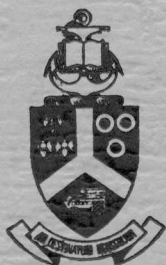


173

STATISTIEK EN DIE STATISTIKUS IN DIENS VAN DIE GEMEENSKAP



STATISTIEK EN DIE STATISTIKUS IN DIENS VAN DIE GEMEENSAP

DEUR

PROF H S SCHOEMAN

Intreerede gelewer op 10 September 1981 by die aanvaarding van die
Professoraat in en Hoofskap van die Departement Statistiek



UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

NUWE REEKS NR. 173 — 1981

ISBN 0 86979 357 8

PRYS: R1,80

Geagte lede van die Raad van die Universiteit van Pretoria,
Geagte meneer die Rektor,
Geagte meneer die Dekaan, Lede van die Senaat en die Administrasie,
Geagte kollegas, familie en vriende,
Geagte dames en here,

Prof M J R Healy van die London School of Hygiene and Tropical Medicine het by geleentheid van sy intreerede gesê⁵

"... I have to confess to a degree of uncertainty concerning the true purpose of an inaugural lecture. At one time I thought it might be an occasion for members of staff to identify the stranger whom they have seen skulking nervously about the premises; but the custom of allowing the new Professor a substantial running-in period has, I hope, made this unnecessary".

Ek wil my aansluit by prof Healy se opmerking, want u gewaardeerde teenwoordigheid as kennis en kollegas bewys vir my dat ek geen vreemdeling is nie. Ek sou kon sê dat my inloop-periode bykans dertig jaar gelede begin het met my verbintenis aan die Universiteit van Pretoria, naamlik toe ek as na-uurse student alhier ingeskryf het. Gedurende hierdie jare het ek die voorreg gehad om baie vriende te kon maak onder die personeel sowel as onder my studente en oudstudente. Ek het ook in die jare as dosent die welwillende samewerking geniet van baie ge-eerde kollegas. Aan u almal, sowel as aan alle persone van buite, familie en vriende, wil ek opreg dankie sê vir u belangstelling in, en teenwoordigheid by hierdie geleentheid.

Vergun my om 'n spesiale woord van dank te rig aan dié dosente wat 'n aandeel gehad het in my akademiese opleiding en vorming. Onder die aanwesiges is daar eerstens prof D J Stoker, wat my promotor was en as sodanig seker die grootste enkele bydrae gelewer het, en teenoor wie ek besondere waardering skuldig is; verder is daar onder andere prof H S Steyn (snr.) wat tans verbonde is aan die Departement van Statistiek en Operasionele Navorsing van UNISA; Prof P J Zietsman van die Departement Wiskunde; en Prof J H van der Merwe van die Departement Fisika. Ek wil ook graag by hierdie geleentheid hulde bring aan wyle prof B de Loor, onder wie ek ook die voorreg gehad het om te kon studeer, en wie vir my 'n besondere voorbeeld en inspirasie was en my belangstelling in die Statistiek grootliks aangewakker het.

Baie dankie ook aan ds Krüger vir die Skriflesing en gebed vanaand. Dit het besondere betekenis gehad.

Laaste, maar nie die minste nie, baie dankie aan my eggenote en kinders vir hulle ondersteuning en bemoediging deur die jare, veral in die lang tydperk van deeltydse studie.

Vergun my vervolgens om by hierdie geleentheid enkele gedagtes met u te wissel oor die rol van Statistiek en die Statistikus in die gemeenskap, met besondere verwysing na dienslewering. Uiteraard is dit 'n baie wye onderwerp wat ek nie naastenby in die tyd tot my beskikking

volledig kan behandel nie. Ek kan slegs 'n paar hoofpunte uitlig wat ek teen 'n akademiese agtergrond vir u wil inkleur.

Ek wil begin deur enkele hoogtepunte in die ontstaan en ontwikkeling van die vak aan u voor te hou. In so 'n oorsig is dit dan seker logies om ten aanvang te vra: Waar kom die woord 'statistiek' vandaan en wat beteken dit?

Die woord 'statistiek' is afgelei van die Latynse woord **status**, wat beteken 'n politieke staat. Dit kom naamlik daarvandaan dat statistiek in sy vroegste vorm 'n politieke wetenskap was in dié sin dat dit gesentreer het om die versameling, die klassifikasie en die vergelyking van numeriese en ander feite wat van staatkundige belang was, soos in die demografie of die ekonomie. In hierdie opsig is statistiek feitlik so oud soos die mensdom self. Ons lees immers in die boek Génesis van die afstammeling van Kain en van Sem, Gam en Jafet — die eerste bekende bevolkingsregisters!; óf in die boek Númeri van die telling van die Israëliete in die woestyn Sinai — een van die vroegste bevolking-sensusse!

Namate die omvang en die volume van die inligting wat versamel is, toegeneem het, het die klassifikasie daarvan ontwikkel in die opstelling van tabelle, meesal van 'n numeriese aard, sodat, in die woorde van W H Kruskal¹⁴ ". . . 'statistics' came to mean the assembly and analysis of numerical tables". Hierdie handeling van die opstelling en analise van tabelle dui op 'n gesistematiseerde werkwyse en metodiek, sodat die woord 'statistiek' vanuit sy ontstaan die betekenis inhou van 'n bepaalde wetenskaplike metode. Algaande is ook na die numeriese inhoud van die tabelle, dit wil sê na die syferwaardes as sodanig, as 'statistiek(e)' verwys.

Die gebruik van die woord het tot ongeveer die middel van die negentiende eeu uitsluitlik in verband gestaan met staatkundige feite, maar sedertdien is dit baie verruim. Met die vordering op wetenskaplike en tegnologiese gebied is die samelewing al hoe meer oorlaai met 'n wye verskeidenheid van waarnemings en metings van die wêreld rondom ons, wat in 'n toenemende mate in numeriese terme uitgedruk is en wat as statistiek(e) bestempel is. Die gebruik van die woord in die sin van syferwaardes is dus ontkoppel van die eng betekenis van staatkundige feite en word vandag algemeen gebruik in die sin van waargenome syfermateriaal van enige aard. Daar bestaan dus, naas demografiese en ekonomiese statistiek, ook statistiek van byvoorbeeld reënval, van verkeersvloei, van taalverskynsels, van sportprestasies, van meningspeilings, van die effektiwiteit van geneesmiddels, ensovoorts. Ja, daar is selfs statistiek van studente-inskrywings en -prestasie!

