INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

Proef met ingreep en proef zonder ingreep

Lezing gehouden op 6 mei 1960 door Dr.Ir. Th.J. Ferrari

Ter inleiding van de lezing van Dr. van der Paauw heb ik de taak het proces van het wetenschappelijk onderzoek, en dan speciaal de betekenis van de zg. proef in het wetenschappelijk onderzoek, met u te behandelen om op deze wijze een vruchtbare discussie mogelijk te maken.

Uitgangspunt is de vaak gehoorde tegenstelling specialistisch en fundamenteel onderzoek tegenover statistisch onderzoek. Nu voel ik wel aan, wat men met de eerste termen zou kunnen bedoelen, maar dát berust niet op een inzicht wat nu typisch specialistisch/fundamenteel onderzoek is. Hetzelfde geldt ook voor de inhoud van de term "statistisch". Zeker weet ik, dat de term "statistisch" in dit verband iets denigrerend bedoelt, i.t.m. bv. de term wiskundig-statistisch. Ik vind nu de op deze wijze gemaakte tegenstelling een fraai voorbeeld van zg. "onzindelijk denken". Immers, hierin worden niet-vaststaande begrippen van verschillend niveau en met verschillende geladenheid met elkaar vergeleken. Overigens, wat bedoelt men in dit verband eigenlijk met het woord statistisch? Men bedoelt kennelijk niet het onderzoek van de wiskundige statistiek. Maar het kan ook geen onderzoek met behulp van de wiskundige statistiek zijn. Hierbij is nl. van tegenstelling geen sprake. Ik ben van mening, dat elke onderzoeker in de biologische wetenschappen gebruik maakt en moet maken van de statistiek, al was het alleen al door gemiddelden te vergelijken. Nu ben ik wel overtuigd, dat er een verschil in aanpak, zelfs een verschil in het gebruik van de statistiek, bestaat, maar dit verschil wordt in zijn wezen niet door de tegenstelling fundamenteel tegenover statistisch onderzoek uitgedrukt. Vooruitlopende op wat ik later ga zeggen, stel ik dat het verschil bestaat in een toepassing van <u>proeven met ingreep</u> (ceterisparibus-principe) en van <u>proeven zonder ingreep</u>. Daar deze laatste methode speciaal ter discussie staat, mag ik u in het kort schetsen wat deze methode omvat. Men gaat hierbij uit van de variatie zoals deze in de natuur aanwezig is. In het bodemvruchtbaarheidsonderzoek worden gegevens van proefplekken op een aantal percelen verzameld. Vervolgens worden de bodemvruchtbaarheidsfactoren met de opbrengsten ervan in verband gebracht. Daar deze factoren met elkaar gecorreleerd zijn, is het grote probleem in een dergelijk onderzoek de duiding van de afzonderlijke invloeden.

Nu wordt in de tegenstelling, althans door de voorstanders, gesteld, dat onderzoek met behulp van proeven met ingreep de enig juiste methode is en dat op deze wijze alleen een vergroting van onze wetenschappelijke kennis verkregen kan worden. De methode met proeven zonder ingreep zou van veel lagere kwaliteit zijn, zou hoogstens tendenties kunnen aangeven. Ik wil dit nu met u nagaan. Ik stel mij daartoe voor om allereerst in het kort te beschrijven, wat onderzoek eigenlijk is, wat de betekenis van een proef hierbij is en te laten zien hoe betrekkelijk vooruitgang in onze wetenschappelijke kennis eigenlijk is. Een beroep te doen op de juistheid van de zg. fundamentele methode zal dan blijken geen zin te hebben. Vervolgens zal ik de eigenschappen van en de moeilijkheden bij de twee methoden met elkaar vergelijken.

Als uitgangspunt van mijn betoog neem ik het proces, waarmede het wetenschappelijk denken vooruitgang boekt. Ik sluit mij hierin aan bij het schema dat Prof. Schouten uit Eindhoven op de tuinbouwdagen van vorig jaar besproken heeft. Het begint - de natuurwetenschappen zijn nu eenmaal ervaringswetenschappen - met de waarneming en eindigt weer met de waarneming via de denkprocessen inductie en deductie. Dit nu is een kringloop van essentieel belang bij het natuurwetenschappelijk onderzoek. Zoals u weet zijn inductie en deductie wegen om vanuit een bekend beginpunt tot een eindpunt te komen, dat van te voren niet bekend was. De inductie gaat uit van het bijzondere en gaat naar het algemene toe, de deductie van het algemene naar het bijzondere. Ik hoef hierop niet verder in te gaan. Ik vat alleen nog even het schema samen zoals Schouten dit heeft gegeven. Uit de waarnemingen, al of niet met proeven verkregen, vormt de onderzoeker zich een beeld van de werkelijkheid met bv. een empirische regel, waaruit dan met behulp van een wet of principe via een inductie een hypothese of theorie opgesteld wordt. Deze hypothese geeft dan weer via deductie een mogelijkheid tot het stellen van nieuwe vragen aan de natuur, enz. Overigens bedenke men, dat het een schema is, en dat in werkelijkheid het proces niet zo rechtlijnig verloopt. Ik ga hierop niet verder in.

