

ZEKERHEID ONDANKS ONZEKERHEID

REDE

uitgesproken bij
de aanvaarding van het ambt van
hoogleraar in de wiskundige statistiek
aan de Landbouwhogeschool te Wageningen
op 17 november 1972

door

DR. P. VAN DER LAAN

Dames en Heren,

Never fear big long words
Big long words name little things
All big things have little names
Such as life and death, peace and war
or dawn, day, night, hope, love, home
Learn to use little words in a big way
It is hard to do
But they say what you mean
When you don't know what you mean
Use big words

Deze woorden van Arthur Kudner bevatten een bijzondere kern van waarheid. Ik zal proberen zijn eerste advies op te volgen. Dit zal niet alleen mijn streven zijn voor het stuk onderwijs dat ik aan deze Hogeschool zal verzorgen, doch ook voor deze rede. Men houde echter de woorden van Chesterton in gedachten als er onverhoopt iets niet duidelijk mocht zijn: "Alles aanvaarden is oefening, alles begrijpen is overspanning". Overigens kan ik u geruststellen: wat ik ga vertellen is niets nieuws, het is slechts een permutatie van reeds gedane uitspraken.

Achtereenvolgens wil ik enkele opmerkingen maken over de volgende punten:

1. Wat is statistiek ?
2. Enkele speciale onderwerpen uit de statistiek
3. Onderwijs

1. *Wat is statistiek ?*

Eigenlijk had de vraag moeten luiden: "Wat is wiskundige statistiek?".

Met de toevoeging "wiskundige" is het vak te onderscheiden van "beschrijvende statistiek". Onder beschrijvende statistiek wil ik

verstaan het verzamelen van cijfermateriaal en het overzichtelijk weergeven in bijvoorbeeld tabellen, grafieken en histogrammen en het berekenen van zekere kenmerkende grootheden zoals gemiddelde, mediaan en spreiding teneinde het materiaal op beknopte wijze te kenmerken. Waar het nu om gaat is de verklarende of wiskundige statistiek. Hoewel er vele definities van wiskundige statistiek zijn, zal ik volstaan met de volgende formulering. Wiskundige statistiek is de wetenschap welke zich bezig houdt met het ontwikkelen en toepassen van methoden en technieken om op efficiënte wijze verantwoorde en zo scherp mogelijke conclusies te trekken uit resultaten van experimenten en processen. De uitkomsten van de experimenten en processen die wij beschouwen zijn aan toevallige fluctuaties onderhevig. De waarschijnlijkheidsrekening verschaft een wiskundig model voor deze toevallige fluctuaties. De uitspraken die met betrekking tot voornoemde experimenten of processen gedaan worden, zijn dan ook kansuitspraken. De vragen die gesteld worden kunnen niet met zekerheid beantwoord worden, maar de antwoorden bezitten een zekere, meestal kleine, onbetrouwbaarheid. De *zekerheid* welke in deze *onzekere* situaties gegeven wordt, is dat de waarschijnlijkheidsrekening het mogelijk maakt de kans op onjuiste antwoorden te berekenen. De statistiek doet echter nog meer. Zij verschaft allerlei middelen waarmee het vaak mogelijk gemaakt wordt, aan te geven hoeveel experimenten gedaan moeten worden en hoe zij opgezet moeten worden opdat de betrouwbaarheid van de uitspraken zo groot mogelijk is en groter is dan een bepaalde, van te voren op te geven, waarde. Girshick formuleerde het in 1953 zo: "The basic problem of statistics is that of decision making in the face of uncertainty". Het gaat er mij om enkele statistische begrippen te behandelen en u een blik, het zal helaas een vluchtige blik moeten zijn, in de statistische en waarschijnlijkheidstheoretische gedachtenwereld te verschaffen. Dit zal gebeuren aan de hand van enkele zeer simpele voorbeelden, waarbij allerlei details weggelaten zullen worden. De wiskunde bestaat een paar duizend jaar. De oude Grieken, wier land wel de moeder van Europa genoemd wordt, probeerden zo ongeveer 500 vóór

Christus met wiskundige redenering allerlei dingen die zij in de natuur waarnamen te vereenvoudigen. Dit werd gedaan doordat zij niet ter zake doende, irrelevante details weglieten. Met behulp van deze vereenvoudigde werkelijkheid probeerden zij verder te komen door relaties te ontdekken en basisfeiten af te leiden. Zo werd een hemellichaam een bol. Een basisfeit betreffende een bol is dat alle punten op het boloppervlak even ver van het middelpunt liggen. Het interessante van het wiskundig denken is dat men op grond van definities en axioma's allerlei eigenschappen en relaties op het spoor komt, welke zonder wiskunde moeilijk, zoal niet onmogelijk te achterhalen zijn. Een belangrijk verschil tussen de Griekse en Westerse wetenschappelijke instelling is dat de Grieken over het algemeen hun ervaring gebruikten voor systeem-bouw, terwijl wij datgene wat wij op grond van ervaring opbouwen niet als vaststaand beschouwen, doch als basis voor onderzoek gebruiken. In ieder geval is de wetenschappelijke wereld bereid datgene, wat wij door ervaring en experimenten opgebouwd hebben tot een theorie of een systeem, te toetsen op wetenschappelijke houdbaarheid. Hiermee wil ik niet zeggen dat iedereen op deze wetenschappelijke wijze te werk gaat. Sommige mensen hebben meer de neiging om datgene wat zij waarnemen in de hun vertrouwde hokjes en schema's al of niet met geweld in te passen dan hun mening, eventueel na een nader onderzoek, te herzien.