Daar kan seker met reg veronderstel word dat in die vormingsjare van die jong politieke wetenskap statistiek, die versameling van die tersaaklike feite 'n doel op sigself was. Dit sou nie lank geduur het voordat die versamelaars van die inligting 'n onreëlmatigheid of variasie begin opmerk het in metings van dieselfde verskynsel onder vergelykbare omstandighede nie, soos byvoorbeeld die variasie wat gevind

word in die tempo van bevolkingsaanwas, die sterftesyfer, ekonomiese welvaart, en dergelike. Mettertyd sou hierdie variasie ook duidelik blyk in die bestudering van ander natuurlike verskynsels, soos byvoorbeeld dat die lengtes van al die volwasse mans van 'n spesifieke ras nie dieselfde is nie. (Die vergelykbare omstandighede van waarneming in hierdie geval is natuurlik die feit dat volwasse mans van dieselfde ras in oënskou geneem word). Die aanwesigheid van die variasie sou lei tot uitgebreide empiriese ondersoeke na gedragspatrone in die voorkoms van sulke verskynsels en die ontdekking van statistiese reëlmaat en frekwensieverdelings. Statistiese reëlmaat verwys naamlik na die stabiliteit waarmee 'n bepaalde uitkoms in 'n lang reeks waarnemings voorkom. So byvoorbeeld blyk dat die neiging bestaan dat mans van 'n spesifieke lengte altyd in dieselfde verhouding, of persentasie, van gevalle voorkom. 'n Frekwensieverdeling, daarenteen, dui aan met watter frekwensies die verskillende uitkomste realiseer. Die frekwensieverdeling van die lengtes van volwasse mans toon byvoorbeeld lae frekwensies teenoor kort lengtes, met 'n geleidelike toename in die frekwensies namate die lengte toeneem en dan weer 'n afname in die frekwensies as die lengte nog verder toeneem. Op grond van die statistiese reëlmaat herhaal hierdie patroon sigself in herhaalde studies van dieselfde verskynsel.

Die beginsels van reëlmaat in die voorkoms van die verskillende moontlike uitkomste van 'n herhaalbare kansgebeurtenis, soos byvoorbeeld dat elk van die syfers 1, 2, 3, 4, 5 of 6 naastenby eweveel keer voorkom in 'n lang reeks van werpe met 'n gebalanseerde dobbelsteen, is reeds deur Galileo (1620) opgemerk. Dit is egter eers vanaf die negentiende eeu dat die reëlmaat in die voorkoms van natuurlike verskynsels bestudeer is deur veral de Moivre, wat 'n studie gemaak het van die demografie en die versekeringswese; Simpson, wat die eerste was om die verdeling van 'n kontinue veranderlike te beskou; en die twee wiskundiges Laplace en Gauss wat teen die agtergrond van die eksaktheid van die wiskunde na 'n wiskundige verklaring vir die variasie gesoek het. In sy beskouing het Gauss byvoorbeeld uitgegaan van die veronderstelling dat daar 'n suiwer waarde onderliggend aan elke empiriese verdeling was (byvoorbeeld 'n suiwer lengte van volwasse mans) en dat die doelwit van waarneming was om dié suiwer waarde te bepaal. Afwykings van die suiwer waarde is as 'foute' beskou wat die variasie, en dus ook die verdeling, veroorsaak het. Dit het gelei tot sy ontdekking van die normaalverdeling wat tereg vandag as die belangrikste verdeling in die statistiek beskou kan word.

Die aanvaarding van die bestaan van 'n reëlmatige verdeling as 'n natuurlike verskynsel het eers in die negentiende eeu gekom toe veral Quetelet, Galton en Pearson aangetoon het dat talle empiriese verskynsels natuurlike frekwensieverdelings besit het. Gedurende hierdie tydperk het dit dan ook baie duidelik geword dat daar eerder na die eienskappe van die verdeling van 'n stel waarnemings as geheel gekyk moes word, in plaas van na die individuele waardes. Verskillende beskrywende maatstawwe soos gemiddeldes, spreidingskoeffisiënte, in-

dekse, en andere, is derhalwe ontwikkel om 'n stel waarnemings, of 'n verdeling, in een of ander bepaalde opsig mee op te som. Hiermee is 'n baie belangrike deurbraak in die ontwikkeling van die vak Statistiek gemaak, naamlik dat die bestaan van variasie in die voorkoms van natuurlike verskynsels wetenskaplik erken is, en dat dit ook gemeet kon word.

Die kenmerke van variasie in die uitkomste van herhaalde waarnemings van 'n empiriese verskynsel onder identiese omstandighede, en die voorkoms van statistiese reëlmaat in die verdeling van sodanige waarnemings, sou later blyk die karakteristieke eienskappe te wees van die klas van sogenaamde nie-deterministiese verskynsels wat sigself tot statistiese analise leen.

In hierdie gang van die geskiedenis bemark ons algaande die ontwikkeling van 'n eiiesoortige wetenskaplike metodologie vir die sinvolle ontleding en vertolking van die waarnemings van empiriese verskynsels. Dié metodologie het toepassing gevind in 'n verskeidenheid van dissiplines soos die demografie, die ekonomie, die biologie, die sosiologie, die metereologie, en selfs in die taalkunde. Verdélings van die voorkoms van onbeklemtoonde verseindes is byvoorbeeld gebruik om sommige van Shakespeare se dramas te dateer, terwyl frekwensieverdelings van die gebruik van verskillende woorde gebruik is om vas te stel of 'n bepaalde manuskrip met 'n spesifieke skrywer geassosieer kon word of nie. Van 'n selfstandige vakwetenskap Statistiek was daar egter op hierdie stadium nog geen sprake nie.

Vir die hedendaagse statistikus staan die konsepte van 'n frekwensieverdeling, of 'n relatiewe frekwensieverdeling, en 'n waarskynlikheidsverdeling in direkte verband met mekaar. Histories was dit egter nie die geval nie. Die waarskynlikheidsbegrip het heeltemal onafhanklik ontwikkel en dit het etlike eeue geduur voordat dit in die distribusieleer toepassing gevind het.

Die gebruik van 'n waarskynlikheidsmodel kan in beginsel ook teruggevoer word tot die Ou Testamentiese tyd toe daar van die metode van loting, wat in wese 'n kansmeganisme is, gebruik gemaak was as 'n prosedure om God se beslissing oor 'n saak, soos die aanwys van 'n persoon, aan die mens bekend te maak. Weliswaar was daar in hierdie verband nie geglo aan die toevalligheid van 'n uitkoms nie, óf dat alle moontlike uitkomste ewe waarskynlik was nie. Die feit is egter dat die metode van loting bestaan het uit 'n proses van trapsgewyse eliminasié, byvoorbeeld van persone, waarby in elke rondte van beslissing daar twee moontlike uitkomste was wat volgens die handeling wat plaasgevind het wel ewe waarskynlik kon realiseer.

