

DIE ROL VAN FISIKA IN DIE MODERNE GEMEENSKAP

deur

Prof E K H Friedland



TUK 530
FRIEDLAND



MERENSKY-BIBLIOTEEK
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

Klasnommer TUK 530

Registernommer 1069067 FRIEDLAND

Hierdie publikasie en die publikasies wat agter in hierdie publikasie
vermeld word, is verkrygbaar van:

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



1069067

DIE ROL VAN FISIKA IN DIE MODERNE GEMEENSKAP

deur

Prof E K H Friedland

Intreerede gelewer op 29 Mei 1980 by die aanvaarding van die Profesoraat in en die hoofskap van die Departement Fisika.



UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

U P NUWE REEKS NR. 153 — 1980

ISBN 0 86979 053 6

Prys: R1,50

Soos geen ander wetenskap nie, bepaal die fisika die lewe van die moderne mens. Die toepassing van die kennis oor fisiese verskynsels en natuurwette, wat deur baie generasies van fisici in laboratoria en studeerkamers deur die eeue heen ontrafel is, het tot 'n tegnologiese ontwikkeling gelei wat die lewenswyse van die westerse mens gedurende hierdie eeu meer drasties laat verander het as ooit tevore. Die lewe van ons oorgrootouers teen die einde van die vorige eeu het waarskynlik meer ooreenkoms getoon met dié van die vroeë Middeleeue as met ons eie lewe slegs drie geslagte later. Veral die koms van elektrisiteit as 'n doeltreffende en skoon energievorm, wat maklik en goedkoop oor groot afstande orals beskikbaar gestel kan word, het op feitlik elke terrein 'n revolusionêre verandering teweeggebring. Dit het die ontwikkeling van die nywerheid en 'n daarmee gepaardgaande hoë lewenspeil moontlik gemaak, maar ook die privaatlewe van elke individu ingrypend verander.

Elektriese verskynsels is alreeds sedert die oertyd aan die mens bekend. Afgesien van die vernietigende weerligstraal, is elektrostatiese verskynsels wat deur wrywing veroorsaak word alreeds deur die vroeë Griekse natuurfilosowe beskrywe. Besonder sterk het die effek met barnsteen opgetree — destyds, net soos vandag, 'n gesogte materiaal vir die vervaardiging van sierade. Hierdie barnsteen, of te wel elektron, soos dit in Grieks genoem word, het dan ook die naam aan dié studiegebied besorg.

Tussen die dikwels toevallige ontdekking van 'n effek en die ontwikkeling van 'n tegnologiese sisteem lê die arbeidsveld van die fisika. Hierby is egter nie die moontlike latere toepassing nie maar wel die soeke na kennis die hoofdryfveer van die fisikus. Die tegnologiese toepassings was meestal 'n toevallige en onbeplande produk van wetenskaplik georiënteerde nuuskierigheid — 'n produk, egter, wat nie slegs die gemeenskap as geheel raak nie maar op sy beurt 'n ingrypende invloed op die wetenskap self uitoefen. Met die ontwikkeling van nuwe en verbeterde instrumentasie word die wetenskaplike in staat gestel om al hoe indringender vrae oor die natuur te stel. Dit is hierdie wisselwerking van wetenskap en tegnologie wat die oorsprong en dryfkrag van die moderne wêreld is.

Aan die begin was dit die vaardigheid van 'n hoogs begaafde instrumentemaker wat die Middeleeuse wetenskaplike in staat gestel het om sy gedagtes en hipoteses deur al hoe noukeuriger metings te toets en te ontwikkel. Vandag bepaal veral mikroëlektronika en nuwe materiale, wat beide hulle ontstaan in die laboratorium van die natuurwetenskaplike gehad het, die pas van wetenskaplike vordering. Hierdie kringloop

van die ontstaan van wetenskaplike kennis en tegnologiese toepassing met daaropvolgende terugvoering na die navorsingslaboratorium, waarvan die tydkonstante in ons tyd al hoe kleiner word, het stadig êrens in die Middeleeue begin.