Het vereenvoudigen van de informatieve werkelijkheid teneinde te komen tot nader onderzoek en analyse, kan men vertalen als het opstellen van een wiskundig model. Met behulp van zo'n wiskundig model beschrijft men de werkelijkheid, probeert men deze werkelijkheid doorzichtig te maken en tracht men, zoals ik eens ergens las, met behulp van het meer bekende het minder bekende te weten te komen. Later is men eigenlijk tot de conclusie gekomen dat er allerlei verschijnselen, waarin wij geïnteresseerd zijn, voorkomen welke niet in een deterministisch model te vangen zijn. Rijdt men met een auto van Eindhoven, Vanvitelliweg 7, naar Wageningen, De Dreijen 8, dan is de benodigde tijd niet te voorspellen, althans niet in voldoende nauwkeurige mate.

Zaaien we een bepaald soort tarweras uit over een stuk land dan is niet precies te zeggen hoeveel en waar deze zaadjes in een bepaalde oppervlakte terecht komen. Waar en wanneer in 1975 jongens en meisjes geboren worden in Nederland is niet te voorspellen, evenmin als wie voor hoeveel in 1980 zal investeren. Hoe lang uw koelkast het uit zal houden is een duistere zaak, evenals wie op welke politieke partij zal stemmen bij verkiezingen van de Tweede Kamer. Wanneer bij een gasontladingsbuis een ontlading op zal treden is niet te voorspellen, evenmin als de opbrengst van een bepaald gewas bij een bepaalde bemesting. Men kan niet met voldoende zekerheid zeggen of een bepaald dier over twee jaar nog in leven is of wat het resultaat zal zijn van een meting aan een grondmonster. Is over deze verschijnselen dan niets te zeggen? De eerste reactie van sommige mensen zal inderdaad zijn dat deze verschijnselen niet exact zijn aan te pakken. Echter met behulp van zogenaamde waarschijnlijkheidstheoretische, statistische of stochastische modellen kan men komen tot een wiskundige beschrijving van de te onderzoeken verschijnselen welke niet in een deterministisch model te vangen zijn en kan men deze verschijnselen wel exact aanpakken. Statistiek is de wetenschap van de variabiliteit. Zij kan op zeer gecompliceerde problemen toegepast worden, doch ook, en dat is misschien wel zo interessant, op eenvoudige, alledaagse problemen. Het buitengewone van de statistiek is dat zij toepasbaar is op het gewone. Men moet niet verwachten dat men nu ineens op alle vragen antwoord krijgt. Ook nu zal het niet mogelijk zijn te voorspellen bij wie en wanneer in 1975 een meisje geboren wordt. Het met zekerheid voorspellen wanneer bij een roulettespel zwart en wanneer rood zal optreden is jammer genoeg ook voor mij nog een te lastig probleem geweest. Vaak zal men een uitspraak kunnen doen welke een betrouwbaarheid van bijvoorbeeld 0,95 heeft, dit wil zeggen dat als we zo'n uitspraak 100 keer doen deze in gemiddeld 95 gevallen juist zal zijn. Op deze wijze verwerkt de statistiek en waarschijnlijkheidsrekening de onzekerheid in de verschijnselen in uitspraken waarvan men weet dat de fractie fout uitspraken gemiddeld kleiner is dan bijvoorbeeld 0,05, de zo-

genaamde onbetrouwbaarheidsdrempel. Wanneer de uitspraak juist is en wanneer niet kunnen we van te voren niet zeggen, wel gemiddeld hoe vaak.