Vanaf die vroegste tyd het die mens ook gedobbel met primitiewe instrumente. Opgrawings in Egipte het byvoorbeeld aan die lig gebring dat 'dolosse' (Engels: huckle bones) so vroeg as 3500 jaar vC reeds gebruik was as dobbelstene. Desondanks wil dit voorkom asof die Grieke en Romeine of ander Europese volke gedurende die middel-eeue nog geen duidelike begrip van enige kanswette gehad het nie.

Die eerste bydraes in hierdie verband het in die sestiende eeu gekom van die wiskundige en fisikus Cardano, asook van Galileo aan die begin van die sewentiende eeu, maar dit was eintlik eers in die korrespondensie tussen Pascal en Fermat in die middel van die sewentiende eeu en die daaropvolgende publikasies van Huygens (1657) en Bernoulli (1713) dat die grondslae van die moderne waarskynlikheidsrekening gelê is.

Die vertraging in die ontwikkeling van 'n waarskynlikheidsteorie, ten spyte van die reëlmaat wat dobbelaars oor baie eeue opgemerk het in die voorkoms van bepaalde gebeurtenisse, moet waarskynlik verklaar word deur veral die streng godsdienstige opvattings van die tyd. Vir die Christelike beskawing het alle dinge deur God se wil geskied, en was dit ondenkbaar, ja eintlik godslasterlik om te kon redeneer, dat die uitkomst van gebeurtenisse deur kanswette bepaal kon word. Ons glo vandag nog aan die Goddelike bestiering, maar in die wetenskaplike wêreld is daar ook verskynsels met 'n natuurlike inherente variasie in die uitkomst of realiserings wat dit oplewer en wat suksesvol deur een of ander waarskynlikheidsmodel beskryf kan word. Dit was eers nadat die bestaan van sulke nie-deterministiese verskynsels as natuurlike verskynsels besef en aanvaar is, dat die waarskynlikheidsleer 'n bestaansreg verwerf het. Nadat die eerste grondslae gelê is, het die teorie dan ook met rasse skrede ontwikkel in en deur die bydraes uit 'n verskeidenheid toegepaste wetenskappe. So byvoorbeeld was daar de Moivre se bydrae op die gebied van die aktuariële wese; Laplace wat sekere verskynsels in die sonnestelsel probeer verklaar het uitgaande van 'n waarskynlikheidsbeskouing van die beweging van planetêre liggame; Condorcet wat 'n studie gemaak het van die onderskeie uitslae wat deur middel van verskillende stemprosedures verkry kon word; Mendell wat sekere genetiese oorerflikheidswette in terme van waarskynlikhede kon verklaar; ensovoorts. Dit is interessant om daarop te let dat van die grootste bydraes tot die ontwikkeling van die waarskynlikheidsteorie in die negentiende en twintigste eeue van Russiese wetenskaplikes afkomstig was.

Soos uit die genoemde voorbeelde blyk, is die toepassing van waarskynlikheidsrekening baie uiteenlopend. Interessantheidshalwe kan genoem word dat die eerste bekende geval waar waarskynlikheidsberekening as getuie in 'n Britse hof gebruik is, dié is van 'n hofsak van 1868 waarin 'n professor van Harvard getuig het dat die waarskynlikheid om 'n bepaalde handtekening presies te dupliseer, $0,376 \times 10^{-21}$ is. In 'n ander saak, ook in Brittanje in 1915, waarin dit gegaan het oor sekere tikkarakteristieke van 'n tikmasjien, was byvoorbeeld bereken dat die waarskynlikheid $0,25 \times 10^{-9}$ was dat die aangeklaagde sekere woorde tot 'n dokument kon toevoeg het. Kyk (19).

Die koppeling tussen die klassieke waarskynlikheidsteorie en frekwensieverdelings het nie op 'n spesifieke tydstip in die geskiedenis plaasgevind nie. Dit het gaandeweg ontplooi in die konstruksie van waarskynlikheidsmodelle vir die verklaring en voorspelling van die uitkomst by die waarneming van nie-deterministiese verskynsels. In die ver-

wewing van die waarskynlikheidsteorie en die frekwensieteorie is die grondslag gelê vir die ontwikkeling van die moderne wiskundige statistiek as 'n selfstandige wetenskap.

In die ontwikkelingsgang van die vak kan nie nagelaat word nie om die wesentlike bydrae te beklemtoon wat gekom het van die bestudering van die versekeringswese en veral lewensversekering. Hierdie ontwikkeling het ook heeltemal onafhanklik geskied en behalwe vir sekere fundamentele bydraes van Bernoulli en de Moivre, is die baanbrekerswerk gedoen deur Graunt en Petty met die opstel van die eerste lewenstabelle in die sewentiende eeu. Deur die daaropvolgende sistematiese bestudering van empiriese frekwensieverdelings van byvoorbeeld lewensverwagting, oorsake van dood, verhouding van die twee geslagte, ensovoorts, en die konstruksie van gepaste waarskynlikheidsmodelle vir die voorspelling van die risiko's op dergelike gebeurlikhede, is die grondslag gelê vir die moderne aktuariële wiskunde.

Sedert die begin van die eeu het die vak wêreldwyd fenomenaal ontwikkel deur die bydraes van onder meer Galton, Edgeworth, Pearson, Yule, Fisher, Gosset en Wishart in Engeland; Borel en Lévy in Frankryk; Markoff, Liapounoff, Khintchine en Kolmogoroff in Rusland; Charlier en Cramér in Swede; Kapteyn in Holland; Gini en Pareto in Italië; Hotelling, Wilks en Wald in die VSA; Roy en Bose in Indië; en nog talle meer. Verskillende vakgebiede is ontplooi soos meerveranderlike teorie, steekproefteorie, skattings- en toetsingsteorie, proefontwerp, variasie-analise, tydreeksanalise, stogastiese prosesse, kwaliteitskontrole, toestaanteorie, beslissingsteorie, ekonometrie, sekweniële analise, verdelingsvrye metodes, Bayes-inferensie, ensovoorts, ensovoorts. Die variasie en reëlmaat in die voorkoms van nie-deterministiese verskynsels kon in toenemende mate suksesvol deur die statistiek, wat nou tot 'n selfstandige wetenskap ontwikkel het, beskryf en verklaar word. Dit is interessant om te weet dat die metodes van streekproefinspeksie en kwaliteitskontrole wat gedurende die tweede wêreldoorlog in die VSA ontwikkel is vir gehaltebeheer van krygsproduksies, so suksesvol was dat dit op daardie stadium hoogs vertroulike inligting was. Kendall¹¹ som die ontwikkeling en deurbrake van die vak in die afgelope dekades baie treffend op as hy skryf: "Life was as mysterious as ever, but it was found to obey laws. . . . Statistical science . . . was a new instrument for the exploration of the living world . . . at the close of World War II the subject transcended all national boundaries and had become one of the accepted disciplines of the scientific, technological and industrial worlds".