Ik wil u alleen nog op een belangrijk punt wijzen. Nemen wij aan dat de regels van inductie en deductie goed zijn toegepast, dan hangt de waarde van de conclusie af van de waarde van praemissen en waarnemingen. En hierin zit nu de grote moeilijkheid, waarvoor de proef een mogelijke oplossing kan bieden. Nemen wij als voorbeeld de deductie. De juistheid van dit denkproces berust op het inzicht, dat al wat van een abstract-algemeen begrip gezegd of ontkend wordt, eveneens gezegd en ontkend kan worden van alles wat onder dit begrip valt. De mens is sterfelijk enz. In de meeste gevallen bereikt men dit abstract-algemene begrip niet en past men vanuit collectieve oordelen een schijndeductie toe van de vorm: A,B,C,D, enz. hebben eigenschappen P, B is een van A,B,C,D, enz., daarom heeft B eigenschap P of: A,B,C,D, hebben eigenschap P, X lijkt op A,B,C,D, dus X heeft ook eigenschap P. In de praemisse wordt geen abstract-algemeen oordeel gegeven, het oordeel betreft een aantal individuele gevallen, met alle gevaren en beperkingen hieraan verbonden. Hetzelfde geldt voor de inductie . Men kan slechts van een echt wetenschappelijke inductie spreken, wanneer op grond van een erkend noodzakelijkheidskarakter een algemene gevolgtrekking gemaakt kan worden. En noodzakelijk is dan iets, dat niet niet-zijn kan en niet anders kan. Voor deze noodzakelijkheidsbeoordeling is een abstractie nodig, waarbij het theoretisch mogelijk is dat slechts één waarneming nodig is. Praktisch bereikt men het stadium van de wetenschappelijke inductie zeer moeilijk en blijft men staan bij een zg. volledige inductie of een door analogie volledig gemaakt inductie. In de volledige inductie is het uitgangspunt een algemeen oordeel waarin men afzonderlijke individuele verklaringen over een bepaalde eigenschap geeft zonder tot het wezenlijke door te dringen. In het tweede geval geeft men een opsomming, slechts een betreffende gedeelte van alle gevallen, waarna dit collectieve oordeel ook op alle niet waargenomen gevallen wordt toegepast. Toen Kepler uit de waarnemingen, dat de baan van Mars een ellips was, concludeerde dat de banen van alle planeten om de zon ellipsen waren, paste hij een door analogie vervolledigde inductie toe. Een riskante zaak, maar gelukkig voor Kepler bleek later dat zijn conclusie juist was. Dergelijke collectieve besluiten, verkregen met deze inductie, worden vaak in de natuurwetenschappen als praemissen in een pseudo-deductie gebruikt.

Wij merken verder op, dat de onderzoeker zich hierbij dus op twee manieren vergissen kan, nl. in de juistheid van de abstractie en in de geoorloofdheid van de extrapolatie. Elke abstractie is verder een hypothetische, die alleen geldt voor de ons bekende proefomstandigheden. De extrapolatie brengt met zich mee, dat de conclusie alleen een zekere waarschijnlijkheid bezit. Ondanks deze beperkingen heeft de inductie toch een grote betekenis voor het wetenschappelijk onderzoek omdat zij 1. de waarnemingen ordent en classificeert. 2. regels voor het natuurgebeuren formuleert en 3. dienstig is voor de hypothetische uitbreiding van kennis en wetenschap nl. door de verwachting, dat iets wat regelmatig voorkomt ook waarschijnlijk een noodzakelijk karakter heeft.

U ziet hieruit, dat de inductie een belangrijke schakel in de kringloop van het onderzoek is. Zij is in de natuurwetenschappen het belangrijkste denkproces. Het is u verder ook duidelijk, dat de abstractie een belangrijk maar ook moeilijk proces is. Ik heb u reeds medegedeeld, dat een echt wetenschappelijke inductie pas verkregen kan worden wanneer noodzakelijke oordelen als uitgangspunt genomen kunnen worden. Deze noodzakelijkheid is alleen uit de gegevens te verkrijgen, die de natuur ons geeft, uit de waarnemingen dus. Meestal is men door het grote aantal met elkaar samenhangende gegevens niet in staat direct het noodzakelijke element te abstraheren. Men moet op een of andere wijze het noodzakelijke van het niet-wezenlijke, van het toevallige weten te schiften. Hoe bereikt men deze abstractie in de natuurwetenschappen? Wij moeten de verschijnselen op allerlei manieren op de proef stellen. Dit gebeurt met de proef.

