

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN
SEPARAAT
No. 16460

v.d.P.

63.58

DISCUSSIE OVER AGRONOMIE EN BOTANIE

Prof. Dr J. KUNPER te Groningen:

Met zeer veel belangstelling heb ik het artikel over Agronomie en Botanica van Dr F. v. D. PAAUW in het Octobernummer van het Vakblad gelezen, waarin aandacht gevraagd werd voor de mogelijkheden, die landbouwkundig opgezette proeven leveren voor het oplossen van physiologische problemen. Het is allerminst mijn bedoeling om daarover in discussie te treden; de uiteenzetting is zeer helder en men kan feitelijk slechts van inzicht verschillen omtrent de grootte van de kans, dat physiologische vraagstukken op de aangegeven wijze sneller tot oplossing komen.

Het heeft mij echter getroffen, dat v. D. PAAUW hier niet melding maakt van de vele onderzoeken, die verricht zijn aan het Imperial College of Science and Technology, division Research Institute in Plant Physiology, door den leider van dit Londense Instituut, F. G. GREGORY, en zijn medewerkers. Het komt mij voor, dat hier gewerkt wordt volgens het principe, dat v. D. PAAUW naar voren brengt; weliswaar gebruikt men niet het materiaal van veldproeven als uitgangspunt, maar werkt men er met potproeven, die evenwel buiten opgesteld zijn, zodat van constante groeivoorwaarden in de zin van laboratoriumproeven geen sprake is. Principieel maakt dit echter geen verschil; de verkregen gegevens worden ook hier volgens statistische methoden bewerkt en zo tracht men tot conclusies te komen omtrent b.v. de invloed van de voeding op assimilatie, respiratie, eiwitvorming en eiwitafbraak, omtrent het transport van organische stof enz.

In vele artikelen o.a. in de Annals of Botany van 1928 tot 1938 hebben GREGORY, RICHARDS, TEMPLEMAN, BAPTISTE, NIGHTINGALE, SEN, CROWTHER, MASON, MASKELL, PHILLIS en anderen de resultaten van hunne onderzoeken vastgelegd. Zonder in details hierover af te dalen, wil ik toch opmerken, dat m.i. deze publicaties wel aanleiding geven tot een zekere reserve bij het beoordeelen van de bruikbaarheid van de aangegeven methodes voor het oplossen van physiologische vraagstukken.

Dr. A. E. H. R. BOONSTRA te Wageningen:

Opzettelijk kies ik dezelfde titel als VAN DER PAAUW in het Vakblad voor Biologen van October 1943, hoewel deze titel veel ruimere begrippen aangeeft, dan in het artikel behandeld worden. Het is n.l. mijn bedoeling om naar aanleiding daarvan enige opmerkingen te maken. VAN DER PAAUW roert hier een zeer belangrijke kwestie aan, n.l. de methodiek van het physiologisch onderzoek in de botanie en in het overeenkomstige deel van het onderzoek in de landbouw. Zonder twijfel kunnen plantkundigen en landbouwkundigen op dit terrein veel van elkaar leren (één van de hoofdpunten, die VAN DER PAAUW naar voren brengt) en een discussie hierover lijkt alleszins de moeite waard. Ik hoop dan ook dat nog meer vakgenoten hun mening in deze zullen willen uitspreken, want van een volledige behandeling zal voorlopig nog wel geen sprake zijn. Mijn bedoeling met het onderstaande gaat tenminste niet verder dan het maken van een paar losse opmerkingen betreffende enkele punten, waarin mijn opvatting van die van VAN DER PAAUW afwijkt,

Omdat een afwijkende mening steeds een zekere mate van critiek insluit, stel ik het op prijs vooraf even naar voren te brengen, dat ik het artikel van VAN DER PAAUW ten zeerste apprecieer, het er in de hoofdzaken ook mee eens ben en het als zeer lezenswaard beschouw. Ik geef mijn afwijkende en ten dele aanvullende opvattingen dan ook uitsluitend om ze in discussie te brengen.