Statistiek is, zoals prof. Hemelrijk het eens kernachtig geformuleerd heeft, de wetenschap van het "hoe vaak" als de vraag "wanneer" niet kan worden beantwoord. Een voorbeeld is het simpele experiment waarbij we willekeurig, op aselecte wijze een produkt uit een grote partij trekken. Deze partij bevat 25% defecte en 75% goede produkten. Wat zal de aard van het aselect getrokken produkt zijn? De uitkomst is onvoorspelbaar. Herhalen we het experiment in die zin dat nadat het exemplaar getrokken is, dit weer teruggeplaatst wordt en we dan opnieuw op aselecte wijze een produkt uit de partij trekken dan kunnen wij bij 100 herhalingen voor de op deze wijze verkregen uitkomsten (een zogenaamde aselecte steekproef met teruglegging) wel berekenen wat de kans is op minder dan 10 defecte exemplaren. Op grond van de populatie van produkten en een waarschijnlijkheidstheoretisch model berekenen we voor de steekproef de kansen op bepaalde gebeurtenissen. Omgekeerd, wat belangrijk is, we kunnen eigenschappen van een onbekende populatie afleiden op grond van een steekproef. Men kan zich bijvoorbeeld afvragen in voornoemd voorbeeld, als men de verhouding van de aantallen defecte en goede exemplaren niet weet, of er meer dan 10% defecte exemplaren in de partij zitten. Men stelt dan de nulhypothese dat de kans op een defect exemplaar kleiner dan of gelijk is aan $1/10$. Doen we nu een aselecte trekking met of zonder teruglegging (omdat we uitgegaan zijn van een grote partij maakt dit praktisch geen verschil) van 10 waarnemingen en vinden we in de steekproef drie keer een defect produkt, dan gaan we na of de kans op deze uitkomst of één met nog meer defecte produkten onder de nulhypothese klein is. Is dit zo, dan wordt de nulhypothese verworpen en concluderen we dat de kans groter dan $1/10$ is. Met dit zogenaamde statistisch toetsen proberen we toeval en systematiek te ontwarren. De twee concepten model en hypothese verschaffen ons een raamwerk om tot conclusies te komen. Zij geven in waarschijnlijkheidstheoretische termen

een beschrijving van het proces volgens welke de waarnemingen gegenereerd worden of althans verondersteld worden als zodanig gegenereerd te worden. Zo kan men vele problemen, betrekking hebbende op fysiologische en economische grootheden en noemt u maar op, in een statistisch model vertalen. Vaak is één van de belangrijkste taken van een statisticus om gezamenlijk met de probleemsteller te komen tot een eenvoudig en goed model.

Uit het voorgaande is het duidelijk dat wij zekere risico's lopen. In de eerste plaats is het mogelijk dat wij de nulhypothese verwerpen terwijl die wel juist is. Dit wordt de fout van de eerste soort genoemd. In de tweede plaats is het mogelijk dat wij de nulhypothese niet verwerpen terwijl deze in werkelijkheid onjuist is. Dit wordt de fout van de tweede soort genoemd. In de meeste gevallen zullen wij proberen de kans op een fout van de eerste soort beneden een bepaalde grens te houden, terwijl wij de kans op een fout van de tweede soort zullen minimaliseren. Om met voornoemde, en jammer genoeg in de praktijk meestal meer ingewikkelde, stochastische experimenten bezig te kunnen zijn, worden in de statistiek stochastische variabelen ingevoerd. Een stochastische variabele ontstaat wanneer we aan de mogelijke uitkomsten van een stochastisch experiment getalswaarden toekennen. Als we kijken naar het binnenkomen van orders dan kunnen we de tijd tussen twee opeenvolgend binnenkomende orders als stochastische variabele invoeren. Het woord stochastisch is in hoge mate suggestief. Het Griekse woord δ στοχος betekent: wat bij het schieten is opgesteld: doel, schijf, en in tweede instantie: gissing. Het bijbehorende Griekse woord στοχαζομαι betekent: ik mik, ik richt en ook: ik raad, ik gis. Het bijvoeglijk naamwoord στοχαστικος betekent: diegene die bekwaam in het treffen, raken is, of die goed kan raden. Verder was δ στοχαστικης een waarzegger. Ik ben benieuwd of ik hier over enige tijd als zodanig bekend ben. Het kenmerkende van zo'n stochastische variabele is dat we de uitkomst niet met zekerheid kunnen voorspellen, maar wel iets weten over de kans dat de uitkomst een bepaalde waarde zal bezitten. De kansverdeling van zo'n stochastische variabele zal in de praktijk nog

wel eens een aantal onbekende grootheden of parameters bevatten. De belangrijkste gebieden in de statistiek zijn het schatten van de waarden van deze parameters en het toetsen van veronderstellingen of hypothesen omtrent deze parameters, zodat het daarna nemen van beslissingen op meer verantwoorde wijze kan gebeuren.

U zult wellicht opgemerkt hebben dat een scherp onderscheid tussen een wiskundig, deterministisch model en een statistisch model niet te geven is. Inderdaad is het zo dat een deterministisch model bij steeds nauwkeuriger beschouwing in een statistisch model kan overgaan. Hierin ligt dan ook één van de oorzaken dat statistiek in de toekomst door de verdergaande schaalvergroting en vraag naar efficiëncy een steeds grotere plaats in alle mogelijke wetenschappen en op alle gebieden zal gaan innemen, of dat nu economie, sociologie, commercie, landbouw, taalwetenschappen of techniek is. Na het voorafgaande ligt het voor de hand dat statistiek in het bijzonder toegepast wordt bij die wetenschappen waarin variabiliteit en onzekerheid nogal eens om de hoek komen kijken, en waar zou dat niet meer zijn dan bij wetenschappen die zich met levende dingen bezighouden, of dat nu mensen, planten of dieren zijn. Het hoeft dan ook niet te verwonderen dat het eerste statistische tijdschrift, in 1902 door Pearson opgericht, *Biometrika* heet. U vraagt zich nu misschien af of iedereen daar waar dat nodig is bij het onderzoeken en vergelijken van produkten, processen en methoden altijd de wiskundige statistiek hanteert of een statisticus te hulp roept. Ik kan daar niet een vlot "ja" op laten horen. Wel meen ik dat het steeds vaker gedaan wordt. Maar in de praktijk worden duimzuigschattingen (al of niet natte) en koffiedik-methoden nog regelmatig gebruikt. Ook de Hm-methode wordt nog regelmatig gehanteerd. Ik weet niet of de Hm-methode u bekend is. Misschien dat deze methode enige toelichting behoeft. Prof. dr. D. van Dantzig schreef hierover het volgende:

