

Universiteit van Pretoria

# WETMATIGHEID EN MEGANIESE INGENIEURSWESE

TUK 621.0711  
HAARHOFF

# **WETMATIGHEID EN MEGANIESE INGENIEURSWESE**

**deur**

**PROF. P.C. HAARHOFF**

Intreerede gelewer op 27 Oktober 1983 by die aanvaarding van die Professoraat in en Hoofskap van die Departement Meganiese Ingenieurswese, aan die Universiteit van Pretoria.



My grootouers, van wie ek party geken het, is meer as 'n honderd jaar gelede gebore, en ek hoop om nog eendag kleinkinders van my te ken wat oor 'n honderd jaar van nou sal lewe.

In hierdie kort tyd van tweehonderd jaar het en sal die wêreld geweldige veranderinge ondergaan — veranderinge wat so groot is dat die mense van 1880 meer tuis sou wees in die vroeë beskawings van 'n paar duisend jaar voor Christus as in die beskawing van die jaar 2080.

## **Die eerste en tweede omwentelings**

Die mensdom het nog net een keer tevore 'n vergelykbare tegnologiese omwenteling beleef, en dit was in die vierde millennium voor Christus, toe eers die pottebakkerswiel gekom het en daarna die voertuigwiel; toe begin is om die pakesel, die oskar en die seilskip te gebruik, en toe metallurgie ontwikkel is. Die belangrikste nalatenskap van hierdie kultuur was die vestiging van landbou. Deur die kuns van besproeiing te bemeester, is die grondslag gelê vir die grootste ingenieursprestasie van die eerste beskawing — die skepping van die land Sumerië uit die moerasse van die laer Tigris- en Eufraatriviere, in die gebied wat later Persië sou word.

Op 'n foto wat geneem is tydens die eerste reis na die maan, vanaf 'n punt halfpad tussen die aarde en die maan, sien mens die Tigris-Eufraatvallei, waar Sumerië geleë was. Dit was omtrent so groot soos die Vrystaat, en die beskawing, soos ons die begrip ken, het hier begin, ongeveer drie duisend jaar voor Christus. Teen die jaar 2 500 v.C. het die vallei amper 'n honderd keer meer voedsel gelewer as tevore. Op dieselfde foto sien mens Egipte, waar die beskawing ietwat later gekom het, toe die moerasse van die Nyldelta herwin is, en die noorde van Indië, waar die Indusvallei nog later herwin is.

Vir ons, wat tans te midde van die tweede groot tegnologiese omwenteling staan, is daar baie te leer uit die eerste groot omwenteling, in die Later Steentyperk. Hoe meer mens daaroor lees, hoe treffender word die analogieë.

Mens kom af op 'n foto van die wêreld se oudste skip, wat 4 500 jaar gelede in Egipte gebou is, en dan op 'n foto van die wêreld se eerste vliegtuig wat met sonkrag aangedryf word. Dan sien mens 'n klein Sumeriese tablet uit sowat 3 500 v.C., met 'n voorbeeld van die oudste skrif, en jy vergelyk dit met 'n plaat wat aangebring is op die eerste ruimtetuig wat die sonnestelsel verlaat het.

Mens kan nie anders as om weer eens onder die besef te kom van wat Arnold Toynbee noem "the arduousness of excellence" nie. Dit is slegs deur die uiterste inspanning dat die natuur getem kan word om 'n beskawing te onderhou, en dit is slegs deur die uiterste inspanning dat 'n beskawing, as dit eers

gevestig is, in stand gehou kan word. Wat vandag besig is om in Afrika te gebeur, is genoeg getuienis hiervan.

Die eerste beskawings was 'n direkte gevolg en uitvloeisel van tegnologiese vooruitgang. Dis die tegnologie wat sosiale ontwikkeling voorafgegaan en gestimuleer het, en nie andersom nie. Die herwinning van besproeiingsgrond was 'n ontsaglike taak wat nuwe vereistes aan die sosiale orde gestel het. Dit is insiggewend dat in beide Sumerië en Egipte die herwinde grond behoort het aan 'n god, en dat hierdie god verteenwoordig is deur ekonomiese en politieke instellings onder die beheer van 'n heersende minderheidsgroep.

Hierdie sosiale vooruitgang, vanaf sowat 3 000 v.C., het sy hoogtepunt bereik in die twee millennia tussen 1 300 v.C. en 700 n.C., toe die hoër godsdienste van die wêreld gevestig is. Lank voor hierdie tyd het tegnologiese vooruitgang egter tot stilstand gekom, terwyl die mensdom verdiep geraak het in die sosiale uitdaginge wat deur die tegnologie geskep is.

Dit is dan die hoop vir die toekoms en die uitdaging wat ons uit die verlede kan put — dat die huidige tegnologiese golf weer eens die basis sal vorm vir ontsaglike sosiale en morele vooruitgang deurdat dit die mens sal bevry van die daaglikse stryd om die bestaan, en terselfdertyd eise aan hom sal stel wat hom sal dwing om sy energie in nuwe kanale te stuur.

Ons sal sien dat die tegnoloog, veral in die eerste fases van hierdie omwenteling, 'n besondere rol kan vervul.

## **Wetmatigheid**

Die vraag waarvoor ons nou te staan kom, is hoe die mens in die algemeen, en die tegnoloog in die besonder, sy werk en sy lewe moet reël tot die grootste voordeel van die individu en die samelewing.

Die Sjinese het hulself 'n paar millennia lank besig gehou met hierdie vraag, en Lin Yutang wys daarop dat dit vir 'n Sjinees nie voldoende is as 'n standpunt logies korrek is nie — dit moet ook in ooreenstemming met die menslike natuur wees.

Volgens hom is die Sjinese woord vir "redelikheid" *ch'ingli*, wat uit twee elemente bestaan: *ch'ing*, wat die menslike natuur aandui, die plooibare, menslike element, en *li*, wat 'n hoër rede verteenwoordig, die onveranderlike wet van die heelal. Om redelik te wees vereis 'n huwelik van twee elemente, wat ons kan noem die aarde en die hemel — net die aarde of net die hemel is nie voldoende nie.