1. Naar aanleiding van de eerste alinea bij VAN DER PAAUW zou ik willen zeggen: Plantkunde en landbouwwetenschap streven beide met hun studie o.a. naar een beter inzicht in het plantenleven en voor zo ver dus naar hetzelfde doel. Ze gebruiken de verkregen kennis echter verschillend. De plantkundige vindt bevrediging in het vergaren van deze kennis op zichzelf of gebruikt ze voor de opbouw van zijn levensfilosofie, de landbouwkundige wil het verkregen inzicht benutten ter bevordering van de productie (het uitbreiden van de bestaansmogelijkheden van de mens, resp. het aangeneren maken van het mensleven). We zouden ook haast kunnen zeggen: voor de botanie is het verkrijgen van meer inzicht doel, voor de landbouw is het slechts middel.

2. De problemen van plantenfysiologen en landbouw-plantenfysiologen verschillen heel vaak hierin (echter lang niet altijd!), dat de eersten vragen naar het kwalitatieve verloop van een proces, b.v. van de koolzuurassimilatie (welke reacties vinden er plaats), de laatsten naar het kwantitatieve (hoeveel koolhydraten worden er gevormd). Bij de laatsten overheerst dus vaak de vraag: Hoeveel?, bij de eersten meestal de vraag: Waarom? Dit sluit echter volstrekt niet uit, dat het antwoord op de ene vraag het verkrijgen van het juiste antwoord op de andere gemakkelijker maakt. Ik herinner me van vroeger, dat er op de lagere school een rekenboekje in gebruik was met de titel: „Hoeveel en waarom?”. De schrijver koos de volgorde van deze twee vragen opzettelijk zo, omdat hij het methodisch beter vond eerst veel te laten rekenen (b.v. vermenigvuldigen) en pas daarna de theoretische uitleg van de handelwijze te geven, die dan veel gemakkelijker begrepen werd. (Ik heb het idee, dat hier filosofisch ook nog wel een ander over op te merken valt, maar daaraan durf ik mij niet te wagen). In analogie hiermee ben ik van mening, dat vaak ook bij het plantenfysiologisch onderzoek het juiste antwoord op de vraag: waarom, gemakkelijker (spoediger) verkregen wordt als, meer dan tot dusver het geval is, gelet wordt op de quantiteit. Dit wordt vooral duidelijk als we twee objecten, b.v. twee planten met elkaar vergelijken. Het constateren van kwantitatieve verschillen zal dan aanleiding kunnen geven tot de vraag waarom (het is eigenlijk beter hier telkens te spreken van waardoor in plaats van waarom) dit verschil er is en de andere aanwezige verschillen tussen de twee objecten geven dan aanknopingspunten voor nader onderzoek. (Op het belang van een tot dusver nog vrijwel geheel ontbrekende vergelijkende plantenfysiologie — speciaal ook de vergelijking binnen de soort — heb ik in ander verband reeds meer dan eens gewezen).

3. Een kleine en bijkomstige opmerking maak ik naar aanleiding van het zinnetje: „gras met gelijk N-gehalte, d.w.z. van denzelfden ouderdom” (p. 112 r. 13 v. b.). Hier wordt de fysiologische ouderdom beschouwd als absoluut gekoppeld te zijn aan het N-gehalte. Dit lijkt me niet geheel juist en bovendien kan het begrip ouderdom hier geheel buiten beschouwing blijven, omdat de correctie, zoals uit het onderschrift van fig. 3 blijkt, geschiedt op gelijk N-gehalte.

4. Van essentiële betekenis voor de naar voren gebrachte statistische methode is het volgende. Nadat de P_2O_5 -gehalten herleid zijn op die van gras met gelijk N-gehalte, wordt de invloed van de pH nagegaan en daarvoor gecorrigeerd. Klaarblijkelijk worden dus N-gehalte en pH behandeld als twee factoren, die onafhankelijk van elkaar invloed hebben. Dat deze onafhankelijkheid een voorwaarde is voor de bruikbaarheid van de correctiemethode blijkt ook uit de verontschuldiging bij het uit DRAUTZ (p. 113 onderaan) aangehaalde voorbeeld, dat „de factoren niet geheel onafhankelijk varieren.” Voor een fysioloog is het echter duidelijk, dat deze onafhankelijkheid lang niet altijd (misschien nooit!) zal bestaan of op zijn minst niet gegarandeerd is.