Men kan 3 soorten proeven onderscheiden, die op drie door de logica geformuleerde principes gebaseerd zijn: 1. als de oorzaak aanwezig is, dan moet het effect met noodzakelijkheid volgen (proef), 2. als de oorzaak afwezig is, dan moet het effect met noodzakelijkheid afwezig zijn (tegenproef) en 3. als de oorzaak varieert, dan moet het effect met noodzakelijkheid varieren (mutatieproef). Een mooi voorbeeld van deze proeven geeft het bekende onderzoek van Pasteur over het bewijs, dat een voedingsoplossing door uit de lucht afkomstige bacterien bedorven wordt. Hij deed dit door een gesteriliseerde voedingsoplossing aan de lucht bloot te stellen (proef), door lucht binnen te laten via een gloeiende platinadraad en via watten (tegenproef) en door lucht van verschillende herkomst en hoogte te nemen (mutatieproef).

Het experiment is dus een belangrijke schakel in het onderzoek, het dient om het noodzakelijke van het toevallige te schiften. Voor een juiste schifting is nodig dat het experiment volgens de zo juist genoemde beginselen opgebouwd wordt. Ons probleem is nu de beantwoording van de vraag of het mogelijk is een abstracte schifting te verkrijgen zonder in de natuur in te grijpen. De voorstanders van de proef met ingreep stellen immers, dat dit niet mogelijk zou zijn . Ik stel nu, dat uit niets blijkt, dat een abstracte schifting in een proef zonder ingreep niet te bereiken is. Allereerst is dit logisch nergens te bewijzen. Vervolgens leert de ervaring, dat het heel goed mogelijk is zonder ingreep een abstracte schifting te verkrijgen. De resultaten in de sterrekunde behaald zijn hiervoor het duidelijkste bewijs. Ondanks het feit dat geen mens op de zon geweest is, twijfelt toch niemand van ons aan de conclusies over de samenstelling van de zon. Deze opvatting wordt ook door anderen gedeeld. Schouten maakt in zijn reeds eerder genoemde lezing geen tegenstelling tussen proeven met en zonder ingreep. Beyssens schrijft in zijn boek Logica: "Als eerste eis voor ieder eigenlijk gezegde proefneming stelt men dikwerf, dat de proefnemer zelf de te onderzoeken verschijnselen kunne te voorschijn roepen en over de variatie zelf kunne beschikken.

Mijns inziens , ten onrechte. Zeker is dit in den regel wel zóó, en altijd is dit wel waar voor laboratoriumproeven. Maar noodzakelijk is het niet in dien zin, dat een strikt wetenschappelijke inductie door proefneming zonder dat onbestaanbaar zou wezen. Het natuurlijk verloop der verschijnselen kan in het groot hetzelfde doen, wat wij in onze proefneming verrichten. Met name is het in het geheel niet ondenkbaar, dat de variatie van het verschijnsel in de natuur volledig genoeg is doorgevoerd om daarop met hetzelfde recht als in de best-geslaagde eigen proefneming, een strikt wetenschappelijk inductief besluit te kunnen nemen". Ook Rickert laat zich in zijn boek "Die Grenzen der Naturwissenschaftlichen Begriffsbildung" in dezelfde geest uit.

Toepassing van beide methoden brengt uiteenlopende konsekwenties met zich mee, die ik het beste kan demonstreren door ze te vergelijken. Wanneer ik nu in het volgende beide methoden met elkaar ga vergelijken, dan moet u bedenken, dat het meestal niet gaat om absolute verschillen en tegenstellingen. Deze zijn er praktisch niet. Het is zo, dat de ene methode meer het accent op eigenschap a, de andere op eigenschap b legt. De verschillen zijn betrekkelijk, het gaat meestal om "min of meer". Het is vaak ook zo, dat men bij toepassing van de ene methode door de aard van deze methode meer geneigd is in een bepaalde richting te gaan dan bij gebruikmaking van de andere methode. Ik heb u reeds proberen duidelijk te maken dat er in abstracte schifting principieel geen verschil bestaat.

Allereerst is er een verschil tussen beide methoden in de mate waarin hypothese en theorie de proefopzet bepalen. Hypothese en theorie spelen bij de proeven met ingreep over het algemeen een grote rol. Dit volgt al direct uit de kringloop van het denkproces, zoals ik u die geschetst heb. Zonder een verantwoorde theorie is het moeilijk een goede proef op te stellen. Bij de proef zonder ingreep spelen theorie en hypothese in het begin een veel geringere rol. Men kan echter niet stellen, dat de onderzoeker bij het opzetten van een proef zonder ingreep geheel geen theorie heeft. Hij wacht iets meer af. Bovendien is het vaak zeer moeilijk een hypothese op te stellen. Enige hypothese is er natuurlijk altijd wel, die dan in een formule van zeer eenvoudige gedaante wordt neergelegd. Deze formulering moet eenvoudig zijn omdat het anders onmogelijk wordt de gegevens wiskundig te verwerken. Onze kennis is verder vaak te gering om formuleringen te gebruiken die de werkelijkheid meer zouden benaderen. Het is dan maar beter niet te veel veronderstellingen te maken, maar wel een model te gebruiken dat voldoende soepel is om nog alle richtingen uit te kunnen. Als voorbeelden noemen wij de regressieanalyse en de aspectenanalyse. De grafische regressieanalyse heeft hierbij dan weer een grotere soepelheid dan de numerieke.