Daar is 'n Afrikaanse woord wat hierdie begrip goed oordra, en dit is die woord

“wetmatigheid”. Dit is ’n woord wat nie baie goed begryp word nie, en in talle woordeboeke verskyn dit nie eers nie. Die *Nasionale Woordeboek* van De Villiers, Smuts en Eksteen bevat miskien die beste omskrywing daarvan, naamlik “volgens die natuurlike reëls, natuurwette”. Die HAT definieer dit as “in ooreenstemming met die (natuur)wette”, maar die woord “natuur” verskyn in hakies, en ek hou daarvan om te dink dat hulle aangevoel het dat hier iets meer op die spel is as wette wat die gedrag van materie bepaal — dat dit wette is wat die hemel vir die aarde gemaak het.

Die huidige tegnologiese omwenteling is gegrond op wetenskaplike vooruitgang, en hierdie vooruitgang het gekom toe daar aan een en net een voorwaarde voldoen is: die wetenskap is gegrond op eksperimentele waarneming, en mense het begin kyk watter reëls God gemaak het om die gang van dinge te reël, eerder as om te probeer uitwerk watter reëls God behoort te gemaak het. In die woorde van een van Newton se briewe: “For the best and safest method of philosophizing seems to be, first diligently to investigate the properties of things, and establish them by experiment, and then to seek hypotheses to explain them”.

Copernicus se model van die sonnestelsel, met die son as middelpunt van die planeete se bane, is reeds drie eeue voor Christus deur Aristarchus van Samos gepostuleer, en teen die tweede eeu na Christus het die wetenskaplikes in Alexandrië astronomiese gegewens met verbasende akkuraatheid daargestel. Al die inligting was beskikbaar, maar die korrekte model vir die sonnestelsel kon nie onderskei word van al die ander, foutiewe, modelle nie. Eers vyftien eeue na Christus, toe daar ’n vasberadenheid was om die wetmatigheid in die natuur te peil, is ware vordering gemaak.

In die sosiale wetenskappe het dit nog nie juis mode geword om werklik te probeer vasstel watter wette die gang van die mens bepaal nie. Daar is eerder ’n neiging om self strukture saam te stel sonder om die wetmatigheid daarvan te probeer toets, of dit nou in Iran is of in Zimbabwe of in Suid-Afrika.

Dis nie moeilik om talle voorbeelde aan te haal nie, maar kom ons kyk na een bepaalde geval.

Kommunisme is tog op baie logiese argumente gebou, deur mense wat bo alles idealiste was en die beste vir die mensdom begeer het. Dit is tog nie wenslik dat sommige mense in armoede moet leef terwyl ander in baie groot oorfloed leef nie, en as hierdie welvaart boonop van geslag tot geslag deur erflatings oorgedra word, is daar nog meer rede om die stelsel te verwerp. Hierdie argumente is, op die oog af, logies, maar daar is net een probleem — die stelsel werk nie in die praktyk nie, want dis nie wetmatig nie. Wat ookal die gebreke van die vrye ondernemingstelsel mag wees, lei dit na groter welvaart

vir die bevolking as geheel.

Oor ander gevalle mag daar dalk minder eenstemmigheid wees, maar dit sou 'n geweldige vooruitgang wees om dinge te kon beoordeel deur telkens te vra, "Is dit wetmatig?" en dan noukeurig te let op die uitsprake van die praktyk.

Daarom het ek dit goed gedink om te praat, nie net oor meganiese ingenieurswese nie, maar oor twee dinge, meganiese ingenieurswese en wetmatigheid. Gelukkig sluit hierdie onderwerpe goed by mekaar aan, want die meganiese ingenieur leef na aan die natuur, soos die jagter, wat voor die eerste omwenteling daar was, en die landbouer, wat daarna gekom het. Jy kan 'n vliegtuig sterk genoeg maak, maar so swaar dat hy nie kan opstyg nie, of lig genoeg, maar so swak dat die vlerke afbreek. Maar die meganiese ingenieur moet vliegtuie bou wat vlieg en hou, en die natuur betoon nie veel genade as jy 'n pad wil loop wat bots met sy wetmatighede nie.

Daarom sal dit miskien vir u interessant wees om vir 'n rukkie te kyk hoedat een bepaalde groepie meganiese ingenieurs, wat afstam van jagters en landbouers, werk en leef en hulself organiseer, want as sulke groepe, regoor die wêreld, die ware grondslae van hul vakke kon oordra na die samelewing om hulle, kan hulle die tweede sosiale omwenteling begin.

### **Die Departement Meganiese Ingenieurswese**

Die finalejaarsklas van die Departement Meganiese Ingenieurswese bestaan tans uit sowat 65 vierdejaarstudente. Die studentegetalle het heelwat toegeneem, want daar is tans amper 500 voor- en nagraadse studente, terwyl daar vyf jaar gelede net omtrent die helfte hiervan was. Die opleiding word behartig deur 26 dosente en ander personeellede.

Die Departement is eers deur een man bestuur, maar vroeg in 1983 is daar besluit dat dit eintlik 'n organisme is, en nie 'n organisasie nie, en die werk wat een man gedoen het, is toe tussen sowat ses persone verdeel, elk waarvan verantwoordelikheid aanvaar vir een aspek van die administrasie.

Twee en 'n half jaar gelede het die Departement, soos baie ander universiteitsdepartemente in die land, met 'n ernstige probleem geworstel, en dit is dat dit feitlik geen van die vooraanstaande kundiges uit die praktyk na die universiteit kon trek nie.

Dit is 'n ou tradisie dat die volgende geslag opgevoed word deur van die beste mense van die huidige geslag, en 'n volk wat dit nie doen nie, behaal net soveel sukses as 'n volk wat sy kinders deur bediendes laat grootmaak. Dit is 'n wetmatige tradisie. Plato en Aristoteles was opvoeders. Dis 'n trotse tradisie.

Die universiteite wat agt honderd jaar gelede in Europa tot stand gekom het — die universiteite van Parys, Oxford, Bologna, Cambridge — is in hierdie tradisie gevestig.