Om bij het gegeven voorbeeld te blijven kunnen we ons voorstellen, dat er een grasmonster is met een N-gehalte $x + p$, gegroeid bij een pH van $y + q$ (p en q kunnen positief of negatief zijn). We gaan nu eerst het gevonden P_2O_5 -gehalte herleiden tot de waarde, die het zou hebben bij een N-gehalte $= x$. Daarna herleiden we het nog eens tot de waarde, die het zou hebben bij een pH $= y$. Wie zegt echter, dat de gelijktijdige invloed van de afwijking p in N-gehalte en q in pH gelijk zal zijn aan de som van de na elkaar aangebrachte correcties?

Bij de correlatieberekening komt meermalen voor, dat een schijnbaar positieve correlatie tussen twee eigenschappen a en b (dus $r_{ab} > 0$) bij nadere analyse negatief blijkt te zijn als we de invloed van nog een derde eigenschap uitschakelen (dus $r_{ab.c} < 0$). (zie b.v. BOONSTRA, 1).

Uit het artikel van VAN DER PAAUW krijg ik de indruk, dat er met dit verschijnsel geen rekening wordt gehouden, hoewel het toch op het eindresultaat van grote invloed kan zijn.

5. Naar mijn opvatting bestaat er tussen de landbouwkundige werkwijze zooals VAN DER PAAUW die in dit artikel bepleit en de physiologische een zeer essentieel verschil, waarop niet de aandacht is gevestigd. Dit betreft de factor: tijd.

Een werkelijk physiologisch onderzoek heeft altijd met de tijdfactor te maken. Als het er om gaat een causaal verband op te sporen, en we komen tot de conclusie, dat b veroorzaakt wordt door a, dan moet in tijdsverloop a aan b voorafgaan. Bij de gegeven voorbeelden van de statistische werkwijze ontbreekt deze voorwaarde. Het is dunkt mij duidelijk, dat een statistische bewerking van een aantal gegevens, die alle op hetzelfde tijdstip vastgesteld worden, nooit de mogelijkheid in zich bergt om het bewijs te leveren voor het bestaan van een of ander oorzakelijk verband. Een statistisch onderzoek kan ons zonder twijfel zeer waardevolle aanwijzingen geven over het causale verband tussen verschillende verschijnselen, het kan het bestaan van dit verband echter nooit bewijzen. Physiologie zonder tijdfactor bestaat niet en bij het gegeven voorbeeld is dit verschil in tijd ten dele wel, ten dele niet aanwezig. Het gevolg hiervan is, dat de gegevens van de statistische methode in het voorbeeld van het graslandonderzoek slechts ten dele een physiologische interpretatie toelaten. Als VAN DER PAAUW tot de conclusie komt, dat de verschillende fosfaattoestand en p_{H} van de grond oorzaak zijn van de verschillen in P_2O_5 -gehalte van het gras (p. 113 bovenaan), dan heb ik daar vrede mee, hoewel de sprong in tijd in dit geval wel wat heel erg groot is en de physioloog graag de meer onmiddellijke oorzaken zou willen leren kennen.

Het lijkt me echter onmogelijk om (althans op grond van de hier verstrekte gegevens) te concluderen, dat het verband tussen P_2O_5 - en N-gehalte op een gemeenschappelijke oorzaak berust. (De inhoud van de conclusie kan niettemin volkomen juist zijn!) De P_2O_5 - en N-gehalten zijn immers op hetzelfde ogenblik vastgesteld, er is geen verschil in tijd aanwezig en over een oorzakelijk verband valt dus niets te zeggen. Het is mogelijk (en in dit geval lijkt het ook wel waarschijnlijk), dat hun verband op een gemeenschappelijke oorzaak berust, maar nodig is dit niet. Het is denkbaar, dat de plant tijdens zijn groei gebrek heeft gehad aan N, daardoor een laag N-gehalte bezat, en daardoor niet in staat was om voldoende fosfor op te nemen, waardoor weer een te laag P_2O_5 -gehalte ontstond. Het omgekeerde kan natuurlijk even goed het geval zijn. Het statistische onderzoek zegt hierover niets, omdat op dit punt het essentiele van het physiologisch onderzoek, nl. het tijdsverschil, ontbreekt.