Uit die geskiedenis blyk dit dat die vak Statistiek nie 'n unieke oorsprong gehad het nie, maar dat dit ontstaan het uit die samevloeiing van 'n kern van verenigbare syferkundige en wiskundige tegnieke wat oor 'n wye front van dissiplines ontwikkel is vir die verwerking en vertolking van empiriese data. Kendall¹¹ sê: "In retrospect it almost seems as if every phase of human life and every science has contributed something of importance to the subject". Die gemeenskaplike element in die

bydraes was die feit dat die metodiek telkens gesentreer het om die ontleding en interpretasie van die waarnemings van nie-deterministiese verskynsels. Die vakwetenskap Statistiek sou dus bestempel kon word as 'n metodologie vir die bestudering en vertolking van die waarnemings van nie-deterministiese verskynsels. Naas die syferkundige betekenis van die woord 'statistiek' word dit ook gebruik in die sin van die vakwetenskap Statistiek.

Statistiek het uit die gemeenskap ontwikkel ten behoeve van die gemeenskap. As hierby in ag geneem word dat die sentrale gedagte van 'n universiteit, volgens 'n ontleding van ons geagte vise-rector, prof DM Joubert⁸, teruggevoer kan word tot die jaar 1000 nC met die vestiging in Europa van die begrip **stadium generale**: "'n Studerende gemeenskap ten behoeve van die algemene gemeenskap", dan is dit gepas dat statistiek aan 'n universiteit bestudeer sal word, dat die beoefening van die vak hier sal begin en dat dit sal uitkring tot 'n diens aan die gemeenskap. Die moderne universiteit is immers steeds 'n gemeenskapsgewortelde universiteit wat nog altyd staan in die teken van bogemelde beginsel. Dit blyk tereg uit die definisie van die doelstelling van die moderne universiteit wat ons geagte rector, prof EM Hamman, per geleentheid gegee het, naamlik⁴: "diens aan die gemeenskap deur effektiewe diens aan sy studente in die vorm van die beoefening van die wetenskap en die oordra van kennis".

Uitgaande van hierdie definisie is daar vir my drie duidelike doelwitte wat in 'n akademiese departement van Statistiek nagestreef moet word, naamlik **beoefening van die wetenskap**, die **oordra van kennis** en **dienslewering aan die gemeenskap**. Vervolgens wil ek dan enkele gedagtes met u wissel oor elk van hierdie doelwitte.

Beoefening van die wetenskap beteken letterlik om die wetenskap in oefening te bring, om gedurig daarmee besig te wees en om deur herhaalde omgang daarmee besonder bekwaam te word. Dit is die beeld wat deur die dosent uitgedra moet word, wat met die departement ge-identifiseer moet word en wat die inspirasie vir die vak by die student moet ontlok. Ek noem vir u drie opsigte waardeur hierdie beoefening van die wetenskap gestalte verkry.

Ten eerste vereis dit 'n akademiese instudering van die vak; die verwerving, verryking en ontdekking van kennis; 'n bestudering van die vak in al sy verskyningsvorme deur raadpleging van gedokumenteerde inligting en deur persoonlike waarneming en sintese. Gesamentlik moet dit kulmineer in 'n behendigheid en vaardigheid in die hantering en bediening van die wetenskap. Dit stel aan die vakkundige die hoë eis om op hoogte te bly met die ontwikkeling van die vak, tesame met 'n kritiese oplettendheid ten opsigte van die toepassing en die gebruik daarvan. Vir die doel van literatuurstudie speel 'n goeie biblioteekdiens ter "verkryging, ontsluiting, berging en beskikbaarstelling van geakumuleerde en nuutvrygestelde inligting en kennis" (Gerryts³) 'n baie belangrike rol. Dit mag u interesseer om te weet dat ons eie Merensky-Biblioteek in 1980 benaderd 1 600 statistiekbande op die rak gehad het, en dat vir 46 statistiektydskrifte ingeteken was. Kendall¹⁰ het in 1975

geskat dat daar jaarliks ver meer as 'n duisend artikels in statistiese tydskrifte verskyn, waarvan die meeste in Engels is. Vandag is dit seker maklik dubbel dié getal. Dit gee enigsins 'n aanduiding van die volume vakkennis wat 'n statistikus teoreties behoort te absorbeer, maar nie naastenby kan vermag nie.

Tweedens is daar die beoefening van navorsing. Ek wil beweer dat 'n student sy vak eers werklik in diepte leer ken en verstaan deur navorsing in die vak te doen. Dit is immers in hierdie proses dat daar tot die grondslae van die vak deurgedring moet word en dat onderskei moet word tussen wat wetenskaplik en wat nie-wetenskaplik is. Dit is hier waar nuwe kennis ontgin en die vak gebou word. Navorsing kweek navorsing en ontsluit altyd nuwe vergesigte en toekomstmoontlikhede vir die ontplooiing van die vak. Dit is moeitevolle arbeid, maar tegelyk 'n gawe wat God aan die mens, as die kroon van die skepping, gegee het om met sy verstandelike vermoë die wetenskap te kan ondersoek en enigsins ontrafel. Deur literatuurstudie word oorsig verkry; deur navorsing word insig en wysheid verkry, en dit maak uiteindelik van die leerling 'n meester. Prof P A P Moran het per geleentheid ten opsigte van navorsing gesê¹⁵ ". . . research has another value — knowledge dignifies the human mind. . . . It is good in itself to know, to learn and to expand knowledge. It is even better to expand understanding". En dit is presies wat met navorsing bereik word.

