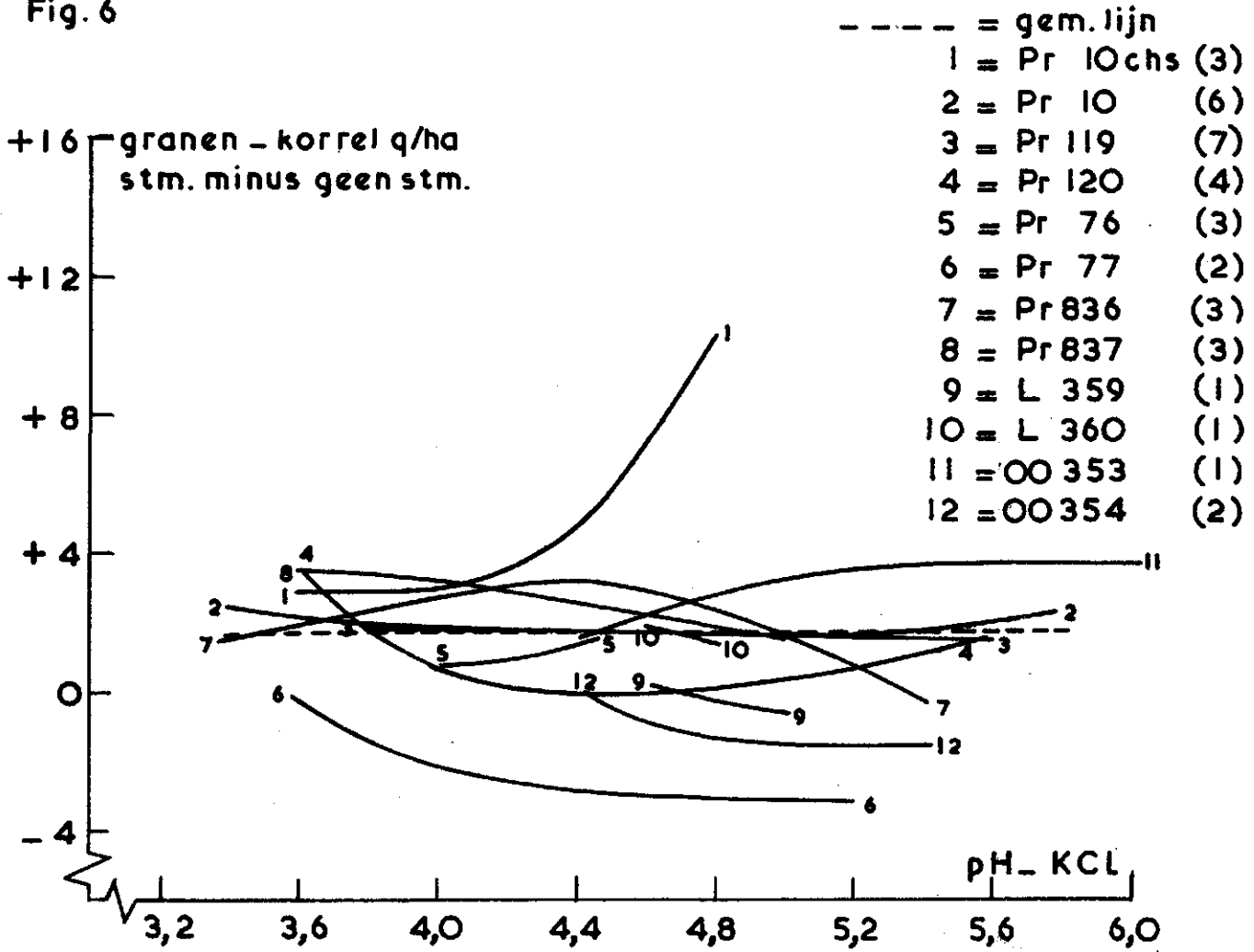


Fig.7