6. Als we de zaak heel erg principieel bekijken, dan geloof ik, dat geen enkel statistisch onderzoek een causale interpretatie toelaat en dus ook nooit in de plaats kan treden van het physiologisch onderzoek. Ik kan b.v. op het volgende gevaar wijzen.

Bij het nagaan van de invloed van de vochtigheid van de bodem op de groei van bieten (BOONSTRA, 2), vond ik het hoogste asgehalte en stikstofgehalte bij de droogste groep. De bemesting was in dit geval (potproeven) gelijk, alleen de beschikbare hoeveelheid water varieerde. Overgebracht op het voorbeeld van VAN DER PAAUW betekent dit, dat het P_2O_5 -gehalte van het gras beïnvloed wordt door andere factoren dan de fosfaatrijkdom van de bodem en dat het geconstateerde statistische verband dus niet geheel betrouwbaar is. Ik laat hier in het midden hoe groot de fout is, die op deze manier kan ontstaan. Het is echter wel goed om er op te wijzen, dat dit geen „toevallige” fout is, die evengoed in de andere richting had kunnen uitvallen.

Nog demonstratiever is het geval van een onderzoek van VON SEELHORST, die bij haver het hoogste fosforzuurgehalte vond waar de bodem het armst was aan fosfor. Zonder een nader physiologisch onderzoek (zie punt 5), zoals dat in bovengenoemd artikel (BOONSTRA, 2), is uitgevoerd, komen we hier niet uit. Ik wil daar echter niet verder op ingaan en veel liever nog eens de nadruk leggen op de schat van gegevens en aanwijzingen, die we met behulp van de door VAN DER PAAUW gepropageerde methode kunnen krijgen en de grote waarde, die deze voor den physioloog hebben en waarover hij anders niet zo gemakkelijk (in zo korte tijd en met zo weinig moeite) de beschikking zal krijgen.

7. Tenslotte zou ik nog op een punt willen wijzen, dat op ditzelfde onderwerp betrekking heeft, maar dat VAN DER PAAUW buiten beschouwing laat. Terwijl VAN DER PAAUW zich vooral richt tot de physiologen en hen wijst op de nieuwe mogelijkheden, die zich openen bij het gebruik van methoden, die in en door het landbouwkundig onderzoek zijn ontwikkeld, zou ik mij meer tot de landbouwkundigen willen richten en hen attent willen maken op een methode van onderzoek, die meer physiologisch van aard is en ook al wel door hen wordt gebruikt, maar nog slechts in zeer beperkte mate en dan gewoonlijk op grond van andere overwegingen, dan mij op het ogenblik voor de geest staan (verg. b.v. VAN DER PAAUW, 3).

Ik bedoel de methode van door regelmatige (b.v. wekelijkse) monsterneming de ontwikkeling van het gewas na te gaan om, voor zover mogelijk, vast te stellen wat er in de plant geschiedt en daardoor een beter inzicht te krijgen hoe de plant reageert op verschillende bemesting, grondsoorten en cultuurbehandelingen. Tot dusver stelt het landbouwkundig onderzoek zich veelal tevreden met het aantonen van het verband tussen twee dingen, die een hele