"De Hm-methode bestaat daarin, dat men de rechterhand aan de kin brengt, de duim rechts, de andere vingers links, dan de lippen op een perst en de wenkbrauwen samentrekt, vervolgens "Hm" zegt, en tenslotte een oordeel ten beste geeft. Het was ongetwijfeld op

grond van deze methode, dat in de 17e eeuw de demografen de bevolking van Londen op enige miljoenen taxeerden. Voorts lag zij ten grondslag aan de wijze waarop de ouderwetse ondernemer op grond van zijn onfeilbare mensenkennis zijn personeel aanstelde. In de schadeverzekering zou men wellicht verwachten dat uit de statistische gegevens de verwachting der schade fractie van een te verzekeren object zou worden berekend, en op grond daarvan de te betalen premie werd vastgesteld. In werkelijkheid gebeurt het doorgaans juist andersom. Er wordt een taxateur heengestuurd, die hm't en de premie vaststelt. Deze is dan per definitie de verwachting van de overigens onbekende schadeverdeling. Ook de theorie der aanpassing van krommen berust hierop. Men heeft een kromme van een bepaald type aangepast aan een aantal empirische gegevens, hm't en zegt: "de overeenstemming is bevredigend".

Het is niet mijn bedoeling, zo gaat Van Dantzig verder, te betogen dat de Hm-methode persé in alle omstandigheden tot onjuiste of zelfs maar onbetrouwbare resultaten moet leiden. Integendeel, indien zij wordt toegepast door iemand met een grondige kennis en uitgebreide ervaring omtrent het te beoordelen objekt, kan de bedoelde keelklank een snelle innerlijke samenvatting van deze kennis en ervaring tot uitdrukking brengen en tot zeer goede resultaten leiden. Bovendien kan wel geen onzer nalaten van tijd tot tijd eens te hummen, daar niemand in staat is al zijn ervaringen te systematiseren en aan een grondige analyse te onderwerpen. Als methode heeft zij echter de bezwaren dat zij bij haar beste beoefenaren een onfeilbaarheid van oordeel suggereert, dat zij geen garantie biedt tegen stemmings- en aandachtsfluctuaties bij degenen, die haar toepassen en dat haar betrouwbaarheid in hoge mate afhangt van de kwaliteiten der beoordelaars." Tot zover Van Dantzig. Bij de statistiek weet men wel hoeveel conclusies onjuist zijn en men kan dit aantal in het algemeen zo klein maken als men maar wil.

2. Enkele speciale gebieden uit de statistiek

Bij de gegeven vorm van statistisch toetsen wordt het aantal

foutieve uitspraken weliswaar begrensd maar met de ernst van de gemaakte fouten wordt geen rekening gehouden. Als men concludeert dat de gemiddelde opbrengst ligt tussen 12 en 14 dan is dit fout als het gemiddelde in werkelijkheid 14,1 is, maar ook als het gemiddelde in werkelijkheid 18 is. Deze laatste fout is ernstiger. Hieraan komt de statistische beslissingstheorie van Wald tegemoet, door de te maken fouten niet slechts te tellen maar deze op hun ernst te wegen. Met andere woorden bij het construeren van de op experimentele gegevens gebaseerde beslissingen worden rechtstreeks de gevolgen van de beslissingen in rekening gebracht.

Om dit te bereiken heeft Wald de speltheorie van Von Neumann erbij gehaald. Met de statistische beslissingstheorie is het mogelijk bepaalde problemen op te lossen welke anders niet op te lossen zijn. Een moeilijke en soms misschien wel onmogelijke opgave is echter dat men de gevolgen van mogelijke beslissingen moet bepalen. Indien de fouten in geld uit te drukken schaden veroorzaken, is dit nog wel te doen. Hoe moet men echter het verlies aan goodwill in geld uitdrukken? Wat is de schade als men besluit een in werkelijkheid verkeerd middel in omloop te brengen? Het afwezen van verschillende soorten fouten is vaak erg moeilijk. Het is ook mogelijk de kosten van experimenten in rekening te brengen. De statistische beslissingstheorie heeft vele toepassingen en is daarom van groot belang.