In die 16e eeu het die Britse natuurwetenskaplike Gilbert reeds elektrostatische verskynsels sistematies ondersoek, maar eers in die 19e eeu is die basis gevorm waarop latere geslagte 'n tegnologie kon ontwikkel. Volta het in Italië die galvaniese sel ontdek, en Faraday in Engeland die induksie van 'n stroom in 'n geleier wat met betrekking tot 'n magneetveld beweeg. Ohm het in Duitsland die verband tussen stroom, spanning en weerstand bepaal, terwyl Oersted in Denemarke en Ampère in Frankryk elektromagnetisme stelselmatig ondersoek het. Na hierdie basiese werk het die moontlikhede van die toepassing van elektrisiteit eers duidelik geword. Gerigte navorsing met die doel om elektrisiteit vir die mens diensbaar te maak, het nou benewens die suiwer soeke na die waarheid na vore getree. Homo faber, die tegniese mens, die ingenieur, het die kennis van die wetenskap benut om 'n tegnologiese sisteem daaruit te ontwikkel.

Vir die fisikus was blote kennis van die verskillende elektriese en magnetiese verskynsels egter onbevredigend. Die formulering van 'n allesomvattende teorie waarvolgens waargenome effekte op 'n eenduidige wyse herlei kan word, word as uiteindelijke mikpunt vooropgestel. Hierdie raamwerk is in die middel van die vorige eeu deur Maxwell geskep in die vorm van 'n stel abstrakte wiskundige differensiaalvergelings waardeur die elektriese en magnetiese velde op 'n natuurlike wyse saamgesnoer kon word. Die klassieke fisika, waarvan Newton in die 17e eeu met sy drie bewegingswette die fondament gelê het, bereik nou sy hoogtepunt. Hierdie bekroning vorm egter nie die einde van wetenskaplike ontwikkeling nie, maar lui die begin van 'n nuwe tydvak in. Maxwell se vergelykings bied nie net 'n verklaring van die reeds bekende nie, maar voorspel nuwe effekte wat tot nog toe nie bewustelik waargeneem is nie. Een van die wiskundige oplossings dui op die bestaan van elektromagnetiese golwe wat met ligsnelheid voortgeplant word. Die eenheid van elektromagnetisme en optika tree nou duidelik na vore. Toe Heinrich Hertz in 1886 in Karlsruhe die bestaan van elektromagnetiese golwe eksperimenteel bevestig, is telekommunikasie gebore. Weer eens het suiwer akademiese belangstelling en die strewe na 'n beter begrip van die natuur onverwags tot die ontwikkeling van 'n tegnologiese sisteem gelei waarvan die invloed op die moderne gemeenskap nouliks oorskat kan word.

Telekommunikasie het intussen tot 'n magtige instrument in die hande van politici en beleidmakers ontwikkel. Die invloed van die radio en televisie op meningsvorming in die moderne gemeenskap speel 'n beslissende rol in die ontwikkeling van verhoudinge tussen nasies en volkere. Volgens 'n onlangse opname in Wes-Duitsland stel elke volwasse mens gemiddeld 5 uur per dag aan massamedia bloot. Dié media se moontlikhede betreffende opvoeding, maar ook indoktrinasië en

manipulasie van die openbare mening, is haas onbeperk. Die produk van wetenskaplike navorsing begin sy eie baan volg, met implikasies wat deur niemand voorsien is en nooit beplan is nie. Geen wonder dus dat sommige mense skepties begin staan teenoor wetenskaplike navorsing nie en dat al hoe meer stemme opgaan wat van die wetenskaplike verantwoordelikheid vir sy eie skeppings eis. Dit is veral 'n betekenisvolle persentasie van die jeug in die hoogs ontwikkelde lande wat in dieselfde tegnologie wat hulle hoë lewenspeil en welvaart versker, 'n uiters gevaarlike bedreiging vir hulle voortbestaan sien. 'n Onduidelik gedefinieerde gevoel van uitlewering aan 'n tegnologie waaroor die mens geleidelik beheer verloor, word geprojekteer op die huidige simbole van die moderne gemeenskap, soos byvoorbeeld kernreaktore en syferrekenaars.