groeiperiode uit elkaar liggen, b.v. bemesting (gewoonlijk voor het zaaien) en opbrengst. Het leggen van een oorzakelijk verband tussen dingen die zo ver (gewoonlijk enige maanden) uit elkaar liggen brengt grote gevaren met zich mee. Ik heb daarop bij punt 5 al enigszins gezinspeeld en VAN DER PAAUW voelt deze bezwaren ook wel, getuige zijn uitlating op blz. 113 bovenaan: „ook al mogen er tussen deze oorzaak en de uitwerking nog andere schakels in de causale keten aanwezig zijn.” Het lijkt me toe, dat het landbouwkundig onderzoek langzamerhand zover gevorderd is, dat we ons met een verband tussen twee zo ver uiteenliggende dingen, in welke tussenruimte het gehele groeiproces van de plant valt, niet meer tevreden mogen stellen. Het wordt tijd te trachten de causale keten meer schakel voor schakel te volgen. Laten we een concreet, zij het ook theoretisch, voorbeeld nemen. Met een stijgende stikstofgift zal in het algemeen de opbrengst stijgen tot een bepaald punt en daarna weer dalen. Dit verschijnsel is (ook in verband met andere groeifactoren) zo vaak vastgesteld, dat we het haast als vanzelfsprekend beschouwen. Willen we echter trachten de opbrengststijging verder door te laten lopen, dan zal de landbouwkundige trachten dit te bereiken door de stikstofbemesting te combineren met een kalibemesting of met een fosforbemesting, of hij zal trachten het beoogde doel te bereiken door de pH te veranderen; misschien denkt hij ook aan verandering van de grondbewerking, de bodemstructuur, de watervoorziening, enz. Er zijn vele mogelijkheden. Met een statistische methode is hier in vele gevallen ongetwijfeld resultaat te bereiken. Wat we echter op deze manier ook proberen, het blijft enigszins een kansspel, want we kennen het fijnere mechanisme van de plant niet en weten eigenlijk niet waar de schoen wringt. Dit zal anders kunnen worden als we de ontwikkeling van de plant en de veranderingen die hierin plaats vinden nagaan.

Het is logisch — en hier volg ik weer dezelfde redenering als VAN DER PAAUW — dat men tot dusver deze meer physiologische methode nog niet gevolgd heeft, omdat met de andere methode voorlopig vlugger succes te behalen viel. Misschien is dit laatste zelfs op het ogenblik nog het geval. Op den duur lopen we echter vast en het komt me voor, dat we zo ongeveer het punt genaderd zijn, dat het wenselijk is verschillende landbouwproblemen op dit gebied meer physiologisch aan te pakken. De eerste stappen in deze richting zijn moeilijk, ik weet het bij ondervinding, maar als deze richting van onderzoek op een grotere schaal gevolgd wordt, kan het resultaat niet uitblijven en opent het weer geheel nieuwe perspectieven.

- (1) BOONSTRA, A. E. H. R.: Correlatie in de practijk. Landb.k. Tijdschrift 1943, 55e Jaarg., p. 639.
- (2) BOONSTRA, A. E. H. R.: Rasverschillen bij bieten IV. Med. v. h. Inst. v. Suikerbietenteelt, 10-1-1940.
- (3) PAAUW, F. VAN DER: Een eenvoudige methode om den ontwikkelingsgang van het gewas te velde na te gaan, toegepast op een kaliproefveld. Landb.k. Tijdschrift 1940, 52e Jaarg., p. 268.

Antwoord van Dr F. VAN DER PAAUW:

Het heeft mij genoeg gedaan, dat het onderwerp van mijn artikel de belangstelling van vakgenooten heeft getrokken. Beiden heeren ben ik zeer erkentelijk, dat zij hiervan in den gekozen vorm hebben doen blijken.

Naar aanleiding van de opmerking van Prof. KUIJPER merk ik op, dat mijn artikel in een kort bestek vrij veel stof behandelde, zoodat mij daardoor een uiterste beperking was opgelegd. Het was in de eerste plaats mijn bedoeling om over eigen ervaring te spreken en het belang van de bij het Rijkslandbouwproefstation gevolgde bewerkingswijzen voor het physiologisch onderzoek te betoogen. Het kan b.v. ook opgevallen zijn, dat de voor landbouwkundig onderzoek zoo belangrijke FISHER-methode niet genoemd werd.