De konsekwentie is, dat men bij de proef zonder ingreep veel minder aan van te voren opgestelde theorieën gebonden is. M.i. kan dit een groot voordeel zijn, omdat ik mij wel eens afvraag hoevaak een vooropgezette mening de vooruitgang van onze kennis belemmerd heeft. Om een voorbeeld te noemen: In welke mate is de ontdekking van de malariaverwekker misschien niet vertraagd, omdat men meende dat de giftige moerasgassen de oorzaak van de malaria waren? Men moet niet vergeten, dat de onderzoeker juist door de theorie en door de hieruit af te leiden proefopzetten zich grote mogelijkheden afsnijdt. Hij moet sterk schiften en isoleren, zodat alle aandacht valt op de veronderstelde invloed. Is het in verband hiermede niet opvallend, dat grote ontdekkingen zo vaak door toeval ontdekt worden? De onderzoeker daarentegen, die zonder ingreep zijn waarnemingen doet, heeft wat dit betreft veel meer mogelijkheden. Bij de proef met ingreep is de keuze van de te onderzoeken variabelen, die slechts een klein aantal kunnen bedragen, betrekkelijk willekeurig.

Het hangt af van de hypothese en theorie, die ontwikkeld zijn.

Hiermede hangen ook weer verschillen samen, die voor de proef zonder ingreep pleiten. De proef met ingreep geeft maar weinig kennis van de betekenis van de factoren, die niet in het onderzoek betrokken zijn en ook een rol spelen of kunnen spelen. Zoals u weet probeert men in de proef met ingreep de restvarianties zo klein mogelijk te houden. Dit stelt men bij de proef zonder ingreep ook wel op prijs, maar om een geheel andere reden. Het accent ligt bij dit onderzoek meer op de mogelijkheden om alle factoren te duiden, die invloed hebben. In zoverre is de restvariantie dan een maat om aan te geven in welke mate de analyse geslaagd is en of er nog voor het onderzochte proces belangrijke factoren zijn die nog niet gevonden zijn. Het stimuleert hiermede het onderzoek.

Daartegenover staat weer, dat het ontbreken van een uitgewerkte theorie bij de proef zonder ingreep een groot gevaar met zich mee brengt. In wezen toetst men elke mogelijke theorie, tenminste binnen zekere grenzen. Het toevalskarakter van de waarnemingen heeft hierbij als gevolg, dat men statistisch betrouwbare invloeden vinden kan die alleen door het toeval ontstaan zijn. Dit eist een zwaardere statistische toets, tenzij andere argumenten de resultaten steunen. Veel beter is het onderzoek opnieuw te verrichten, waarbij de eerst verkregen resultaten als theorie dienen. De ervaring leert echter, dat men hiertoe moeilijk komt.

Ik heb hierbij nu de statistische toetsing aangesneden. Ik wil echter op een misvatting wijzen, die vaak bij de beoordeling van de tegenstelling fundamenteel-statistisch onderzoek bestaat. Men meent dat deze tegenstelling parallel loopt met de toepassing van variantie-analyse en regressie-analyse en wel zo, dat variantie-analyse alleen bij de proef met ingreep, de regressie-analyse alleen bij de proef zonder ingreep toegepast wordt. Dit is geen wezenlijke tegenstelling, alhoewel misschien in de praktijk deze tegenstelling wel bestaat. Over het algemeen zal de regressie-analyse meer op gegevens van de mutatieproef toegepast worden en aangezien de proef zonder ingreep meestal een mutatieproef is, is deze opvatting wel verklaarbaar. Maar men kan evengoed de regressie-analyse op gegevens van proeven met ingrepen toepassen en omgekeerd.

Ik stelde zo juist, dat de proef zonder ingreep meestal een mutatieproef is. Dit is een groot bezwaar. U herinnert zich, dat ~~men~~ voor een juiste abstracte schifting om het noodzakelijke element te duiden, verschillende soorten proeven genomen moeten worden. Het is zeer moeilijk om door gebruikmaking van de variatie in de natuur tot een echte proef en een tegenproef te komen. M.i. is dit een van de belangrijkste handicaps van de proef zonder ingreep.

Een ander verschil berust op het feit, dat men o.a. in het landbouwkundig onderzoek vaak met factoren te maken heeft die niet te veranderen zijn. Een proef met ingreep is dan moeilijk of niet mogelijk. Een proef zonder ingreep biedt dan echter de mogelijkheid ook dergelijke factoren te onderzoeken. In verband hiermede vraag ik mij af, hoe vaak wel in de proef met ingreep factoren veranderd worden die eigenlijk niet veranderd konden worden zonder het te onderzoeken proces wezenlijk te veranderen.