Die tema is nie nuut nie. Alreeds aan die begin van die 16e eeu het ene dr. Johannes Faust, 'n bekende towenaar, astroloog en kwaksalwer in die omgewing van Heidelberg, Duitsland, die simbool geword van die gewetenlose natuurwetenskaplike wat sy siel aan die bose verkoop ten einde mag oor die natuur te verkry — 'n figuur wat onder andere 200 jaar gelede vir Goethe geïnspireer het tot sy groot drama. In die Middeleeue kulmineer onkennis en bygeloof nie slegs in hekseprosesse nie maar ook in die onderdrukking van nuwe wetenskaplike idees. Dit lei daartoe dat Copernicus eers kort voor sy dood dit waag om sy heliosentriese teorie te publiseer, terwyl die vader van die eksperimentele fisika, Galilei, sy eie waarnemings, wat die Copernicaanse wêreldbeskouing ondubbelsinnig steun, onder druk van die kerk en in die aangesig van swaar straf in die openbaar verwerp. Dit is dieselfde gevoel, geskoei op onvoldoende kennis en vrees vir die onbekende, wat vandag mense daartoe bring om bouperssele vir nuwe kernreaktore in Europa te beset en bloedige gevegte met die polisie aan te knoop — 'n wêreldwye psigose, wat in 'n geringer mate ook vir EVKOM met die oprigting van die kernkragstasie by Koeberg probleme veroorsaak. Hoe wyd verspreid en diep gewortel hierdie gevoel is, word duidelik geïllustreer deur die uitslag van 'n referendum wat verlede jaar in Oostenryk oor die gebruik van kernenergie gehou is: 'n nasie wat geen noemenswaardige energiebronne besit nie, besluit deur meerderheid van stemme om 'n reeds voltooide kernkragstasie te sluit en hulself totaal afhanklik van buitelandse energiebronne, insluitende die onbetroubare toevoer van olie, te maak. Dit is 'n besluit wat moeilik begryp word as daar in ag geneem word dat een van die ergste reaktorongelukke in die geskiedenis, dié van Harrisburg in die VSA, nie eers een enkele lewe geëis het nie. Besonder onverstaanbaar inderdaad, in die lig daarvan dat geen normale mens dié tegnologie wat daagliks duisende menselewens reg oor die wêreld eis, by name die motorkar, bevrage teken nie. Maar met gevare wat vir elke persoon verstaanbaar is, was die mens nog altyd bereid om saam te leef. Dit is die onverstaanbare gevaar en bedreiging deur die kernreaktor wat sulke irrasionele besluite soos dié wat hierbo genoem is, begryplik maak.

Dit is duidelik dat die natuurwetenskaplike ten spyte van al sy triomfe in een belangrike aspek deur die eeue heen tot vandag toe gefaal het, nl. om sy insig en begrip van die natuur aan sy medemense oor te dra en begryplik te maak. Dit is teen hierdie agtergrond dat Helmut Schmidt, die Wes-Duitse kanselier, se toespraak getiteld "Natuurwetenskap en Humanisme" gesien moet word. Hy het die toespraak verlede jaar tydens die herfskonferensie van die Duitse Fisikavereniging gelewer, en het van die "Bringschuld" van die natuurwetenskaplike gepraat — 'n afbetalingskuld wat die wetenskaplike op eie inisiatief aan sy medemens moet aanbied, aangesien die gemiddelde burger, insluitende die meningvormende en beleidmakende politici, nie oor die nodige instrumentarium beskik om dit self te kom haal nie; 'n kommunikasieplig dus van die fisikus, wat alleen op grond van die geweldige koste van moderne navorsingsfasiliteite al hoe dringender deur die belastingbetaler, wat dit moet finansieer, geëis sal word.