K. heeft gelijk met naar de physiologische school van GREGORY e.a. te verwijzen, welke inderdaad in verschillende opzichten een werkwijze toepast, zooals door mij wordt aangegeven. Het bestaan van deze onderzoekingen, waarin statistisch verkregen uitkomsten gebruikt worden voor het leveren van een physiologische analyse, kan de kracht van mijn betoog slechts versterken. Deze Engelsche onderzoekers gaan evenwel niet zoo ver, als hetgeen mij voor oogen zweeft, en de door mij voorgestelde naam van veldphysiologie past dan ook weinig op deze onderzoekingen. Weliswaar staan hun potzandcultures buiten opgesteld, zoodat niet onder constante voorwaarden wordt gewerkt, maar van deze niet constante factoren wordt verder bij de bewerking van de proefresultaten geen gebruik gemaakt; zij worden verwaarloosd en het is mij eigenlijk niet duidelijk, waarom deze onderzoekers niet liever reproduceerbare constante voorwaarden prefereren, dan met een onnoodig groote proeffout te werken. Mijn betoog komt er echter op neer, dat van de variatie in uitwendige omstandigheden gebruik gemaakt kan worden bij de physiologische analyse van in de natuur waargenomen verschijnselen.

Deze variabele factoren zijn dan geen onnoodige ballast, maar worden in de bewerking betrokken.

Aangaande de opmerkingen van Dr BOONSTRA zou ik het volgende willen antwoorden:

Ad 1. De landbouwkundige gebruikt niet alleen de resultaten van het onderzoek anders, maar dit onderzoek zelf is reeds met het oog op een ander doel, namelijk het praktische nut, opgezet. Waarom beperkt men zich anders tot het bestudeeren van cultuurplanten? De laatste zin van B. onderschrijf ik volkomen; in andere woorden geeft deze weer, wat ik in de 1e alinea van mijn artikel gezegd heb.

Ad 2. Het is juist dat in de physiologie naar het „waarom” wordt gevraagd. Dat echter in de agronomie meer gevraagd zou worden naar het „hoeveel” lijkt mij onjuist. Het is in het geheel niet zoo, dat in de physiologie genoeg genomen wordt met de vaststelling van het kwalitatieve verloop; men denke eens aan de behandeling van het groei- en groeistof-onderzoek! Voor beantwoording van de vraag naar het „waarom” is evenzeer als in de agronomie een kwantitatieve behandeling onmisbaar. Met het betoog van B. over het wenschie-lijke van de vaststelling van kwantitatieve verschillen en het nut van vergelijkend onderzoek ben ik het geheel eens, al acht ik het in dit verband weinig ter zake doende.

Ad 3. Inderdaad kan het begrip ouderdom hier buiten beschouwing blijven.

Ad 4. De onafhankelijkheid van de verschillende factoren is geen voorwaarde voor de uitvoering van de correctiemethode, maar wel levert een sterke correlatie een technische belemmering voor de uitvoering van de correctie. Zijn b.v. lichtsterkte en temperatuur in het gegeven voorbeeld vrij nauw gecorreleerd, dan zullen er geen waarnemingen verricht zijn bij hooge temperatuur en lage lichtintensiteit en omgekeerd. De bewerking loopt dan vast op een te onvolledig feitenmateriaal.

Het is juist dat bij de in de voorbeelden genoemde gevallen stilzwijgend verondersteld is, dat de verschillende invloeden te addeeren zijn. Bij een gering aantal waarnemingen is het maken van deze veronderstelling wel noodzakelijk. Het is echter vrij waarschijnlijk, dat voor het bij deze bewerking beoogde doel een reeds bevredigend inzicht verkregen is. Overigens zal een grooter materiaal ook een andere bewerkingswijze mogelijk maken. Dit kan in een aantal afzonderlijk te behandelen groepen gesplitst worden, welke later weer met elkaar in verband worden gebracht. Uit de uitkomst van de bewerking kan blijken, of additie toelaatbaar is. Ik duidde reeds op deze mogelijkheid, toen ik zei (blz. 115, 1e al.), dat niets de vaststelling van „lichtkrommen” bij verschillende temperaturen, en van „temperatuurkrommen” bij verschillende lichtintensiteiten in den weg behoeft te staan.