Maar in hierdie land het dinge, veral na die Tweede Wêreldoorlog, anders ontwikkel. Die kundiges is saamgevoeg in organisasies, meestal staatsorganisasies, buite die universiteite, en die vergoedingstruktuur van die universiteite het net hierdie proses verhaas.

Die oplossing wat ons gevind het, is dat dosente ontwikkelingswerk doen wat voortspruit uit die praktyk, uit die nywerheid, en dat hierdie werk beide hulle navorsingstaak en die privaatpraktyk waarop hulle geregtig is, omvat. Deur so gesofistikeerde werk van aktuele belang te verrig, verbreed die dosent sy kennis, lewer hy 'n waardevolle diens aan die gemeenskap en kan hy sy studente oplei om te voldoen aan die vereistes van die praktyk. Terselfdertyd kan hy projekte vir nagraadse studente skep en fondse bekom waarmee salarisse tot op mededingende vlakke aangevul kan word.

Wetmatigheid is 'n saambindende faktor, en die meganiese ingenieurs wat sulke werk wou onderneem, het gou besluit om hulle gewig in te gooi by die Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese (LGI), wat deur prof. Louis van Biljon en sy kollegas van die Departement Elektroniese Ingenieurswese tot stand gebring is.

In LGI val die klem daarop dat projekte van aktuele belang binne begroting en betyds voltooi word. Daar word gekonsentreer op projekte wat nie deur die gewone raadgevende ingenieur uitgevoer kan word nie.

Om 'n beeld van die organisasie te verkry, is dit nodig om na 'n paar gegewens te kyk. Daar is tans sowat 60 persone verbonde aan LGI, as konsultante en as voltydse werknemers, met 'n jaarlikse omset van sowat R2 miljoen. Ongeveer 80% van die inkomste word gebruik vir die salarisse van voltydse personeel, om toerusting aan te koop en vir oorsese beurse, terwyl 20% aangewend word vir die aanvulling van dosente se salarisse. Meganiese ingenieurswese verteenwoordig sowat 'n derde van die totale aktiwiteit, en die meeste van die projekte is tans op die een of ander wyse aan die krygstuignywerheid gekoppel, alhoewel al hoe meer werk vir ander nywerheidsektore gedoen word.

Die Laboratorium word gesubsidieer deur die firma Barlow Rand, wat in die eerste jaar 'n miljoen rand bygedra het, deur bemiddeling van mnr. C.S. Barlow, maar tans R250 000 per jaar bydra. Hiervan word R100 000 per jaar aan die Universiteit van Pretoria betaal, vir die gebruik van universiteitsfasiliteite, en die ander fondse word gebruik om die gaping tussen die inkomste en die uitgawe te oorbrug.

Is hierdie aktiwiteit wetmatig? Gelukkig is dit nie nodig om so 'n vraag ooit met lang redenasies en 'n omslagtige betoog te beantwoord nie, want "aan hulle vrugte sal julle hulle ken". Mens kyk na die praktyk se uitspraak.

Vyf van die sewentien dosente van die Departement het in die laaste twee jaar daarby aangesluit, en hierdie mense is van die room van die organisasies waaruit hulle kom.

Daar was vanjaar nege mense, werksaam op die vierde vloer van die toringblok vir Ingenieurswese, wat hoër grade verwerf het of besig was met studie vir hoër grade. Heelwat van hulle was dosente, want ons moet eers die dosente se kwalifikasies regkry. Een van die nege was afkomstig uit verlede jaar se vierdejaarklas.

In 1984 sal agt meganiese ingenieurs van 1983 se vierdejaarklas by ons aansluit om voltyds aan meestersgrade te kom werk. Vir die meeste van hulle kon ons beurse vind, en vir die res hoop ons om self beurse te gee. LGI bestee ook jaarliks R100 000 aan die ondersteuning van studente wat besig is met doktorsgrade aan oorsese universiteite.

'n Baie belangrike besluit wat geneem is, is om LGI se aktiwiteite in meganiese ingenieurswese aanvanklik op een breë veld toe te spits, naamlik op toegepaste meganika, om so 'n groep van kritieke massa te kon vorm. Deur velde soos warmte-oordrag en lugdinamika vir eers te laat links lê en te konsentreer op sterkteleer, dinamika en verwante gebiede, kon elkeen deel vorm van 'n groep wat mekaar se werk verstaan en kon bevorder. Dit was nie 'n maklike besluit nie, want verskeie mense moes van navorsingsveld ver-ander, maar dit het goeie dividende afgewerp.

Mens kan die proses wat besig is om plaas te vind, illustreer deur te kyk na 'n massa wat onder aan 'n veer hang en kan ossilleer. As die bopunt van die veer met 'n sekere frekwensie en 'n sekere amplitude aangedryf word, is daar twee voorwaardes waarop 'n groot ossillasie-amplitude verkry kan word. Die dempingsfaktor moet klein wees en die frekwensie van die veer moet reg ingestel wees.

Vir organisasies en mense geld dieselfde twee vereistes — mens moenie 'n blok aan jou been hê wat jou terughou nie, en dit is nodig om reg ingestel te wees teenoor jou omgewing, om daardie resonansieproses te kry waarna mens soek.

In sy verhouding met organisasies buite die Universiteit streef die Departement hierdie resonansie na, en dit word weerspieël in die skenkings wat sulke organisasies in die afgelope vier jaar aan die Departement gedoen het.



In 1980 het dr. Johan Marais saam met mnr. Danie Kok van die Buro vir Openbare Betrekkinge 'n aantal organisasies vir skenkings vir 'n vermoedheids-toetsmasjien genader. AECI het toe R20 000 bygedra, waarna Sasol R40 000 en Yskor R25 000 geskenk het. Ander organisasies het R8 000 geskenk, en die Universiteit het toe die oorblywende R40 000 bygedra.

In die volgende jaar het ons Sasol genader met 'n voorstel vir 'n goed toegeruste laboratorium waarvan die vermoedheidsmasjien die kern sou vorm. Hulle het R270 000 aan ons geskenk, en die Sasollaboratorium vir Toegepaste Meganika het tot stand gekom. In 1982 het ons Ukor genooi om hulle gewig by ons in te gooi wat gesofistikeerde aspekte van sterkte leer betref. Hulle het toe R100 000 se toerusting na ons oorgeplaas. Terselfdertyd het hulle, saam met AECI, dit moontlik gemaak om 'n senior lektoraat te omkep in 'n professoraat in Materiaalsterkte.