Onderlinge kommunikasie word allerweë as 'n voorvereiste vir die bestaan van enige menslike gemeenskap aanvaar, en gevolglik is opleiding in die samesnoerende landstaal in alle lande regdeur die skoolopleiding vanselfsprekend 'n verpligte onderrigsvak. Die taal van die fisikus is die natuurwetenskaplike terminologie, gebaseer op modelle en ervaringsfeite waarsonder kommunikasie feitlik onmoontlik word. Waar die natuurwetenskap in die nabye toekoms met sekerheid al hoe meer die lewe van elke lid van die gemeenskap sal beïnvloed, en waar daar in 'n demokratiese staat deur die gemeenskap self al hoe sterker invloed uitgeoefen word op die rigting waarin die wetenskap en tegnologie ontwikkel, is dit van die allergrootste belang dat die gemeenskap die taal van sy natuurwetenskaplikes moet verstaan. Verpligte onderrig in die natuurwetenskap regdeur die sekondêre skoolopleiding het in 'n moderne staat 'n onafwysbare vereiste geword — 'n vereiste wat in die meeste van die hoogontwikkelde Europese lande vir baie jare reeds vanselfsprekend is. Waar die leerstellings van Demokritos, Aristoteles, Leibniz, Kant en andere deur humaniste en filosowe as belangrike mylpale op die ontwikkeling van ons huidige westerse beskawing beskou word, begryp min die implikasies wat ons eietydse natuurfilosowe soos Albert Einstein en Werner Heisenberg vir die wêreldbeeld van komende geslagte sal hê. Einstein se nuwe insigte in die interafhanklikheid van tyd en ruimte, Heisenberg se dramatiese verwerping van die deterministiese wêreldbeskouing soos vervat in sy onsekerheidsbeginsel, beteken 'n drastiese en revolusionêre wysiging van 'n gevestigde denkrigting, wat vergelykbaar is met die impak wat Darwin se evolusieteorie in die middel van die vorige eeu op die destyds geldige leerstelling van die onveranderbaarheid van spesies gehad het.

Hoewel daar algemeen aanvaar word dat vir iedere volk 'n algemene kennis van sy letterkundige en kulturele agtergrond onmisbaar is vir die bepaling van sy eie posisie en rigting in 'n vinnig veranderende heterogene wêreld, heers daar onder baie opvoedkundiges nog steeds die wanopvatting dat natuurwetenskaplike onderrig slegs aangebied moet word ter wille van diegene wat dit uiteindelik vir beroepsdoel-

eindes sal nodig hê. In 'n wêreld waar die toekoms en welvaart van nasies sal afhang van die doeltreffendheid waarmee beskikbare natuurlike hulpbronne en mannekrag benut word, is 'n natuurwetenskaplike georiënteerdheid van die gemeenskap as geheel egter van deurslaggewende belang. Dit geld des te meer vandag, waar die grense van die beskikbare fossiele-energiebronne sigbaar word en waar daar nou deur die gemeenskap besluite geneem moet word waarvan dit uiteindelik sal afhang of daar in die toekoms voldoende energie- en voedselbronne en genoeg werksgeleenthede vir 'n steeds groeiende bevolking beskikbaar sal wees.

Vir Suider-Afrika, met sy komplekse sosio-ekonomiese struktuur en die krasse verskille in lewenstandaard tussen die verskillende bevolkingsgroepe, is hierdie nie slegs 'n saak wat nasionale welvaart of armoede sal bepaal nie, maar 'n saak wat die toekomstige politieke ontwikkeling ten goede of ten kwade sal bepaal. Waar die ontwikkeling tans hoofsaaklik gedra word deur ongeveer 4 miljoen Blankes uit 'n totale bevolking van 25-28 miljoen mense, is dit duidelik dat die land dit nie kan bekostig om van sy wetenskaplike potensiaal braak te laat lê nie. Eweneens is dit duidelik dat die Blanke gemeenskap nie hierdie las op die lange duur alleen sal kan dra nie. 'n Ontslaglike taak lê vir die land se opvoedkundige stelsel voor — 'n taak wat alleen deur 'n buitengewone poging en 'n verbeeldingryke onderwysbeleid verrig sal kan word.