Derdens is daar gesprekvoering en wisseling van gedagtes met kollegas, wat veral gestalte vind in die vorming van studiegroepe, die lewering van voordragte tydens simposia of seminare, publikasies en deelname aan die aktiwiteite van vakkundige verenigings. In laasgenoemde verband bied veral die Suid-Afrikaanse Statistiese Vereniging op eie bodem die geleentheid tot deelname. Van 'n klein begin met 32 stigterslede in 1953 het die Vereniging gegroei tot 'n ledetal van 267 in 1980. Die eerste konferensie van die Vereniging is in Oktober 1959 gehou, en sedertdien is dit 'n jaarlikse instelling wat reeds deur talle besoekende buitelandse statistici van naam bygewoon is. Hierdeur het die Vereniging 'n baie belangrike bydrae gelewer tot die bevordering van die kommunikasie van ons plaaslike statistiese gemeenskap met die buitewêreld. Sedert 1967 gee die Vereniging ook sy eie tydskrif uit wat internasionale erkenning geniet.

Vervolgens enkele gedagtes met betrekking tot die **oordra van kennis**, waarmee bedoel word vakkundige opleiding en algemene voorligting aan belanghebbendes. Ek noem weer vir u drie hoofpunte wat hierby ter sprake kom.

Ten eerste is daar die formele opleiding van studente. Dit begin met vakonderrig wat prof Van der Stoep beskryf as¹⁸ "die meedeling van 'n geslote kennisgebied, die inoefening van tegniese handelswyses, dit wil sê die aanbieding van 'n afgemete totaal aan bestaande kennis en vaardighede wat vir die een of ander doel nodig is". Van baie studente word, uit hoofde van die vereistes wat deur ander dissiplines gestel word, slegs 'n mindere of meerdere mate van onderrig in die statistiese metodologie vereis. Opleiding op voorgraadse vlak, sowel as

statistiese dienskursusse, is duidelike onderrigsaangeleenthede, waarin die klem hoofsaaklik val op die versameling van kennis eerder as ontdekking van kennis, en waarby die studiewerk van studente ook meer bepaald reprodutief van aard is. Hierdie tipe van opleiding maak nog nie van die student 'n statistikus nie, omdat dit slegs oriënterend, inleidend en voorbereidend is.

Om statistikus te word, is 'n beroepskeuse met die eis van akademiese studie en navorsing. Dié opleiding lê op nagraadse vlak, waar studente, in die woorde van prof Van der Schijff¹⁷ in besonder ". . . ingelei word in die vermoë tot selfstandige studie deur gebruik te maak . . . van vakbronne, vakwerktuie en tegnieke, sodat hulle 'n kritiese ingesteldheid teenoor wetenskaplike standpunte kan ontwikkel. Hiermee saam kom . . . ook die aankweek van 'n lewensbeskouing wat gebaseer is op geroopenheid, en wat sy manifestasie vind in toewyding en diensvaardigheid aan die gemeenskap en sy roeping".

'n Baie belangrike aspek in die opleiding van 'n statistikus is dat die student in die loop van sy opleiding met die praktyk in aanraking gebring moet word. Prof Stoker het tereg per geleentheid opgemerk¹⁶: ". . . dit is juis die vermoë van 'n statistikus om sy vak in die praktyk te kan toepas wat van hom 'n statistikus maak". Ruimte vir genoegsame oefening met die hantering van statistiese ontledingstegnieke, sowel as vir statistiese konsultasie onder toesig, moet in die opleidingsprogram voorsien word. Die vraag kan selfs gestel word of dit nie as 'n vereiste behoort te geld dat 'n statistikus eers 'n periode van "internskap" of "vakleerlingskap" moet voltooi alvorens hy kwalifiseer nie.

'n Tweede belangrike saak in die opleidingsprogram is dat kurrikula ontwerp moet word om aan te pas by die behoeftes van die betrokke studente. Vir die potensiële nagraadse student en navorser in statistiek is dit byvoorbeeld noodsaaklik om in die voorgraadse onderrig 'n goeie wiskundig-statistiese fondament te lê, terwyl dit byvoorbeeld nie ter sake is in 'n dienskursus oor statistiese metodologie vir mediese navorsers nie. Hiermee word geensins geïmpliseer dat statistiese dienskursusse minderwaardig is nie. In teendeel het dit in die regte milieu en met 'n toepaslike kurrikulum baie waarde om die gebruiker van statistiek te oriënteer ten opsigte van die grondslae en toepassing van die vak. Die behoefte vir 'n mindere of meerdere mate van onderrig in Statistiek aan studente uit ander dissiplines word dan ook oral toeneemend ondervind. Prof O Kempthorne het byvoorbeeld onlangs gesê⁹ ". . . a modern society needs statistical ideas and methods to an almost incredible extent. Every citizen uses and is subjected to statistics, and the growth of teaching of statistics has been a response to human and social needs".

Kurrikula moet ook voortdurend beskou en in die lig van veranderde behoeftes aangepas word. Die dosent moet homself vergewis of dit wat hy in sy kursus aanbied vir die studente relevant is; meer belangrik egter is om te weet wat hy **nie** aanbied nie en wat wel belangrik is.

In die derde plek moet doelbewuste pogings aangewend word om statistiese kennis aan die algemene publiek oor te dra. Dit geskied nie in 'n formele onderrigssituasie nie, maar is eerder 'n opvoedings- of voorligtingstaak wat daarop toegespits moet wees om die logika van die vak aan die gemeenskap te verkoop. Een beproefde metode is om, wanneer die geleentheid hom voordoen, die aandag van die publiek te vestig op misleidende bewerings, soos byvoorbeeld in die volgende advertensie²:

**Dr X se middel help uitstekend vir skilfers!
Indien dit nie vir u werk nie, stuur ons u
geld onmiddellik terug! Dit is reeds deur
meer as 'n halfmiljoen mense beproef, en
slegs in 1% van die gevalle het dit nie gewerk
nie en het mense hulle geld teruggeëis.**

Die misleidende bewering is dat die persentasie kliënte wat hulle geld teruggeëis het, gebruik word as 'n skatting van die persentasie gevalle waarin die middel nie gewerk het nie. Anders gestel, gee die advertensie te kenne dat die middel in 99% van die gevalle doeltreffend is. Met 'n relatief goedkoop produk soos 'n middel vir skilfers, is dit seker moontlik dat sommige kliënte vir wie die middel nie gehelp het nie, nie die moeite sou gedoen het om hulle geld terug te eis nie, sodat die 1%, tensy anders bewys, 'n onderskatting is van die persentasie gevalle waarin die middel nie gehelp het nie, en die 99% 'n oorskotting is van die persentasie gevalle waarin dit wel gehelp het.

Aansluitend hierby kan ek nie nalaat nie om spottenderwys 'n opmerking te maak oor die cliché dat statistiek as 'n vorm van leuen gebruik kan word. Ek doen dit in die woorde van Stephen Leacock wat gesê het²: "In earlier times they had no statistics, and so they had to fall back on lies. Hence the huge exaggerations of primitive literature — giants, or miracles, or wonders! They did it with lies and we do it with statistics; but it is all the same".