Een bezwaar tegen de proef zonder ingreep is ongetwijfeld de over het algemeen moeilijke verwerking, veroorzaakt door het groot aantal factoren. Dit vraagt een zekere kennis van de bewerkingstechniek, die bij de proeven met ingreep een minder belangrijke rol speelt. Onjuist is het echter te menen, dat geen gebruik van statistische kennis bij de bewerking van proeven met ingreep nodig zou zijn. Ik meen te mogen stellen, dat ook het zg. specialistische onderzoek met ingreep veel meer ~~profijt~~ van de statisticus gebruik zou kunnen maken, al was het alleen maar om een betere proefopzet te krijgen.

De proef met ingreep heeft daarentegen weer het nadeel, dat het kunstmatig constant houden van niet te onderzoeken factoren met zich mee brengt, dat het proefobject vaak onder onnatuurlijke omstandigheden onderzocht wordt, onder condities die het proefobject als onnatuurlijk ondervindt of die niet in de natuur voorkomen. Men moet over dit bezwaar niet te gering denken. Speciaal voor een wetenschap met een toegepast karakter kan dit konsekwenties hebben voor de toepasbaarheid der bereikte resultaten. Overigens weet men nooit in hoeverre het constant houden der factoren het te onderzoeken proces zelf weer beinvloedt. Verder weet men ook nooit of alle factoren die niet onderzocht werden, inderdaad constant gebleven zijn. Om een voorbeeld te noemen: uit het feit, dat kalkbemesting op een perceel de opbrengst verhoogt, mag men zeker niet concluderen, dat de plant kalk nodig gehad heeft. De oorzaak kan geweest zijn dat de plant een betere lucht- of water-voorziening gekregen heeft.

Alles bij elkaar maakt, dat het accent bij de proef met ingreep minder op de verwerking komt te liggen. Het zal u bekend zijn, dat dit bij de proef zonder ingreep juist een groot probleem vormt. Men heeft bij de proef met ingreep de neiging het vraagstuk kwalitatief te stellen. Men stelt de vraag: klopt de hypothese met de waarnemingen, ja of nee. Bij de proef zonder ingreep is naast het kwalitatieve karakter nl. de beantwoording van de vraag welke factoren een rol spelen, ook het kwantitatieve aspect belangrijk. Steeds wordt getracht de grootte van de invloeden in een maat vast te leggen. Nogmaals, dit aspect is ook op de proef met ingreep toe te passen, de praktijk is echter anders.

Het meest moeilijke probleem bij de proef zonder ingreep blijft de abstracte schifting. Bij de proef met ingreep wordt de schifting al direct zoveel mogelijk in de proefopzet ingebracht - nogmaals hiermede heeft men nooit zekerheid - , bij de proef zonder ingreep tracht men de schifting meer door de bewerking van de gegevens te bereiken. Steeds zal het uiterste gedaan moeten worden om resultaat te bereiken. Dit vraagt een wiskundige kennis en langdurige berekeningen, factoren die de methode minder geliefd maken en de drang met zich mee brengen de bewerking op een te vroeg punt te laten stoppen. De proef met ingreep heeft hier een grote voorsprong. Gezegd kan echter worden, dat nieuwere ontwikkelingen in de bewerkingstechniek de onderzoeker die de proef zonder ingreep gebruikt, ook weer verdere mogelijkheden bieden. Beoordeling van de merites van deze mogelijkheden is voor de niet-deskundige echter moeilijk.

Naast de u allen bekende regressie-analyse staan ons voornamelijk twee andere technieken ter beschikking, t.w. de aspecten-analyse en de methode met de path-coefficients, in ons land voor dit doel nog weinig toegepast. Het zal u bekend zijn dat de regressie-analyse een meer-dimensionaal model gebruikt, waarin de relatie tussen afhankelijke en de onafhankelijke factoren recht- of kromlijnig voorgesteld kan worden. De veronderstelling is, dat één factor afhankelijk is van de andere factoren, die elkaar niet beinvloeden. De theorie van de onderzoeker ligt in het model en in de keuze van de factoren. In het uiterste geval kunnen alle factoren genomen worden. Meer ruimte laat de aspecten-analyse, die ook uitgaat van een meer-dimensionaal model en waarbij de oorzaken van de samenhangen tot enkele causale aspecten teruggebracht worden. Een keuze over het al of niet afhankelijk zijn van de factoren behoeft niet direct plaats te vinden. De onderlinge beinvloeding wordt niet afwezig verondersteld. De verkregen resultaten suggereren een verdergaande theorie. Het kenmerkende van de methode is in dit verband het voorlopig nietgebonden zijn aan bepaalde opvattingen en hypothesen.