Een gebied in de wiskundige statistiek dat reeds grote bekendheid geniet doch waarvoor de belangstelling nog groter wordt is die van de verdelingsvrije methoden, ook wel parameter-vrije methoden genoemd. Hoewel de eerste verdelingsvrije toets, namelijk de Tekentoets, al in 1710 gebruikt werd, kan gesteld worden dat vooral de laatste 25 jaar de verdelingsvrije methoden zich in een hoog tempo hebben ontwikkeld. Was het ongeveer 25 jaar geleden nog mogelijk dat één en ander in een betrekkelijk dun boekje opgeschreven kon worden, toen het eerste deel van John Walsh's Handbook of Nonparametric Statistics in 1962 verscheen met materiaal dat vóór 1958 ontwikkeld was, schreef hij nog in zijn voorwoord dat het een werk in twee delen zou worden. In 1965 verscheen het tweede

deel met de mededeling dat het een boek in drie delen zou worden. In zijn, in 1968 verschenen, derde deel deelt de auteur in zijn voorwoord mee dat in het derde deel alleen verdelingsvrije variantie-analyse (met iets over covariantie-analyse) zal worden besproken en dat regressie-analyse, discriminant-analyse en multivariate analyse nog onbesproken zijn. Het materiaal, alles van vóór 1958 en soms zeer compact, beslaat in totaal zo'n kleine tweeduizend bladzijden. Verdelingsvrije methoden zijn ruwweg methoden waarbij de geldigheid niet afhangt van de kansverdeling der waarnemingen. Als deze verdeling wel bekend is, is men vaak in staat om toetsen en betrouwbaarheidsgebieden af te leiden welke op deze verdeling gebaseerd zijn. In vele gevallen weet de onderzoeker de vorm van deze verdeling niet, zodat dan statistische technieken nodig zijn welke toepasbaar zijn onafhankelijk van deze verdeling. C. Philip Cox (1968) legt nogal nadruk op verdelingsvrije methoden met de volgende uitspraak, welke ik graag citeer: "nature is under no obligation to provide data completely amenable to the primitive practices of orthodox statistics". Dit neemt niet weg dat er situaties zijn waarbij men voldoende informatie heeft om verantwoord een gewone toetsingsmethode te hanteren. Bovendien zijn er gevallen waarin geen verdelingsvrije toets voorhanden is. Ook uit het oogpunt van kernsplitsing zijn verdelingsvrije methoden van belang. Over deze kernsplitsing schrijft Van Dantzig: "Laat de mathematisch statisticus alleen zijn wiskundig geweten spreken, dan kan hij zijn wetenschap nooit op reële problemen toepassen. Hij moet dan nl. altijd onderstellingen maken, b.v. de onderstelling dat verschillende waarnemingen onderling onafhankelijk zijn of dat bepaalde waarschijnlijkheidsverdelingen in de loop van de tijd onveranderd blijven. Vraagt hij zich dan af, zoals ook Harriët Freezer: "Is dat nu wel zo?", dan luidt het antwoord dikwijls ontkennend of, in het gunstigste geval, weet hij het antwoord niet. Zijn wiskundig of, algemener gesproken, zijn wetenschappelijk geweten zou hem dus verbieden, deze onderstellingen te maken, en zijn antwoord op de gestelde vraag zou bijna altijd moeten luiden: "Ik weet het niet" of "Men kan niets concluderen". De statisticus

heeft echter ook een maatschappelijk geweten, dat hem gebiedt, onderzoekers op velerlei gebied althans zo goed mogelijk te helpen, zij het zonder volstreekte zekerheid, dat zijn conclusies juist zijn. Het maatschappelijk geweten zegt hem dus, niet al te kritisch te zijn, maar genoeg te nemen met een redelijke mate van zekerheid. Hij moet een compromis sluiten tussen zijn wetenschappelijk en maatschappelijk geweten; de statisticus is dus in de kern gespleten: hij lijdt aan "kernsplitsing". Ik zou hieraan toe willen voegen dat verdelingsvrije methoden, waarbij minder veronderstellingen gemaakt behoeven te worden dan bij de gewone methoden, een middel vormen om aan het eventueel lijden aan kernsplitsing van een statisticus een, althans gedeeltelijk, einde te maken. Aan het vergelijken van verdelingsvrije en gewone methoden zijn verschillende aspecten verbonden welke niet zo eenvoudig tegen elkaar af te wegen zijn, zodat een conclusie als "verdelingsvrije methoden zijn beter" in het algemeen niet te trekken is. De efficiëncy hangt in het bijzonder af van de gemaakte veronderstellingen. Verder zijn er verschillende toetsen en methoden voor het construeren van betrouwbaarheidsintervallen welke het mogelijk maken de waarnemingen op snelle en eenvoudige wijze te analyseren, al zal dat vaak een voorlopige analyse zijn. Ook uit didactisch oogpunt zijn verdelingsvrije methoden van belang, omdat zij, althans voor een groot gedeelte, op eenvoudige wijze zijn te presenteren en zeer doorzichtig zijn.