Aan die begin van 1983 het ons na die Universiteit toe gegaan en vir hulle gesê: "As julle vir ons geld gee vir 'n groot betonblok wat op vere staan, met sy bo-punt gelyk met die laboratoriumvloer, sodat ons groot stukke toerusting kan skud sonder om die res van die Universiteit uitmekaar te skud, dan glo ons dat Krygkor vir ons geld sal gee vir die skudtoerusting". Die Universiteit het toe die vloer gegee, en Krygkor het 'n eerste bydrae van R140 000 vir verdere toerusting gemaak.

Op hierdie stadium wou ons bitter graag 'n gesofistikeerde stelsel vir vibrasie- en dinamiese analise hê, maar dit sou sowat R250 000 kos saam met al die programmatuur. Ons het toe vir die agente gesê: "Kyk, al die studente gaan met die stelsel werk en dan gaan hulle binne 'n paar jaar by hulle werkplek een bestel — dis uitstekende advertensie". Op die ou end kon ons die toerusting vir R80 000 kry, maar daar was nie 'n borg nie en LGI het dit toe self gekoop.

Só is byna 'n miljoen rand vir toegepaste meganika en die professoraat in Materiaalsterkte verkry.

Ons het egter ook 'n stelsel vir rekenaarondersteunde ontwerp en vervaardiging baie nodig gehad, en het weer eens die vervaardiger oorreed om dit aan ons teen halfprys te lewer. Sowat R45 000 is ingesamel, van Haggie Rand, Yskor en ander organisasies, en LGI het toe R70 000 bygedra om die noodsaaklikste komponente solank aan te koop.

In hierdie stadium het ons teruggegaan na Sasol en vir hulle gesê: "Ons het nou die toerusting om pragtige werk te doen oor voertuigenieurswese. Kyk ook wat het ons gedoen met die tien talente wat julle ons gegee het." Hulle het toe vir ons R650 000 gegee vir 'n leerstoel in Voertuigenieurswese.

Hierdie veldtog vir toerusting en poste duur nog steeds voort, want hoewel R2

miljoen baie geld is, is daar eintlik veel meer nodig as mens die Departement werklik goed wil toerus. Ons glo dat ons die verdere fondse sal vind omdat die donateurs sien dat hulle geld baie goed benut word.

In die lig van die voorafgaande kan ons nou kyk na die weg vorentoe.

### **Die weg vorentoe**

Net soos die landbou en die nywerheid in Suid-Afrika alleen kan floreer binne 'n stelsel van vrye mededinging, kan navorsing en ontwikkeling ook net onder sulke omstandighede werklik tot hulle reg kom.

Die staat het 'n baie belangrike funksie, en dit is om aktiwiteite te koördineer en te bevorder, soos die Nywerheidsontwikkelingskorporasie en die Kleinsakeontwikkelingskorporasie byvoorbeeld doen. Waar 'n aktiwiteit aanvanklik te groot is vir die privaatsektor om aan te pak, soos kernkrag of brandstofsintese, is die staat natuurlik verplig om dit te onderneem, maar dan is dit ook 'n vereiste vir sukses dat sulke ondernemings op die vrye ondernemingslees geskoei word, en byvoorbeeld as korporasies funksioneer.

Krygkor het tot dusver 'n ontsaglike bydrae gelewer tot die uitbouing van gesofistikeerde nywerhede in Suid-Afrika. Terselfdertyd sien hulle die universiteite as die natuurlike sentra vir navorsing en ontwikkeling, en is hulle aktief besig met die vestiging van kundighedsentra by die universiteite. Sulke sentra is blootgestel aan die nywerheidsdissipline, want daar is 'n mate van kompetisie tussen hulle, en as hulle nie goeie werk lewer nie, ontvang hulle nie verdere steun nie.

Ook ander nywerhede en staatskorporasies steun hierdie gedagte sterk. Hiervan getuig die steun wat hierdie en ander Departemente ontvang het van firmas soos Barlow Rand, Sasol, Ukor, AECI en Yskor.

Die proses van kundighedsvestiging by universiteite word tans gekortwiek deur direkte kompetisie vanaf juis dié instansies wat die opbouproses behoort te bevorder. Sulke kompetisie kan gesond wees, maar dan behoort dit regverdig te wees en op vrye mededinging te berus.

Vir opleiding, wat net soos navorsing en ontwikkeling altyd in 'n kleiner of groter mate van 'n subsidie afhanklik sal wees, het die staat 'n uitstekende resep gevind. Opleidingsprogramme word tans deur die nywerhede self gereël, en mits hulle aan sekere voorwaardes voldoen, ontvang hulle 'n subsidie.

Gestel dat iemand, of dit nou Krygkor of Barlow Rand of Landbou-ingenieurswese is, 'n probleem opgelos wil hê en gestel dat die Staat aan hom sou sê:

“Gaan kyk wie kan jou die beste diens bied teen die billikste koste, en kyk maar gerus versigtig, want dit is jy wat vir hierdie diens gaan betaal. Maar vir elke R100 wat jy vir navorsing en ontwikkeling betaal, sal ons R40 of R50 of R60, na die geval mag wees, bysit”. As die beskikbare fondse só bestee sou word, sou ons nie dalk veel meer bereik as wat tans die geval is nie? Dan kon alle organisasies mos om hierdie fondse meeding!

Miskien is ek besig om ’n verkeerde ding te doen, en dit is om resepte te gee, wat selde ’n goeie ding is. Beskou hierdie uiteensetting maar asseblief as een moontlike werkswyse wat wetmatig mag wees.

Die Sjinese se soektog na wetmatigheid het in die sesde eeu voor Christus ’n boek opgelewer, die Tao Te Ching, waarvan daar ongeveer vyftig vertalings in Engels is, meer as enige ander boek behalwe miskien die Bybel. Daarin waar- sku hulle juis teen vaste resepte. Die eerste strofe lui:

*Die weg wat beskryf kan word, is nie die onveranderlike weg nie,  
Die name wat genoem kan word, is nie onveranderlike name nie.*

Daar is tans in elke organisasie mense wat ’n wetmatige pad probeer loop en daar is ook in elke organisasie onwetmatige dinge.