Om terug te keer tot die opvoedingstaak aan die publiek, kan statistiese konsepte reeds op skool op 'n lae vlak ingevoer word. Ter illustrasie bespreek Hooke⁶ die eenvoudige voorbeeld van die vergelyking van twee populasies wat oorvleuel. Die opmerking sou in die klas gemaak kon word dat mans langer as dames is, waarop 'n leerling sou kon antwoord dat dit nie waar is nie, want hy ken 'n egpaar waar die vrou langer as haar man is. Hierop sou die onderwyser dan kon uitbrei en aantoon dat in teenstelling met die suiwer wiskunde waar 'n bewering sonder uitsondering moet geld om waar te wees, dit in statistiek nie die geval is nie. 'n Statistiese bewering is 'n bewering wat in die algemeen waar is, maar ten opsigte waarvan daar tog uitsonderings moontlik is.

Die derde doelwit wat in 'n akademiese departement van Statistiek nagestreef moet word, is dié van **diens aan die gemeenskap**. Fundamenteel beskou is daar twee kernbestanddele in die samestelling van 'n akademiese departement, naamlik eerstens 'n vakdisipline wat onder-

skeibaar is van ander dissiplines en wat selfstandig bedryf moet word, en tweedens 'n personeel wat geskool is in die betrokke vakdissipline en in staat is om dit te bedryf. Waar daar dus sprake is van diens aan die gemeenskap, spreek dit vanself dat sowel die vak as die vakkundige, in ons geval dus statistiek en statistikus, betrokke moet wees.

Statistiek is by uitstek 'n dienswetenskap wat nie in 'n vakuum net ter wille van sigself kan bestaan nie. Prof MW Browne het byvoorbeeld in sy presidensiële rede voor die Suid-Afrikaanse Statistiese Vereniging in 1978 gesê: "... statistics . . . is a body of knowledge which is entirely application orientated. Thus statistics, unlike other disciplines, is not self-sustaining, and its reason for existence is to provide a service to other disciplines". Die diensaspek van die vak as sodanig lê daarin dat dit 'n bydrae kan lewer tot die wetenskaplike beplanning van navorsingsondersoeke, en dat dit 'n metodiek bied vir die analise en interpretasie van die ingesamelde inligting. Hoe diensbaar die vak ookal is, sal die waarde daarvan vir die wetenskap verlore gaan sonder die persoon van die statistikus wat die toepassings met bedrewenheid kan implementeer. Dat daar 'n hoë premie geplaas word op die integriteit van die statistikus, sy vakkundige bekwaamheid en wetenskaplike eerlikheid, sy onpartydigheid en sy vermoë om probleme en mense te hanteer en werk van hoogstaande gehalte te lewer, lei geen twyfel nie. Aan die anderkant moet ook besef word dat statistici maar net gewone mense met beperkte vermoëns is. Ek kan egter byvoeg dat dié statistici wat ek ken, almal mense is wat te alle tye bereid is om net hulle beste te lewer in belang van die bevordering van hulle vak deur die handhawing van 'n hoë standaard van opleiding en dienslewering.

Dit lê op die weg van 'n akademiese departement van Statistiek om 'n statistiese konsultasiediens te lewer. Vanselfsprekend behoort die eerste prioriteit te wees om in die behoeftes van studente en navorsers aan die Universiteit te voorsien, alvorens aandag geskenk sou word aan die uitbreiding van so 'n diens na buite. In die geval van ons eie departement is daar deur die vérsiendheid, die ywer en die entoesiasme van my voorganger, prof DJ Stoker, in 1975 oorgegaan tot die instelling van so 'n diens aan die Universiteit van Pretoria. Aanvanklik was die aanvraag gering, maar dit het toenemend gegroei en in 1980 is advies bedien ten opsigte van 150 projekte afkomstig uit 41 Departemente, Buro's en Institute wat verteenwoordigend was van 9 uit die 12 Fakulteite aan die Universiteit. Konsultasie vorm tans 'n integrale deel van die werksaamhede in die Departement en lewer 'n wesentlike bydrae tot die bevordering van navorsing wat in ander dissiplines aan die Universiteit van Pretoria gedoen word.

Opleiding en konsultasie is twee ewe belangrike bedryfsfunksies van 'n akademiese departement van Statistiek, waarmee rekening gehou moet word in die personeelvoorsiening en verskaffing van fasiliteite. Die dienste van elke akademiese personeellid behoort, verbandhoudend met sy/haar belangstellingsveld, die vlak van opleiding wat bereik is, en persoonlikheid, in 'n mindere of meerdere mate, verdeel te word tussen dié twee funksies. Net so nodig as wat die teoretikus is vir die

ontwikkeling van die vak, is die konsultant vir die bevordering van die toepassings en implementering daarvan. Die waarde van die konsultant word baie treffend deur prof Moran belig as hy skryf¹⁵: "There is a group of people whom we may call statistical consultants who are very expert in practical statistical inference and devote most of their time to helping other people. Very often they do not have the type of mind which is interested in theoretical research. They bear the same kind of relationship to the theoretician that the skilled surgeon does to the medical researcher — and they are worth their weight in gold".

Die funksies van opleiding en konsultasie hou beide verband met, en stimuleer navorsing in die vak, hetsy in 'n teoretiese (dit is wiskundig statistiese-) rigting, of in 'n toegepaste rigting. In 'n onlangse verslag van 'n komitee van die American Statistical Association wat die opleiding van statistici vir die nywerheid ondersoek het²⁰, word die baie treffende beeld gebruik dat die vier funksies van opleiding, konsultasie, teoretiese navorsing en toegepaste navorsing die vier hoekpunte van 'n prisma vorm. Elke hoekpunt is verbind met alle ander hoekpunte, dit wil sê daar is 'n wisselwerking tussen elk van hierdie funksies en al die ander funksies.

Die rol van die konsultant of statistikus is om navorsers te bedien met statistiese advies ten opsigte van die beplanning van 'n navorsings-ondersoek, die insameling van die data, analise en interpretasie van die resultate en die voorbereiding van die finale verslag. Die statistikus moet nie as 'n buitestaander tot 'n navorsingsprogram beskou word nie, maar behoort 'n lid van elke navorsingspan te wees. Een van die belangrikste probleme wat hier oorbrug moet word, is dié van kommunikasie tussen die statistikus en die navorser in dié sin dat elkeen iets van die ander se "taal" moet leer verstaan. Gemeenskaplike gesprekvoering in beide rigtings, sonder dat die een die ander se dissipline hoef te bemeester. Om sulke betrekkings op te bou, is in die reël 'n langtermynprojek waarin kontinuiteit van die medewerkers 'n baie belangrike faktor is.