3. *Onderwijs*

Men zegt wel: de kwaliteit van een natie is niet groter dan wat haar onderwijs kan opleveren. Het lijkt dus wel zinvol enige ogenblikken stil te staan bij enkele aspecten van het onderwijs. Misschien hebt u de neiging om hier tegen te werpen dat het wetenschappelijk onderzoek van even groot belang is en dat het dus ook de moeite waard is om daar eens over te praten. Mocht u deze neiging inderdaad hebben, dan ben ik het met deze gedachte volkomen eens. Door gebrek aan tijd genoodzaakt, heb ik slechts een aselechte keuze gemaakt tussen deze twee onderwerpen. De uitdrukking

"onderwijs geven" wil ik, in navolging van prof. Posthumus, verstaan als "begeleiding bij studie en zelfontwikkeling".

"Geschiedenis wordt heden met de dag geschreven". Deze uitspraak wordt nogal eens gedaan met betrekking tot het onderwijs; dit met het oog op de veranderingen die niet bepaald van de lucht zijn. Er wordt veel gesproken en geschreven over structuur en organisatie van het onderwijs. Soms lijkt het wel dat van het huidige onderwijs niets meer deugt. Ik geloof daar niet in. Naar mijn mening is een zekere neiging tot desintegratie en het zich vaak per definitie afzetten tegen de maatschappij en een hiermee samenhangende verscherping van tegenstellingen aan dit verschijnsel van kritiek niet vreemd. Hiermee wil ik niet zeggen dat er niet één en ander veranderd moet worden. Het is voor mij vanzelfsprekend dat aan een instelling van wetenschappelijk onderzoek ook het onderwijs met al zijn aspecten een voortdurend punt van evaluatie en ontwikkeling moet zijn. Het onderzoek van onderwijs en overdracht van kennis begint aarzelend op gang te komen. Het valt buiten de aard van deze beschouwing om hier diep op in te gaan. Ik wil slechts enkele aspecten aanduiden.

Een belangrijk punt (afgezien van het feit dat de stof logisch en helder doorgegeven moet worden) is het afwegen van de hulp die op welke wijze dan ook geboden moet worden. Teveel hulp is net zo verkeerd als te weinig. Het eerste brengt met zich mee dat te weinig aan de student wordt overgelaten. Er is het gevaar dat: "the more we teach, the less they learn". Het tweede brengt met zich mee dat de student weinig of geen vorderingen maakt. Ten aanzien van didactische methoden is het laatste woord nog niet gesproken. In "Onderwijsresearch" van dr. W. Meuwese (1970)* lezen we: "De statistische waarschijnlijkheid dat wanneer hun "methode" ("hun" slaat op onderwijspractici met een lange ervaring) met een andere vergeleken wordt geen verschil wordt gevonden, is bijzonder groot; dat kunnen we nu toch wel veilig stellen Afgemeten naar de gebruikelijke criteria maken verschillen in gebruikelijke onderwijsmethoden waarschijnlijk geen verschil".

* Uitgegeven bij Het Spectrum N.V., Utrecht-Antwerpen.

Afgezien van de statistisch wat vreemde formulering is de conclusie duidelijk. Uit onderwijs aan Amerikaanse colleges aan beginnende studenten is wel gebleken dat o.a. sociale en emotionele verhoudingen binnen de groep en persoonlijkheid van de docent van invloed kunnen zijn.

Het is niet alleen van belang wat men wel en wat men niet zal geven, doch ook het afwegen van de hoeveelheden colleges, voordrachten, practica en voorbeelden is van belang, waarbij de vraag naar voren komt tegen welke criteria men moet afwegen. Eén en ander kan voor de diverse gebieden verschillend uitvallen. Waarom zou één methode optimaal zijn voor alle doelstellingen? Een lastig punt is dat als men verschil vindt tussen twee onderwijsmethoden, niet zonder meer gezegd kan worden aan welke meer fundamentele factoren dit ligt. Vindt men echter niets, dan wil dit nog niet zeggen dat elk van de factoren er niets toe doet. Het is interessant om even een vluchtige blik te slaan op de onderzoeken welke door de groep Onderwijsresearch aan de Technische Hogeschool Eindhoven gedaan zijn. Hierbij werden vijf instructiemethoden beproefd. Nagegaan werd de reproductie en de verwerking van de stof. Een vorderingstoets leverde geen significant resultaat op. Bij "college plus vraagstukken" was de gemiddelde score het hoogst. Wel meende men uit een opdracht tot het maken van een uitgewerkt collegediktaat te kunnen concluderen dat groepsdiscussie leidt tot verwerking van relatief weinig informatie op een wijze welke van relatief hoge kwaliteit is, terwijl de meeste informatie wordt verwerkt door middel van directe informatie-overdracht i.c. in de vorm van het college. Op het onderzoek is veel kritiek mogelijk, zoals dr. Meuwese ook zelf geeft. Een m.i. enige juiste conclusie is dat de resultaten interessant genoeg zijn om over te gaan op een nader onderzoek. Vergelijkt men nu de hoeveelheid kennis van statistische methoden en technieken met het huidige onderwijsprogramma in de statistiek aan de Hogeschool dan is het duidelijk dat het niet zozeer gaat om het inlepen van een aantal technieken. Volledigheid is ten enenmale onbereikbaar, al zou het alleen maar komen doordat er ieder jaar weer nieuwe technieken ontwikkeld worden.