In die jare wat voorlê, gaan daar nog skerp meningsverskille voorkom. Laat ons elke man probeer ondersteun wat wetmatigheid bevorder, en laat ons die verskille probeer beperk tot spesifieke sake, sodat ons goed kan saamwerk wanneer ons die dag saamstem. En laat ons gerus versigtig luister wanneer onwetmatighede in ons eie organisasie aan ons uitgewys word.

## **SYNOPSIS**

*The first technological revolution, in the fourth millennium BC, was followed by immense social progress. The second revolution, which is now taking place, could lead to an even greater development in the human sciences, by setting men free from their daily struggle for existence while simultaneously exacting high social standards. Natural law — the “marriage between the ways of heaven and the ways of earth” of the Chinese — represents a route to such progress. In natural science and technology, natural law demands that conclusions be based on observation rather than speculation. The social sciences would do well to follow this example.*

*The activities of the Department of Mechanical Engineering at the University of Pretoria are discussed in the light of the above.*

*The Department participates in the work of the Laboratory for Advanced Engineering, which was founded by the Department of Electronics Engineering. Leading engineers are drawn to the University by encouraging development work for industry, thus creating a stimulating environment and relevant training programmes while generating funds for subvention of salaries to realistic levels.*

*This approach has proved very fruitful and is supported by industry and state corporations, who have contributed close to R2 million to the Department in the past few years.*

*The establishment of technology centres at universities is at present being hampered by direct competition with those instances who should be encouraging their development. A free-enterprise approach to research and development in the R. S. A. may be far healthier than the approach now followed.*

*All efforts to improve research and development as well as education should, however, be supported, provided they are in accord with natural law.*

## PUBLIKASIES IN DIE REEKS VAN DIE UNIVERSITEIT

- 1 "Gids by die voorbereiding van wetenskaplike geskrifte" — Dr P C Coetzee
- 2 "Die Aard van Wese van Sielkundige Pedagogiek" — Prof B F Nel
- 3 "Die Toenemende belangrikheid van Afrika" — Adv E H Louw
- 4 "Op die Drumpel van die Atoomeeu" — Prof J H v d Merwe
- 5 "Livestock Philosophy" — Prof J C Bonsma
- 6 "The Interaction Between Environment and Heredity" — Prof J C Bonsma
- 7 "Verrigtinge van die eerste kongres van die Suid-Afrikaanse Genetiese Vereniging" — Julie 1985
- 8 "Aspekte van die Prysbeheersingspolitiek in Suid-Afrika na 1948" — Prof H J J Reynders
- 9 "Suiwelbereiding as Studieveld" — Prof S H Lombard
- 10 "Die toepassing van fisiologie by die bestryding van Insekte" — Prof J J Matthee
- 11 "The Problem of Methaemoglobinaemia in man with special reference to poisoning with nitrates and nitrites in infants and children" — Prof D G Steyn
- 12 "The Trace Elements of the Rocks of the Bushveld Igneous Complex", Part 1 — Dr C J Liebenberg
- 13 "The Trace Elements of the Rocks of the Bushveld Igneous Complex, Part II. The Different Rock Types" — Dr C J Liebenberg
- 14 "Protective action of Fluorine on Teeth" — Prof D G Steyn
- 15 "A Comparison between the Petrography of South African and some other Palaeozoic Coals" — Dr C P Snyman
- 16 "Kleinveekunde as vakrigting aan die Universiteit van Pretoria" — Prof D M Joubert
- 17 "Die Bestryding van Plantsiektes" — Prof P M le Roux
- 18 "Kernenergie in Suid-Afrika" — Prof A J A Roux
- 19 "Die soek na Kriteria" — Prof A P Grové
- 20 "Die Bantoetaalkunde as beskrywende Taalwetenskap" — Prof E B van Wyk
- 21 "Die Statistiese prosedure: teorie en praktyk" — Prof D J Stoker
- 22 "Die ontstaan, ontwikkeling en wese van Kaak-, Gesigs- en Mondchirurgie" — Prof P C Snijman
- 23 "Freedom — What for" — Prof D G Steyn
- 24 "Once more — Fluoridation" — Prof D G Steyn
- 25 "Die Ken- en Werkwêreld van die Biblioteekkunde" — Prof P C Coetzee
- 26 "Instrumente en Kriteria van die Ekonomiese Politiek n.a.v. Enkele Ondervindinge van die Europese Ekonomiese Gemeenskap" — Prof J A Lombard
- 27 "The Trace Elements of the Rocks of the Alkali Complex at Spitskop, Sekukuniland, Eastern Transvaal" — Dr C J Liebenberg
- 28 "Die Inligtingsprobleem" — Prof C M Kruger
- 29 "Second Memorandum on the Artificial Fluoridation of Drinking Water Supplies" — Prof D G Steyn
- 30 "Konstituering in Teoreties-Didaktiese Perspektief" — Prof F van der Stoep
- 31 "Die Akteur en sy Rol in sy Gemeenskap" — Prof Anna S Pohl
- 32 "The Urbanization of the Bantu Homelands of the Transvaal" — Dr D Page
- 33 "Die Ontwikkeling van Publieke Administrasie as Studievak en as Professie" — Prof J J N Cloete
- 34 "Duitse Letterkunde as Studievak aan die Universiteit" — Prof J A E Leue
- 35 "Analitiese Chemie" — Prof C J Liebenberg
- 36 "Die Aktualiteitsbeginsel in die Geologiese navorsing" — Prof D J L Visser
- 37 "Moses by die Brandende Braambos" — Prof A H van Zyl
- 38 "A Qualitative Study of the Nodulation Ability of Legume Species: List 1" — Prof N Grobbelaar, M C van Beyma en C M Todd
- 39 "Die Messias in die saligsprekinge" — Prof S P J J van Rensburg
- 40 Samevattinge van Proefskrifte en Verhandeling 1963/1964