Een methode die tussen regressie-analyse en aspecten-analyse enerzijds en de proef met ingreep anderzijds in staat, is de methode met de zg. path-coefficients. Ook hierbij kan men uitgaan van het gebeuren in de natuur. Evenals bij de proefopzet met ingreep is een vergaande hypothese over de causale samenhangen noodzakelijk. De onderzoeker is gedwongen een volledig schema van veronderstelde causale samenhangen op te stellen. De bewerking toetst deze hypothese, terwijl zij tevens een schatting van de sterkte van de verschillende invloeden geeft. Persoonlijk zie ik in deze methode grote mogelijkheden.

De biologische wetenschappen gebruiken het begrip causaliteit, die dan door een tijdsfactor gekenmerkt wordt. De proef met ingreep heeft inderdaad het voordeel dat deze tijdsfactor impliciet in het onderzoek meegenomen wordt. Tenminste men veronderstelt dit en indien de waarnemingen met de in de proef gelegde hypothese overeenstemmen meent men deze tijdsfactor ook geduid te hebben. Aan de hand van het voorbeeld van de kalkbemesting heb ik u reeds gewezen op de gevaren, die ook deze methode heeft. Principieel is deze tijdsfactor ook in de proef zonder ingreep op te nemen. Praktisch is dit echter veel moeilijker omdat het relevante tijdsverloop zo moeilijk te meten is. In beide gevallen is zekerheid moeilijk te verkrijgen, alhoewel de proef met ingreep hier misschien grotere waarde heeft. Van de andere kant komt het ook vaak voor, dat het geheel niet nodig is de tijdsfactor bewust in het onderzoek op te nemen, omdat de relatie intuitief duidelijk is.

Om de discussie te vergemakkelijken heb ik in een tabel de verschillende eigenschappen naast elkaar gezet. De volgorde is niet volgens veronderstelde belangrijkheid, maar volgens de plaats in de kringloop. Zie verder deze samenvatting op het eind.

Ik hoop u hiermede duidelijk gemaakt te hebben, dat een absolute voorkeur voor een van beide methoden niet bestaan kan. Beide methoden zijn niet ideaal. Ik ben van mening dat een afwijzing van de methode zonder ingreep onjuist is, omdat deze afwijzing voornamelijk op een idealisering van de proef met ingreep berust. Naar mijn mening hangt de keuze welke methode men nemen moet, niet af van de wetenschap die men beoefent, maar van de aard der problemen die opgelost moeten worden. Elke onderzoeker zal dit steeds moeten afwegen. Het zal dan mogelijk zijn, dat de beste aanpak verkregen wordt met een combinatie van beide methoden. Dit is ook met het bodemvruchtbaarheidsonderzoek in Nederland het geval geweest. Discussiepunt zou kunnen zijn of een bepaalde richting te veel of te weinig wordt toegepast. Persoonlijk ben ik van mening dat de in Nederland gevolgde weg een goede weg is geweest. Het volgen in de laatste tijd van deze richting door onderzoekers in de V.S., Engeland en Duitsland is hiervan een bevestiging. Maar ook in andere wetenschappen moet de proef zonder ingreep een betekenis kunnen hebben.

Samenvatting van vergelijking in eigenschappen, gebruik, mogelijkheden, moeilijkheden enz. tussen

	proef met ingreep	proef zonder ingreep
1.	hypothese speelt vooraf grote rol, veel denkwerk	hypothese speelt kleinere rol, hypothese volgt meer uit resultaten
2.	grotere gebondenheid aan hypothese	minder grote gebondenheid aan hypothese
3.	noodzakelijke keuze vooraf van factoren; beperking van het probleem	minder noodzakelijke keuze vooraf van factoren; geen of minder beperking
4.	hypothese en waarneming op 1e plaats, statistiek e.a. toetsing op 2e plaats	aan statistische toetsing worden zware eisen gesteld, toeval kan resultaat opleveren
5.	onderzoek meer met proef, tegenproef en mutatieproef	onderzoek meer met mutatieproef
6.	abstracte schifting moeilijk, onderzoek suggereert echter vaak een bereikte schifting	abstracte schifting zeer moeilijk, hét grote probleem
7.	bewerking minder moeilijk; proefopzet vraagt veel aandacht; ingewikkelde apparatuur	bewerking moeilijk, proefopzet vraagt minder aandacht
8.	minder kennis nodig van bewerkingstechniek	grote kennis nodig van bewerkingstechniek
9.	accent bij bewerking op variantie-analyse	accent op regressie-analyse of andere methoden
10.	meer kwalitatief onderzoek	meer kwantitatief en kwalitatief onderzoek
11.	onbekendheid met betekenis factoren niet-in-het-onderzoek betrokken	restvariantie geeft betekenis van niet-in-het-onderzoek betrokken factoren
12.	moeilijk te veranderen factoren niet te onderzoeken	moeilijk te veranderen factoren kunnen onderzocht worden
13.	onderzoek vaak onder onnatuurlijke omstandigheden	onderzoek onder natuurlijke omstandigheden
14.	extrapolatie zeer moeilijk	extrapolatie minder moeilijk
15.	meer toegepast in vrij onderzoek	meer gebruikt in toegepast onderzoek