Teen die agtergrond van die ontsettende groot volume van statistiese metodes wat daar vandag bestaan vir data-analises, verg dit van die statistikus kundigheid en goeie insig in 'n konsultasieprobleem om te weet welke metode die korrekte is vir 'n spesifieke omstandigheid. Hierdie wysheid word grootliks deur ervaring verwerf, en daarom behoort 'n statistikus in die loop van sy opleiding die geleentheid gebied te word om deel te neem aan konsultasie en moet hy/sy ook doelbewuste voorligting en leiding in hierdie verband ontvang. 'n Opmerking van Kimball in 1977¹², naamlik dat graduandi in statistiek meesal goed opgelei is vir teoretiese navorsing, maar ontoereikend voorberei is vir konsultasie, is seker nie altyd onvanpas nie. Volgens hom kan daar in die hantering van 'n konsultasie 'n fout van die derde soort gemaak word, wat hy definieer as "giving the right answer to the wrong problem". Dit is naamlik wanneer die statistiese konsultant 'n verkeerde model of oplossingsmetode vir 'n probleem kies, maar dan wel die analise korrek deurvoer. Volgens Kimball word dit basies ver-

oorsaak deur tekortkominge in die kommunikasie tussen konsultant en navorser. Dit mag byvoorbeeld gebeur dat die navorser sy probleem nie volledig in perspektief stel nie omdat hy nie die statistikus se tyd wil mors nie, of omdat hy nalaat om belangrike inligting te verstrek. Die statistikus aan die ander kant mag sekere feite as vanselfsprekend aanvaar of versuim om op hoogte te kom met alle aspekte van die probleem.

Vir die uitvoering van statistiese analises is die rekenaar vandag 'n onontbeerlike hulpmiddel. Groot hoeveelhede data kan in 'n kwessie van sekondes ontleed word, en dit bowendien deur middel van prosedures wat andersins baie lang en ingewikkelde handberekenings sou vereis, soos byvoorbeeld in meer veranderlike analises of nie-lineêre krommepassing. Groot skaalse simulasiestudies het moontlik geword, grafiese voorstellings word met behulp van die rekenaar gedoen, en daar bestaan selfs gerieflike interaktiewe programme vir die hantering van 'n verskeidenheid van probleme. Dit is dan ook nie verrassend nie, dat daar onlangs 'n artikel verskyn het onder die opskrif "The Computer as a Statistical Consultant"⁷ waarin die moontlikhede beredeneer word van die gebruik van 'n interaktiewe rekenaarprogram vir 'n statistiese konsultasie. Die rekenaar sou aan die navorser 'n reeks vrae stel en uit die antwoorde wat ingesleutel word, sou die rekenaar dan die uiteindelige aangewese statistiese prosedure vir die onderhawige probleem formuleer. Die slotsom waartoe die outeur kom is egter die volgende: "In conclusion it is apparent that the computer is limited in what it can do . . . The computer will lack the ability of the consultant to talk around a subject in order to clarify exactly what the experimenter requires. The computer will in no way replace the function of the experienced consultant whose initiative and ability for illuminating the unnoticed and potentially interesting aspects of a problem often lead to important scientific discoveries". Ons leef dus nog nie in die eeu waar die rekenaar die statistikus kan vervang nie — van ander profesies weet ek nie!

In hierdie verband moet ek daarop wys dat opleiding in Statistiek en in Rekenaarwetenskap hand-aan-hand gaan. Die statistikus het die rekenaar as hulpmiddel nodig om die rekenwerk te doen, en die rekenaarwetenskaplike het die Statistiek nodig om te weet welke analise(s) in 'n bepaalde omstandigheid uitgevoer mag word. Die mode wat sommige navorsers het om regstreeks na 'n rekenaarcentrum te gaan en 'n bepaalde statistiese analise aan te vra sonder dat 'n statistikus vooraf geraadpleeg is, moet ten sterkste afgekeur word. Foute van die derde soort kan baie maklik langs hierdie weg begaan word. Van die statistikus kan weliswaar nie verwag word om in te staan vir die fisiese uitvoering van alle analises nie, en die hulp van 'n rekenaarcentrum moet dikwels hiertoe verkry word. Die oplossing vir die doeltreffende hanteling van die probleem lê in die effektiewe skakeling tussen die navorser, die statistikus en die rekenaarcentrum.

Met hierdie gedagtes, en in die tyd tot my beskikking, het ek probeer om aan u te demonstreer dat die vakwetenskap Statistiek en die per-

soon van die statistikus 'n plek het om vol te staan in die gemeenskap. In die geskiedenis was dit nog altyd so, en in die kompleksiteit van ons hedendaagse samelewing waar die neiging is om alles te kwantifiseer, is dit die statistikus se taak om te waak oor die suiwer en korrekte hantering en vertolking van data. In alle fasette van die lewe is statistici mede-verantwoordelik vir toekomsbesluite wat geneem word, en wat bepalend is vir die lewensomstandighede van môre en oormôre. Ek hoef u maar net te herinner aan toekomsprojeksies van byvoorbeeld demografiese veranderings, energiebehoefte, voedseltekorte, minerale reserwes, ensovoorts.

Dit is nie 'n ongewone verskynsel nie, dat wanneer universiteitsdepartemente statistiekposte adverteer, geen aansoeke, of geen geskikte aansoeke, ontvang word nie. Dit geld veral in die kategorie van senior poste. Bewens die dilemma wat dit vir 'n departement skep, openbaar dit darem vir my dié verblydende teken dat statistici in toenemende mate in ons land buite 'n akademiese verband in diens geneem word, soos ons ook terdeë bewus is. Dit bewys onteenseglik die waarde van statistiek vir die praktyk en die gemeenskap. Die statistici wat ons oplei is steeds in aanvraag. Ons mag egter nie uit die oog verloor nie, dat gepaard met die ontwikkeling op wetenskaplike en tegnologiese gebied, daar ook altyd hoër en uitdagender eise aan die statistikus, sy bekwaamheid en sy vermoë, gestel sal word, en hiermee sal voortdurend rekening gehou moet word in die opleidingsprogramme. Ons grootste uitdaging tans is om genoeg studente te werf vir nagraadse opleiding ten einde in die heersende tekort en toekomstige behoeftes aan statistici te voorsien.