- 41 "Universiteit en Musiek" — Prof J P Malan  
 42 "Die studie van die Letterkunde in die Bantoetale" — Prof P S Groenewald  
 43 Samevatting van Proefskrifte en Verhandelinge 1964/1965  
 44 "Die Drama as Siening en Weergawe van die Lewe" — Prof G Cronjé  
 45 "Die Verboede Grond in Suid-Afrika" — Prof D G Haylett  
 46 "'n Suid-Afrikaanse Verplegingscredo" — Prof Charlotte Searle  
 47 Samevatting van Proefskrifte en Verhandelinge 1965/1966  
 48 "Op soek na Pedagogiese Kriteria" — Prof W A Landman  
 49 "Die Romeins-Hollandse Reg in Oënskou" — Prof D F Mostert  
 50 Samevatting van Proefskrifte en Verhandelinge 1966/1967  
 51 "Inorganic Fluoride as the cause, and in the prevention and treatment of disease" — Prof  
 Douw G Steyn  
 52 "Honey as a food and in the prevention and treatment of disease" — Prof D G Steyn  
 53 "A check list of the vascular plants of the Kruger National Park" — Prof H P van der Schijff  
 54 "Aspects of Personnel Management" — Prof F W Marx  
 55 Samevatting van Proefskrifte en Verhandelinge 1967/1968  
 56 "Sport in Perspektief" — Prof J L Botha  
 57 "Die Huidige Stand van die Gereformeerde Teologie in Nederland en ons Verantwoorde-  
 likheid" — Prof J A Heyns  
 58 "Onkruid en hul beheer met klem op chemiese beheer in Suid-Afrika" — Prof P C Nel  
 59 "Die Verhoudingstrukture van die Pedagogiese Situatie in Psigopedagogiese Perspektief"  
 — Prof M C H Sonnekus  
 60 "Kristalhelder Water" — Prof F A van Duuren  
 61 "Arnold Theiler (1867—1936) — His Life and Times" — Dr Gertrud Theiler  
 62 "Dr Hans Merensky — Mens en Voorbeeld" — Prof P R Skawran  
 63 "Geskiedenis as Universiteitsvak in Verhouding tot ander Vakgebiede" — Prof F J du Toit  
 Spies  
 64 "Die Magistergraadstudie in Geneeskundige Praktyk (M Prax Med) van die Universiteit van  
 Pretoria" — Prof H P Botha  
 65 Samevatting van Proefskrifte/Verhandelinge 1968/1969  
 66 "Kunskritiek" — Prof F G E Nilant  
 67 "Anatomie" — 'n Ontleding" — Prof D P Knobel  
 68 "Die Probleem van Vergelyking en Evaluering in die Pedagogiek" — Prof F J Potgieter  
 69 "Die Eenheid van die Wetenskappe" — Prof P S Dreyer  
 70 "Aspekte van die Sportfisiologie en die Sportwetenskap" — Dr G W v d Merwe  
 71 "Die rol van die Fisiologiese Wetenskappe as deel van die Veterinêre Leerplan" — Prof W L  
 Jenkins  
 72 "Die rol en toekoms van Weidingkunde in Suid-Afrikaanse Ekosisteme" — Prof J O  
 Grunow  
 73 "Some Problems of Space and Time" — Mnr K A Schrecker  
 74 "Die Boek Prediker — 'n Smartkreet om die Gevalle Mens" — Prof J P Oberholzer  
 75 Titels van Proefskrifte en Verhandelinge ingedien gedurende 1969/1970; 1970/1971 en  
 1971/1972  
 76 "Die Akademiese Jeug is vir die Sielkunde meer as net 'n Akademiese Onderwerp" — Prof  
 D J Swiegers  
 77 "'n Homiletiese Herwaarding van die Prediking vanuit die Gesigshoek van die Koninkryk"  
 — Prof J J de Klerk  
 78 "Analise en Klassifikasie in die Vakdidaktiek" — Prof C J van Dyk  
 79 "Bantoereg: 'n Vakwetenskaplike Terreinverkenning" — Prof J M T Labuschagne  
 80 Dosentekursus 1973 — Referate gelewer tydens die Dosentekursus 30 Jan — 9 Feb 1973  
 81 "Volkekunde en Ontwikkeling" — Prof R D Coertze  
 82 "Opleiding in Personeelbestuur in Suid-Afrika" — Prof F W Marx  
 83 "Bakensyfers vir Dierreproduksies" — Prof D R Osterhoff  
 84 "Die Ontwikkeling van die Geregtelike Geneeskunde" — Prof J Studer