Ik schat de hoeveelheid verdelingsvrije methoden welke hier gegeven wordt op niet meer dan een paar procenten. Het statistisch onderwijsprogramma kan niet meer zijn dan een op zorgvuldig gekozen voorbeelden georiënteerd programma. Vandaar dat de nadruk moet liggen op de statistische gedachtengang bij het analyseren van experimenten en processen, waarbij uiteraard een aantal technieken gepresenteerd moet worden. Het onderwijsprogramma dient een inleiding te zijn tot zelfstandig, kritisch statistisch denken. Verder is het naar mijn oordeel van belang dat de student enig inzicht krijgt in de verschillende terreinen van de statistiek om op deze wijze het hem mogelijk te maken enigermate aan te laten voelen voor welke praktische problemen de statistiek en waarschijnlijkheidsrekening met grote vrucht gebruikt zouden kunnen worden. Verder is het m.i. belangrijk dat naast de statistische gedachtengang gewerkt wordt aan het ontwikkelen van de analytische gedachtengang. Door de studenten regelmatig het oplossingsproces, om via gegevens en voorwaarden te komen tot de beantwoording van de gestelde vraag, te laten doorleven, kan men proberen te bereiken dat zij de problemen die zij later tegenkomen zelfstandig kunnen oplossen. Ik spreek hier van proces omdat het oplossen van een probleem niet een kwestie is van alleen maar kijken naar het probleem tot de oplossing verschijnt. Ik heb diverse malen ervaren dat dit laatste niet tot een oplossing leidt. Wij zullen in de vakgroep Wiskunde voortdurend gezamenlijk bezig moeten zijn met:

- het opstellen, evalueren en herzien van het wiskundepakket
- het evalueren van het onderwijs.

We zullen gezamenlijk moeten zoeken naar die kennis en inzichten welke aansluiten bij de maatschappelijke behoeften waarbij een zekere visie onontbeerlijk is. Voor de opleiding in de wiskundige statistiek zou ik graag drie mogelijke doeleinden aan willen duiden. Het hangt o.m. van de studierichtingen af welk doeleind men voor ogen heeft.

| Als eerste zou ik willen noemen: dat van de afgestudeerden redelijkerwijs verwacht mag worden dat zij in hun dagelijkse onder-

zoekingen statistische problemen als zodanig herkennen en hierover met een statisticus kunnen praten. Zij moeten weten dat zij vaak op professioneel niveau de consequenties van bijvoorbeeld voorgestelde methoden niet kunnen overzien en het raadplegen van een statisticus nodig is. Als tweede: dat zij daarenboven in staat zijn eenvoudige statistische problemen zelf op te lossen. Aangezien zeer zelden twee problemen hetzelfde zijn en wij een onnodige verlenging van de rij der statistische brokkenmakers niet toejuichen, kan men stellen dat om dit te bereiken behalve een goede kennis van eenvoudige technieken een goed inzicht hebben in de statistische gedachtengang noodzakelijk is. Dit houdt dus in dat niet volstaan kan worden met het overhandigen van een receptenboek, in mondelinge of schriftelijke vorm, doch dat een blik achter de schermen, al zal het meestal slechts een vluchtige blik kunnen zijn, noodzakelijk is. Ik citeer uit de inaugurele rede van D.R. Cox in 1961 "The role of statistical methods in science and technology" de volgende woorden: "The view that no two statistical problems are really the same, is expressed in a well-known aphorism: there is no such thing as a routine statistical question, there are only questionable statistical routines. While this is too extreme, it is clear that one main direction in which the subject will develop is by our learning how to incorporate efficiently into statistical analysis special theoretical and other knowledge peculiar to practical applications". Uit het feit dat ik erover gedacht heb, deze rede alleen te laten bestaan uit voornoemd citaat, blijkt wel hoe ik tegenover deze woorden sta. Als derde doeleind zou ik willen noemen dat daarvoor in aanmerking komende studenten na hun afstuderen als statistici kunnen optreden. Door de aard van de aan deze Hogeschool gedoeerde wetenschappen, o.a. landbouw, sociologie, economie, waarvoor de statistiek als hulpwetenschap essentieel is, om redenen welke ik in het begin gegeven heb, acht ik het nodig dat aan het nastreven van dit doeleind meer aandacht besteed wordt.