As wetenskap het die vak Statistiek vir my 'n besondere bekoring, omdat dit 'n mens aanspreek in 'n besondere taal. Dit bring 'n mens naamlik tot die ontdekking van 'n wetmatigheid en ordelikheid in die oënskynlik chaotiese variasie wat daar in die waarneming van alledaagse natuurlike verskynsels aangetref word. Dit toon dat die waarnemings nie in isolasie gesien en beoordeel moet word nie, maar in die geheel en in samehang ten einde die natuurwet wat dit uitspel, te identifiseer. Enersyds bewys dit vir ons die wonder van die volmaaktheid en die ordelikheid van die skepping, en andersyds het dit vir my as wetenskaplike geleer om ook nie die skommeling van die lewe uit verband te ruk en in isolasie te beskou nie, maar om dieper te delf en raak te sien dat hierdie belewenisse vir my 'n lewenswet bepaal wat ek moet nakom as deel van 'n volmaakte skeppingsplan. Dit het vir my in baie opsigte perspektief, aanvaarding en stabiliteit in die lewe gebring.

Ek vat saam en sluit af met die woorde van die Amerikaanse Senator William Proxmire wat gesê het¹³: "I think statistics are the greatest bargain we have, and the most important kind of service we can get if we are going to have any wisdom . . ."

Meneer die Rektor, ek wil graag deur u my opregte dank en waardering teenoor die Raad van die Universiteit van Pretoria betuig vir die vertroue wat hulle in my gestel het deur die leeropdrag wat aan my

toevertrou is en wat ek met erkentlikheid aanvaar. Ek sal my, vir solank ek in hierdie diens staan, beywer vir die bevordering van die onderwysfunksie, die navorsingsfunksie en die konsultasiefunksie van die Departement Statistiek in belang van ons studente en die gemeenskap wat ons dien. Dit is nie 'n taak wat ek alleen kan vermag nie, maar waarvoor ek die steun sal nodig hê van 'n lojale departementele personeel soos die huidige, vir wie ek net die hoogste agting en waardering het. Dit is dan ook nie my departement waaraan ons sal bou nie, maar ons departement. In biddende opsien sal ek steeds daarna streef om te alle tye my beste dienste te lewer en getrou te bly aan die leuse van ons Universiteit: **Ad destinatum persequor.**

Ek dank u vir u aandaag.

SYNOPSIS

During the course of many centuries Statistics has developed from a political science concerned with the analysis of facts about the State, to a mathematical science for studying the observations of non-deterministic phenomena. Almost all empirical sciences contributed something of importance to the subject so that, historically, statistics developed out of the community for the needs of the community.

In an academic department of Statistics there are three mayor aims namely the practice of the science, the transfer of knowledge and service to the community. The value of the subject lies in the contribution that it renders to the design of scientific investigations and the provision of a methodology for the analysis and interpretation of the results of such investigations. As a consultant the statistician also plays an important role in the advancement of research in other disciplines. As far as the subject itself is concerned, there exists an interaction between teaching, consultation, theoretical research and applied research. In all walks of life statisticians are co-responsible for future forecasts which will affect the quality of life of the community.

BRONNELYS:

- 1 Browne, M W (1978). Kyk verwysing in Fellingham, S A (1980): **Statistics and Research: The Statistician's role and responsibility**, Nuusbrief van die Suid-Afrikaanse Statistiese Vereniging, Desember 1980.
- 2 Campbell, S K (1974): **Flaws and Fallacies in Statistical Thinking**, Prentice-Hall.
- 3 Gerrys, E D (1980): **Die Biblioteekdiens en Akademiese Onderrig**, U P-Dosent, Jaargang 1, nr 1, p 41-53.
- 1 Hamman, E M (1978): **Openingsrede tydens Dosentekursus 1978**, Publikasies van die Universiteit van Pretoria, Nuwe reeks nr 131-1978, p 4-7.
- 5 Healy, M J R (1979): **Does Medical Statistics Exist?** Bulletin in Applied Statistics, Vol 6, nr 2, p 137-182.
- 6 Hooke, R (1980): **Getting People to Use Statistics Properly**. The American Statistician, Vol 34, nr 1, p 39-42.
- 7 Jones, B (1980): **The Computer as a Statistical Consultant**, Bulletin in Applied Statistics, Vol 7, nr 2, p 168-195.
- 8 Joubert, D M (1980): **Die Toekomst van die Universiteit: Uitbouing van die Onderrigtaak**, Openbare Fakulteitslesing, Universiteit van Pretoria.
- 9 Kempthorne, O (1980): **The Teaching of Statistics: Content Versus Form**, The American Statistician, Vol 34, nr 1, p 17-21.
- 10 Kendall, M G (1977): **Statisticians — Production and Consumption**, The American Statistician, Vol 30, nr 2 p 49-53.
- 11 Kendall, M G (1977): **The History of Statistical Method**, International Encyclopedia of Statistics, W H Kruskal and J M Tanur Ed, The Free Press, New York, p 1093-1101.
- 12 Kimball, A W (1957): **Errors of the Third Kind in Statistical Consulting**, Journal of the American Statistical Association, Vol 52, nr 278, p 133-142.
- 13 Kruskal, W H (1974): **The Ubiquity of Statistics**, The American Statistician, Vol 20, nr 1, p 3-6.
- 14 Kruskal, W H (1977): **Statistics: The Field**, International Encyclopedia of Statistics, W H Kruskal and J M Tanur Ed, The Free Press, New York, p 1071-1093.
- 15 Moran, P A P (1975): **What Should a Professor of Statistics do?** Australian Journal of Statistics, Vol 17, nr 3, p 121-133.
- 16 Stoker, D J (1963): **Die Statistiese Prosedure: Teorie en Praktijk**, (Professorale Intreerede) Publikasies van die Universiteit van Pretoria, Nuwe reeks nr 21.
- 17 Van der Schijff, H P (1974): **Praktiese Aspekte van Universiteitsonderrig**, Dosentekursus 1974, Publikasies van die Universiteit van Pretoria, Nuwe reeks nr 86-1974, p 24-36.
- 18 Van der Stoep, F (1973): **Die Opleiding en Akademiese Studie van die Student aan die Moderne Universiteit**, Dosentekursus 1973, Publikasies van die Universiteit van Pretoria, Nuwe reeks nr 80-1973.
- 19 Van Matre, J en Clark W N (1976): **The Statistician as Expert Witness**, The American Statistician, Vol 30, nr 1, p 2-5.
- 20 A Publication of the American Statistical Association (1980): **Preparing Statisticians for Careers in Industry: Report of the A S A Section on Statistical Education, Committee on Training of Statisticians for Industry**, The American Statistician, Vol 34, nr 2, p 65-75.