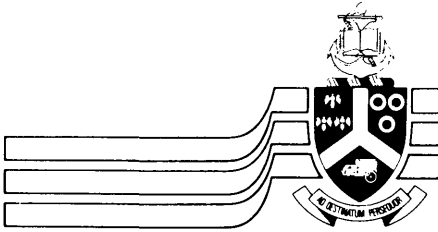
- 85 "Die Liggaamlike Opvoedkunde: Geesteswetenskap?" — Prof J L Botha
- 86 Dosentekursus: 1974 — Referate gelewer tydens die Dosentekursus 4—7 Feb 1974
- 87 "Die opleiding van die mediese student in Huisartskunde aan die Universiteit van Pretoria" — Prof H P Botha
- 88 "Opleiding in bedryfsekonomie in die huidige tydvak" — Prof F W Marx
- 89 "Swart arbeidsregtelike verhoudings, quo vadis?" — Prof S R van Jaarsveld
- 90 "The Clinical Psychologist: Training in South Africa". A report on a three-day invitation conference: 11—13 April 1973
- 91 "Studie van die Letterkunde in die Taalonderrig" — Prof L Peeters
- 92 "Gedagtes rondom 'n Kontemporêre Kerkgeskiedenis — met besondere verwysing na die Nederduits Gereformeerde Kerk" — Prof P B van der Watt
- 93 "Die funksionele anatomie van die herkouermaag-vorm is gekristalliseerde funksie" — Prof J M W le Roux
- 94 Dosentekursus 1975 — Referate gelewer tydens die Dosentekursus 27 Januarie — 6 Februarie 1975
- 195 "'n Nuwe benadering tot die bepaling van die koopsom in die geval van 'n oorname" — Prof G van N Viljoen
- 96 "Enkele aspekte in verband met die opleiding van veekundiges" — Prof G N Louw
- 97 "Die Soogdiernavorsinginstituut 1966—1975"
- 98 "Prostetika: 'n doelgerigte benadering" — Prof P J Potgieter
- 99 "Inligtingsbestuur" — Prof C W I Pistorius
- 100 "Is die bewaring van ons erfenis ekonomies te regverdig?" — Dr Anton Rupert
- 101 "Kaak-, Gesigs- en Mondchirurgie — Verlede, Hede en Toekoms" — Prof J D Duvenhage
- 102 "Keel-, Neus- en Oorheelkunde — Hede en Toekoms" — Prof H Hamersma
- 103 Dosentesimposia 1975
- 104 "Die Taak van die Verpleegonderwys" — Prof W J Kotzé
- 105 "Quo Vadis, Waterboukunde?" — Prof J P Kriel
- 106 "Geregtelike Geneeskunde: Die Multidissiplinêre Benadering" — Prof J D Loubser
- 107 "Huishoudkunde — Waarheen?" — Prof E Boshoff
- 108 Dosentekursus 1976 — Referate gelewer tydens die Dosentekursus 29 Januarie — 4 Februarie 1976
- 109 Tweede H F Verwoerd-gedenklesing gehou deur die Eerste Minister Sy Edele B J Vorster
- 110 Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1972/73; 1973/74 en 1974/75 en wetenskaplike publikasies van personelede vir die twaalf maande eindigende op 15 November 1975
- 111 "Ortodonsie — 'n Oorsig en waardebeplanning" — Prof S T Zietsman
- 112 "Rede gelewer by die Ingebruikneming van die Nuwe Kompleks vir die Tuberkulosenavorsingseenheid van die MNR" — Prof H W Snyman
- 113 "Die gebruik van Proefdiere in Biomediese Navorsing, met Spesiale Verwysing na Eksperimentele Chirurgie" — Prof D G Steyn
- 114 "Die Toekoms van die Mynboubedryf in Suid-Afrika" — Prof F Q P Leiding
- 115 "Van Krag tot Krag" — Dr Anton Rupert
- 116 "Carnot, Adieul" — Prof J P Botha
- 117 "'n Departement van Hematologie — Mode of Noodsaak" — Prof K Stevens
- 118 "Farmaka en Farmakologie: Verlede, Hede en Toekoms" — Prof De K Sommers
- 119 "Opleiding in Elektrotegniese Ingenieurswese — Deurbraak of Dwaling?" — Prof L van Biljon
- 120 "Die Röntgendiagnostiek voor 'n Nuwe Uitdaging — die Toegepaste Fisiologie" — Prof J M van Niekerk
- 121 "Die Algemene Sisteemteorie as Uitgangspunt by die Beplanning van 'n Basiese Biblioteek- en Inligtingkundige Opleidingsprogram" — Prof M C Boshoff
- 122 Dosentekursus: 1977
- 123 "Hulpverlening aan kinders met leerprobleme" — Prof P A van Niekerk
- 124 "Tuinboukunde Quo Vadis" — Prof L C Holtzhausen

- 125 "Die plek en toekoms van 'n Departement Huisartskunde in 'n Fakulteit van Geneeskunde" — Prof A D P van den Berg
- 126 "Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1975/76 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die twaalf maande eindigende op 15 November 1976
- 127 "Landbouvoorligting by die kruispad — Uitdagings vir Agrariese Voorligting as Universiteitsdepartement" — Prof G H Düvel
- 128 "Die ontplooiing van Rekenaarwetenskap as 'n funksie van evolusie op Rekenaargebied" — Prof R J van den Heever
- 129 "Die rol van navorsing in die opleiding en ontwikkeling van die akademiese chirurg" — Prof C J Miemy
- 130 "Sport and Somatology in Ischaemic Heart Disease" — Prof P J Smit
- 131 Dosentekursus 1978
- 132 "'n Beter Toekoms" — Dr Anton Rupert
- 133 Toespraak gelewer by geleentheid van die Lentepromosieplegtigheid van die Universiteit van Pretoria op 8 September 1978 — Mnr J A Stegmann, Besturende Direkteur van Sasol
- 134 "Geologie in 'n toekoms van Beperkte Hulpbronne" — Prof G von Gruenewaldt
- 135 Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1976/77 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die twaalf maande eindigend op 15 November 1977
- 136 "Die Kind met Spesifieke Leergestremdhede" — Proff P A van Niekerk en M C H Sonnekus
- 137 "Sensore en Tensore" — Prof N Maree
- 138 "Die Godsdienwetenskappe en die Teologie" — Prof P J van der Merwe
- 139 "Dierefisiologiese navorsing aan die Universiteit van Pretoria (1928—1978)" — Prof J F W Grosskopf
- 140 Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1977/78 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die twaalf maande eindigende op 15 November 1978
- 141 "Behoeftebepaling en doelformulering in die Opvoeding, Onderwys en Opleiding" — Prof E J Potgieter
- 142 "Klein sake is 'Grootsake'" — Dr Anton Rupert
- 143 "Die Pad Vorentoe" — Prof W E G Louw
- 144 Referate gelewer tydens die jubileumjaaviering — Prof P S Dreyer
- 145 "Die gebruikmaking van Kies-en-keur en invulvraestelle" — lesing gelewer tydens 'n kursus vir dosente op 19 en 20 April 1979 en 22 en 23 Oktober 1979
- 146 "Survey of Disease Patterns in Transkei and the Ciskei" — E Rose, W G Daynes en P J Kloppers
- 147 "Die Ortopedagogiek as Praktykgerigte Pedagogiekperspektief" — Prof P A van Niekerk
- 148 "Die rol van Kernkrag gesien teen die agtergrond van die energietekort in die wêreld" — Dr A J A Roux
- 149 "Exchange lists for selected Protein Diets" — Mev J M Crous
- 150 "Die Universiteit van Pretoria se bydrae tot die Dierefisiologiese Vakliteratuur (1930—1980)" — J F W Grosskopf, J D Skinner en S Christa Daffue
- 151 "Professors' Dilemma. Problems, Polemics and Politics in University Departments of English" — Prof P J H Titlestad
- 152 "Ortopedie, Die Ortopeed en die mens" — Prof R P Gräbe
- 153 "Die rol van Fisika in die moderne gemeenskap" — Prof E K H Friedland
- 154 "Interne Geneeskunde: Wetenskap en Kuns" — Prof G P Human
- 155 "Die opleiding van Chemiese Ingenieurs in Suid-Afrika" — Prof U Grimsehl
- 156 "Doelwitte vir Musiekopleiding" — Prof S Paxinos
- 157 "Die stand van die Beeldende Kuns in Suid-Afrika" — Prof N O Roos
- 158 "Op die spoor van die Onsigbare Lig" — Prof S F Prinsloo
- 159 "Beroepsoriënteringspedagogiek gereël deur die Fakulteit Opvoedkunde van die Universiteit van Pretoria as deel van die Halfeeufeesviering 12 tot 14 Augustus 1980 — Onder Redaksie van Prof C J Joubert
- 160 "Die selfbeeld van die Sosiologie en Sosioloë" — Prof J S Oosthuizen