Aan een gerichte opleiding zal gewerkt worden. De laatste maanden heeft men binnen de vakgroep Wiskunde de mogelijkheid nagegaan

van een speciale studierichting Wiskunde. In deze studierichting zouden de landbouwwetenschappen enerzijds en de wiskundige vakken anderzijds "hand in hand" moeten gaan. In het buitenland is een soortgelijke opleiding op verschillende plaatsen aanwezig, o.a. onder de namen biometrics en experimental statistics. Een vereiste voor het volgen van deze wiskundige studierichting aan de LH is een grote belangstelling voor de vraagstukken uit de verschillende LH-studierichtingen en de wiskundige hulpmiddelen. Deze opleiding zal bijdragen aan een goede communicatie tussen en integratie van landbouw- en wiskundige wetenschappen en aan een efficiënte toepassing van de beschikbare wiskundige en statistische methoden en technieken. Naast de kwaliteitsverbetering in de wiskundige en statistische vakken zal tevens een grotere rationalisatie van de opleidingen aan de universiteiten en hogescholen bewerkstelligd kunnen worden. Ook het onderwijssysteem voor deze categorie van mensen zal onderwerp van onderzoek zijn, teneinde een optimale begeleiding van de studenten te verkrijgen. Helaas gelden nog steeds de woorden van Woodcock (1937) "no educational system will defeat the best student, few systems can help the worst". Ik hoop echter veel te kunnen doen voor degenen die tussen deze twee uitersten inzitten. Zo'n opleiding zal niet alleen de statistische (en andere wiskundige) vakken moeten bevatten doch tevens de mogelijkheid inhouden zich te verdiepen in de richting waarin zijn of haar belangstelling uitgaat, m.a.w. waarin de statistische consultatie later waarschijnlijk zal liggen. Een belangrijk probleem is hoe men de kennis van vooral deze laatstgenoemde statistici op peil kan houden. Ook hier ligt een taak voor de Hogeschool welke door de versnelling in het voortschrijden der wetenschap steeds belangrijker wordt.

Ik ben ervan overtuigd dat de algemene statistische gedachtengang en bepaalde principes een grote plaats moeten innemen, teneinde te bereiken dat de afgestudeerden een positief kritische instelling verkrijgen. Van Socrates wordt wel gezegd dat als iemand iets beweerde, hij reageerde met de vraag: Waarop is dat gegrond, gebaseerd? Dit behoort voor afgestudeerden gemeengoed te worden.

Aan het einde van deze beschouwing wil ik mijn dank uitspreken aan Hare Majesteit de Koningin die mij aan deze Hogeschool heeft willen benoemen.

Het Bestuur van de Landbouwhogeschool wil ik bedanken voor het in mij gestelde vertrouwen. Ik zal het uiterste doen om van het werk in de vakgroep Wiskunde een succes te maken.

Dames en heren van Philips' I.S.A.

Het meer dan zeven jaar werkzaam te zijn geweest in een industrie als Philips is voor mij van bijzondere waarde. Het werken in de groep Statistiek van de I.S.A.-Research is erg plezierig geweest. De wijze waarop u, hooggeachte Heyn, aan onze samenwerking gestalte hebt gegeven, heb ik bijzonder gewaardeerd. Ik hoop in de toekomst, zij het op andere wijze, nog bij te kunnen dragen aan de verbreiding van de statistiek bij Philips.

Hooggeleerde Hamaker

Ik vind het jammer dat ik mijn vervolg van uw werk bij Philips niet verder kan voortzetten. Ik wil u bedanken voor de helaas korte tijd van leerzame samenwerking. Bepaalde uitspraken van u zijn nog als axioma's in mijn geheugen opgeslagen.

Dames en heren van de wetenschappelijke staf van deze Hogeschool

Ik verwacht in de toekomst tot een vruchtbare samenwerking met u te kunnen komen. Het verheugt mij, hooggeachte Corsten, dat er tussen ons reeds een eminente samenwerking en teamgeest is ontstaan. Een prettige bijkomstigheid is dat wij op statistisch en waarschijnlijkheidstheoretisch terrein ongeveer elkaars complement zijn, waarbij jij de ruimte D opspant en ik de residuruimte R. Wat de nulruimte en de dimensies zijn, heb ik nog niet achterhaald, maar dat lossen we nog wel op.

Hooggeleerde Hemelrijk

Reeds bij mijn afscheid van het Mathematisch Centrum in januari 1965 heb ik uiting gegeven aan mijn dank jegens u. Uw scherpzinnige

en opbouwende kritiek heeft bij mij tot beter inzicht geleid en uw inspirerende belangstelling voor verdelingsvrije methoden heeft bij mij geleid tot grote belangstelling voor dit gebied.

Dames en heren studenten

Mocht u onverhoopt eens tegen een moeilijkheid aanlopen dan moet u maar denken dat men waardevolle dingen meestal niet zonder inspanning in handen krijgt. Opbouwende kritiek, ingebed in een wederzijds vertrouwen, zal medewerken aan een optimale begeleiding van mijn kant en een optimale zelfontwikkeling en ontplooiing aan uw kant.

Ik dank u voor uw aandacht.