Groningen, mei 1960

13-5-1960
(50)

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D
G R O N I N G E N

Korte samenvatting van de bespreking op 6 mei 1960 over:

"Methode van fysiologisch onderzoek, waarbij gebruik wordt gemaakt van de voorkomende variatie van factoren in de natuur"

Aanwezig:

prof.dr. W.H. Arisz en prof.dr. M.H. van Raalte (alleen 's middags) van de R.U. te Groningen,
dr. G.G.J. Bange van de R.U. te Leiden,
prof.dr. E.G. Mulder en prof.dr. A.C. Schuffelen van de L.H. te Wageningen,
dr. E.F. Drion van de A.B.W.-T.N.O. te 's-Gravenhage,
dr. W. Dijkshoorn en dr.ir. C.T. de Wit van het I.B.S. te Wageningen,
drs. P. Bruin, dr.ir. Th.J. Ferrari, dr. L.K. Wiersum, dr. F. van der Paauw, ir. J.T.N. Venekamp van het I.B. te Groningen.

De toepassing van een werkmethode die aan het I.B. is gevolgd om tot een adviesbasis voor bemesting in grondbehandeling te komen heeft tot de vraag geleid, welke betekenis deze werkmethode voor het fysiologisch onderzoek zou kunnen hebben. Bij het toegepaste bodemvruchtbaarheidsonderzoek gaat het allereerst om het speuren naar vruchtbaarheidsfactoren en naar methoden om deze in maat en getal vast te leggen. Daarop volgt een onderzoek naar de betekenis van de op het laboratorium en te velde bepaalde getallen in het milieu van toepassing, dus voor alle cultuurgronden en onder de heersende cultuuromstandigheden, waarbij vaak gebruik wordt gemaakt van in de natuur voorkomende variaties. Dr. F. van der Paauw betoogde reeds in 1943 in een artikel getiteld "Agronomie en botanie" in het Vakblad voor Biologen 24, 9, blz. 107-116, dat het wellicht voor het fysiologisch onderzoek van belang zou kunnen zijn meer gebruik te maken van de in de natuur aanwezige factorenconstellatie. Hierop volgde een discussie in het Vakblad voor Biologen 24, 12, blz. 1-6, waaraan door prof.dr. J. Kuyper te Groningen en dr. A.E.H.R. Boonstra te Wageningen werd deelgenomen. Op de bespreking van 6 mei 1960 stelde men zich tot doel deze vraag nog eens onder ogen te zien.

Dr.ir. Th.J. Ferrari hield een inleiding, waarvan in cyclo 9277 een samenvatting wordt gegeven. De lezing is in extenso opgenomen in het rapport VIII-1960 van het I.B., getiteld: "Proef met ingreep en proef zonder ingreep". De op blz. 8 van dit rapport opgenomen "Samenvatting van vergelijking in eigenschappen, gebruik, mogelijkheden, moeilijkheden enz. tussen "proef met ingreep" en "proef zonder ingreep" werd ter vergadering als aanvulling bij cyclo 9277 rondgedeeld.
Dr. F. van der Paauw hield vervolgens een inleiding, waarvan een samenvatting is gegeven in cyclo 9277.

De aanwezigen waren van mening, dat de inleiding van dr. Ferrari veel heeft bijgedragen tot een goed begrip der op het gebied van de proefmethodiek en proeftechniek bestaande tegenstellingen. De stellingen, dat er geen tegenstelling gezocht moet worden in specialistisch/fundamenteel en statis-

tisch/correlatief, maar wel in "proeven met ingreep" en "proeven zonder ingreep" en dat de aard van de vraagstukken de aanpak bepaalt, werden aanvaard. Onderzoek in het milieu van toepassing, onderzoek ter verkrijging van meer fysiologisch begrip en de overbrugging van de kloof die bestaat tussen bij fysiologisch laboratoriumonderzoek verkregen uitkomsten en de mogelijkheid van toepassing op de praktijk, hebben alle hun specifieke facetten, welke tot verschillende aanpak kunnen leiden.

Hieronder volgen enige ter bespreking gemaakte min of meer op zich zelf staande opmerkingen, welke in het licht van de bovengenoemde conclusies moeten worden gezien als bijdragen tot een "bezint, eer ge begint" bij de aanpak van een onderzoek.

Van de "Samenvatting van vergelijking in eigenschappen, gebruik, mogelijkheden, moeilijkheden enz. tussen "proef met ingreep" en "proef zonder ingreep"", welke aan de inleiding van dr. Ferrari is toegevoegd, werden de punten 1 en 10 nader bediscussieerd.