- 161 "Onderwysopleiding — 'n Didakties-Pedagogiese en Vakdidaktiese beskouing" — Prof W J Louw
- 162 "Die teenwoordigheid van Christus in die Erediens" — Prof A C Barnard
- 163 "Die Stand en taak van Geesteswetenskaplike Navorsing in die RSA" — Prof J G Garbers
- 164 "Die betekenis van die Regsfilosofie vir Regsnavorsing en Regspleging" — Prof J V van der Westhuizen
- 165 Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1978—1979 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die 12 maande eindigende op 15 November 1979
- 166 "Die verskynsel van Spesialisering by insekte en entomoloë" — Prof E Holm
- 167 "Fiftieth Anniversary Lectures": University of Pretoria — August—September 1980 — George D Yonge
- 168 "Kindergeneeskunde in die jaar 2000" — Prof R E Cronje
- 169 "Praktiese Regsopleiding in die Akademie" — Prof C F Eckard
- 170 "Proceedings of the Symposium on Controversies in Surgery" — Edited by Prof C J Mieny
- 171 "The Psychic Life of the Child with Specific Learning disabilities" — Prof M C H Sonnekus
- 172 "B F Nel Herdenkingsrede — Universiteit van Pretoria" 12 Augustus 1981 — Prof E A van Trotzenburg
- 173 "Statistiek en die statistikus in diens van die gemeenskap" — Prof H S Schoeman
- 174 "Menslike Anatomie — basiese geneeskundige vak" — Prof I J M van Niekerk
- 175 "Môre se uitdaging vir die Suid-Afrikaanse Mynboubedryf" — Prof A N Brown
- 176 Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1979/80 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die 12 maande eindigende op 15/11/1980
- 177 "Leiding aan Magister en Doktorale studente" — Prof W A Landman
- 178 "Steekproefneming in die Praktijk" — Prof D G Stoker
- 179 "Bestuur — Wetenskap of Kultuur?" — Dr A Rupert
- 180 "Uitdagings wat nuwere tendense aan die Universiteitsbiblioteekwese stel" — Die departement Biblioteek- en Inligtingkunde en die Biblioteekdiens van die Universiteit van Pretoria
- 181 "Liggaamsbeweging en die Mens in Wording" — "Physical movement and the Becoming of Man" — Onder redaksie van/edited by Prof J L Botha en/and Prof P J Smit
- 182 "Kriminologie 2000" — Prof D G Steyn
- 183 "A Horsel A Horsel My Kingdom for a Horsel" — Prof M M S Smuts
- 184 "Die bydrae van Mondpatologie tot die Geneeskunde" — Prof A J Ligthelm
- 185 "Lectures on Philosophical Hermeneutics" — Prof Dr Hans-Georg Gadamer
- 186 "Inhuldigingsrede van Vise-Kanselier en Rektor" — Prof D M Joubert
- 187 "Uitdagings vir 'n Ginekologie en Obstetrie Departement in die ruimte-eeu" — Prof J V van der Merwe
- 188 "Die uitdaging van Elektriese Ingenieurswese in Suid-Afrika" — Prof N Wessels
- 189 "Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1980/81 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die twaalf maande eindigende op 15 November 1981"
- 190 "Die belangrikheid van Periodonsie en Mondgeneeskunde in Tandheelkunde" — Prof J A Pretorius
- 191 "Strategieë vir die implementering van navorsingsbevindings in die Geesteswetenskappe" — Dr J G Garbers
- 192 "Gesprekke oor die Wiskunde" — Onder redaksie van Prof P J Zietsman
- 193 "Gemeenskapsgesondheid: 'n Nuwe Naam en 'n Nuwe Benadering" — Prof A M Coetzee
- 194 "Vrees dat die Wonderboom sal ... (val)?" (J C Steyn) — Prof Réna Pretorius
- 195 "Evaluering van die hedendaagse beroepsoriënteringsteorie en -praktyk" — Prof C J Joubert
- 196 "Magskonsentrasie: Voor- en Nadele" — Dr A E Rupert
- 197 "Waarom Chemie?" — Prof A Wiechers
- 198 "Biblioteek- en Inligtingkunde: Quo Vadis" — Prof J A Boon.
- 199 "B.F. Nel-Gedenklesing" — Prof. F Van der Stoep.
- 200 "Die opleiding van navorsers in die Geesteswetenskappe" — Dr J G Garbers.

- 201 "'n Konteks vir die Argitektuur" — Onder redaksie van Prof D Holm.  
202 "Wiskunde in diens van die gemeenskap" — Prof J Swart.  
203 "Die moderne staatkunde in die Republiek van Suid-Afrika" — Prof F L Ackron.



**UNIVERSITEIT VAN PRETORIA**  
**NUWE REEKS NR 204 – 1984**  
**ISBN**  
Prys: R4,30

Hierdie publikasie en die publikasies wat hierin vermeld word, is verkrygbaar van:

**VAN SCHAIK'S BOEKHANDEL (EDMS) BPK**  
**BURNETTSTRAAT 1096**  
**HATFIELD**  
**0083**



V&R Pta