Ad 5 en 6. Om na te gaan of het juist is, dat door een statistisch onderzoek niet het bewijs geleverd kan worden voor het bestaan van een causaal verband, dienen wij ons de vraag voor te leggen, wat het eigenlijk beteekent in de natuurwetenschap een dergelijk bewijs te leveren. Dit is het geval als de uitkomst van de verrichte waarnemingen (de feiten) volledig (ook kwantitatief) in overeenstemming zijn met het logisch verantwoorde gedachtenbeeld (de theorie), dat men zich over den causalen samenhang van deze feiten gevormd heeft. Een versterking van de koolzuurassimilatie bij verhoogde lichtintensiteit klopt b.v. met onze theoretische voorstelling van dit proces, en met de vaststelling hiervan is „bewezen”, dat de versterking van het licht de oorzaak is. Het is nu m.i. geheel onverschillig en slechts een kwestie van technischen aard op welke wijze een verband tusschen feiten wordt aangetoond. Dit blijkt toch wel zeer duidelijk uit het statistisch behandelde voorbeeld van de koolzuur-assimilatie (blz. 114). Er kan niet aan getwijfeld worden, dat de veranderingen in het licht, de temperatuur, enz. als de oorzaken moeten worden opgevat van de waargenomen variaties van de assimilatie (de feiten).

Het misverstand vindt zijn oorzaak in het feit, dat het statistisch ook mogelijk is verbanden te leggen, die causaal en tijdelijk ver uiteen liggen, en welke dan theoretisch niet doorzien, ofwel „verklaard” kunnen worden. B. heeft gelijk, als hij het geval van het verband tusschen P citr. en het P_2O_5 -gehalte van het gras als zoodanig beschouwt. Uit het meegedeelde kan inderdaad niet afgeleid worden, dat het verband tusschen N- en P_2O_5 -gehalte op een gemeenschappelijke oorzaak berust. Dit inzicht was ontleend aan een ander onderzoek. Bij een reeks van na elkaar verrichte waarnemingen (de methode die door B. in het bijzonder voorgestaan wordt, vgl. 7) is vastgesteld, dat N- en P_2O_5 -gehalte geleidelijk verminderen; bovendien is uit ander onderzoek bekend, dat de N-voeding invloed heeft op het N-, maar zeer weinig op het P_2O_5 -gehalte. Het mag niet onopgemerkt blijven, dat deze uitkomsten door statistische bewerking van het materiaal verkregen zijn.

Het is echter waar, dat in de agronomie veelal genoeg genomen wordt met de vaststelling van correlaties, hetzij omdat het theoretisch inzicht niet ver genoeg gevorderd is om den causalen samenhang te doorzien, ofwel omdat hiervoor (wat uit de praktische doelstelling van de agronomie voortvloeit) de belangstelling ontbreekt. In geen geval mag hieruit

echter de conclusie getrokken worden, dat statistisch bewerkt materiaal in principe ongeschikt zou zijn om causale verbanden te bewijzen.

Tenslotte wil ik opmerken, dat het mijzelf wel degelijk gelukt is om, werkend volgens een statistische methode, een geval als door VON SEELHORST beschreven is causaal te verklaren.

Ad 7. In dit opzicht ben ik het met B. eens. Het blijkt ook uit mijn artikel (o.a. uit den slotzin), dat ik de door mij voorgestelde werkmethode als zeer aanbevelenswaardig voor het physiologische onderzoek van de landbouwgewassen beschouw. Na het voorgaande zal het duidelijk zijn, dat met deze methode een bewerking bedoeld wordt, welke tot een aan het zuiver physiologische laboratoriumonderzoek gelijkwaardige analyse van de causale keten in staat stelt. Het spreekt vanzelf, dat het hierbij noodig zal zijn meer te bepalen dan de opbrengst alleen. Door de onderzoekers van het Rijkslandbouwproefstation (VAN ITALIE, FRANKENA, MULDER en mijzelf) is deze methode dan ook herhaaldelijk toegepast, ook met het oog op het verkrijgen van physiologische inzichten. Dat het uiteindelijk op een practisch einddoel gerichte landbouwkundig onderzoek het nadere theoretische onderzoek niet missen kan, blijkt in mijn artikel op verschillende plaatsen, o.a. uit mijn beschouwing van de landbouwkundige proef als studie object voor nader onderzoek (blz. 110).

(Discussie gesloten. Red.).