Enerzijds werd er op gewezen dat de tegenstelling t.a.v. de rol welke de hypothese resp. bij proeven mèt en zonder ingreep speelt, niet sterk moest worden beaccentueerd, terwijl men anderzijds van mening was, dat dit verschil in feite nogal belangrijk was.

Punt 10 betrof de discussie over de overwegend kwalitatieve strekking van de proef met ingreep en de vooral ook kwantitatieve aard van de proef zonder ingreep. Van de zijde van de experimentator, die bij voorkeur de proef met ingreep hanteert, werd de vrees geuit te verdrinken in de veelheid van factoren bij toepassing van de proef zonder ingreep, zodat men van de bomen het bos niet meer zou zien. Deze geeft er dus de voorkeur aan de door hem als essentieel beschouwde factor nader te bestuderen, waarbij hij onbewust de restvariantie klein denkt. Daartegenover werd de kennis van de restvariantie bij de proef zonder ingreep als zeer belangrijk beschouwd, aangezien hiermee tegen overschatting van de betekenis van als essentieel aanvaarde factoren voor de praktische toepassing werd gewaakt.

Over het algemeen mag men stellen, dat voor de botanie het verkrijgen van meer inzicht <u>doel</u> en voor de landbouw het slechts <u>middel</u> is (zie discussie v.d. Paauw - Boonstra). Beide gebieden hebben belangstelling voor eigenschappen van planten en voor de relaties tussen verschillende eigenschappen. In de botanie gaat het verder vooral om de diepere oorzaken der verschijnselen en om het mechanisme. Voor experimenten op dit laatste gebied is veel voorbereiding op denkniveau nodig alvorens men tot het experiment overgaat. De problemen, waarom het in deze bespreking gaat, komen daarbij minder bewust aan de orde.

De experimentator is over het algemeen meer pragmatisch van aard en zal de filosofie over de aanpak niet zo zwaar nemen.

De vraag werd gesteld of voor de bestudering van eigenschappen van de planten en de relaties daartussen het milieu "grond" niet te gecompliceerd is en verwarrend kan werken,

zodat men beter doet althans in eerste instantie en in ieder geval parallel aan het onderzoek onder omstandigheden van het bodemmilieu, van watercultures gebruik te maken. Verder werd aanbevolen bij groepsindelingen van gewassen t.a.v. bepaalde eigenschappen vereenvoudigingen in de proefopzet aan te brengen. De praktijk leert, dat de onderzoekers daarbij nu eens aan grond en dan weer aan watercultures de voorkeur geven. Bezinning op dit gebied is echter belangrijk.

Men zal zich de vraag moeten stellen of polyfactorieel onderzoek met gebruikmaking van het milieu "grond" en niet van watercultures reeds tot nieuwe vondsten van fysiologische aard heeft geleid. Het gaat hierbij dus niet om de noodzakelijke kwantisering in het gebied van toepassing, maar om essentiële elementen van het botanisch onderzoek. Zou, bij wijze van voorbeeld, v.d. Paauw uit zijn onderzoek met betrekking tot de ionenopname van enkele gewassen, die in buitenstaande potten met normale kleigrond werden verbouwd, de thans geformuleerde conclusies over het verschil in ionenantagonismen resp. bij lage en hoge concentratie hebben durven trekken zonder bekend te zijn met het onderzoek van Bange. Als antwoord op deze vraag werd gesteld dat er steeds van een wisselwerking tussen de volgens verschillende methoden verkregen resultaten sprake zal zijn. Perfectie van de methoden van onderzoek aan beide zijden ook ten aanzien van snelheid van uitvoering speelt daarbij overigens een belangrijke rol.

In het verband met dit punt wordt verder gewezen op de ontwikkeling van het onderzoek van D.M. de Vries over de sociologie der grassen en de toepassing daarvan bij de graslandkartering. Dit werk berust geheel op resultaten welke met proeven zonder ingreep zijn verkregen.

Er moet bedacht worden, dat een proefopzet "zonder ingreep" niet beperkt is tot onderzoek in het milieu "grond", maar dat ook voor watercultures bij deze wijze van aanpak kan worden stilgestaan. De fysioloog kan hierop des te meer bedacht zijn, nu de toegepaste wiskunde steeds meer mogelijkheden biedt voor een snelle bewerking van de volgens een dergelijke opzet verkregen, meestal nogal talrijke, resultaten. Er moet echter ook hierbij worden gewaarschuwd tegen overschatting van het kwantitatieve element, hoe belangrijk ook op zich zelf.

Tenslotte zij nog gewezen op het belang van de factor "tijd" bij de bepaling van de causaliteit in het biologisch onderzoek. Boonstra gaat hierop in zijn discussie met van der Paauw uitvoerig in en ook Ferrari schenkt hieraan aandacht in zijn lezing over "Proef met ingreep en proef zonder ingreep".

15-7-1960
(35)