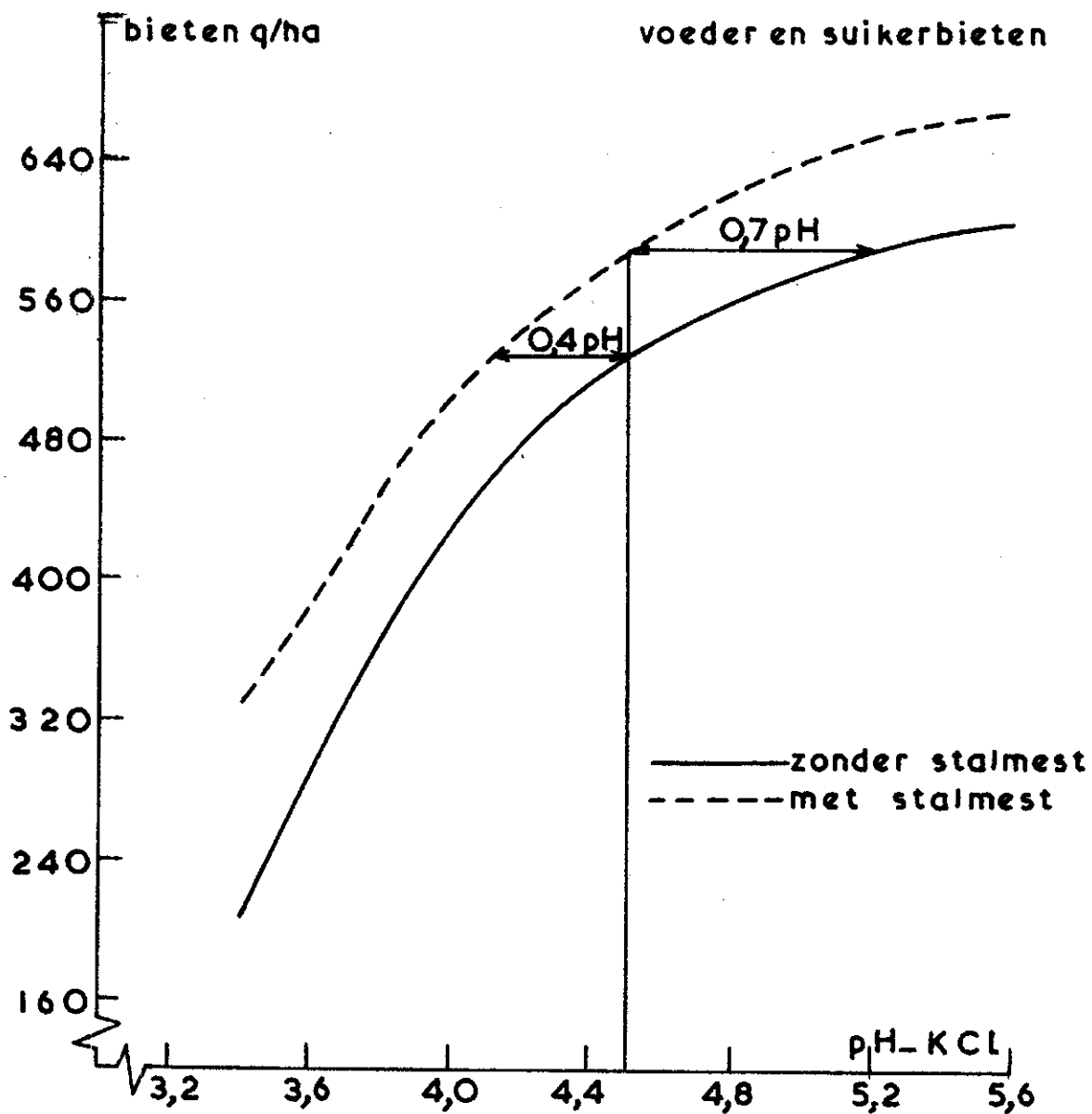


Fig. 8