Die sleutelfiguur in hierdie noodsaaklike ontwikkeling is die natuurkundeonderwyser, en een van die belangrikste take van 'n fisikadepartement is dus die opleiding van hierdie mense. Dit is hierdie natuurkundeonderwyser wat nie net die verantwoordelikheid moet neem om die jongmens geestelik voor te berei om hom in 'n moderne, deur die natuurwetenskap gevormde, samelewing te handhaaf en te oriënteer nie, maar dit is ook hy wat die bestaande natuurwetenskaplike talente moet ontsluit en ontwikkel: talente waaronder die nywerheid, die mediese beroep, die mynbou en baie ander vertakkings van die moderne staat nie kan bestaan nie. Dit is vanselfsprekend dat dit ook die natuurkundeonderwyser is wat toekomstige navorsers moet motiveer en prikkel om hul belangstelling in die natuurwetenskap self aan te wakker. Slegs indien die navorsingslaboratoria van die land oor voldoende natuurwetenskaplikes beskik, sal die nywerheid die nodige impulse vir vernuwung ontvang, wat in 'n hoogs mededingende wêreld van kardinale belang is. Dit is dus uiters gewens dat juis die mees begaafde studente na die onderwys gelok moet word — persone wat met 'n soliede kennis en entoesiasme die basis alreeds op 'n vroeë stadium van die skool se loopbaan moet lê.

Laat ons nou die Suid-Afrikaanse werklikheid in oënskou neem. Volgens 'n indringende ondersoek oor aspekte van die onderrig van die natuurkunde in Blanke sekondêre skole, wat in 1977 landswyd deur die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing uitgevoer is en wat binnkort gepubliseer sal word, is die toestand in alle provinsies uiters

sorgwekkend. In standerd 8 tot 10 besit slegs 64% van die onderwysers wat in natuur- en skeikunde onderrig gee die minimum kwalifikasies, terwyl in standerd 6 en 7 slegs 41% van die onderwysers gemoeid met algemene wetenskap oor die minimum kwalifikasies beskik. Hierdie prentjie word nog erger as die sogenaamde minimum kwalifikasies waarop hierdie verslag gegrond is, effens van nader beskou word. Hiervolgens word 'n onderwyser as gekwalifiseerd beskou om natuur- en skeikunde tot matriek te onderrig indien hy in minstens 'n tweedejaarskursus in chemie en 'n eerstejaarskursus in fisika, of omgekeerd, op universiteitsvlak geslaag het. Vir onderrig in algemene wetenskap tot st. 7 word slegs Fisika I en Chemie I vereis. Hiervan kan afgelei word dat minstens die helfte van sogenaamd gekwalifiseerde natuurwetenskaponderwysers nie veel meer as een jaar fisika op universiteit geneem het nie — 'n opleiding wat ver te kort skiet aan die vereistes wat aan 'n moderne natuurkundeonderwyser gestel moet word. Indien hy reg wil laat geskied aan die fisikagedeelte van die leerplan, soos voorgeskryf deur die Gemeenskaplike Matriekulasieraad, is 'n driejarige kursus in fisika eenvoudig 'n voorvereiste. Uit die verslag van die RGN word dit duidelik dat die onderwys met ontsaglike probleme worstel sover dit personeel betref wat gekwalifiseerd is om natuurwetenskap te kan onderrig. Alhoewel gegewens oor die tekort aan natuurwetenskaponderwysers nie maklik van onderwysdepartemente bekombaar is nie — 'n feit wat opsigself betekenisvol is — kan daar uit die verslag van die RGN redelik maklik 'n ruwe skatting van die tekort gemaak word. Volgens dié dokument is daar in die Republiek en Suidwes-Afrika meer as 3 200 onderwysers aan sekondêre skole vir Blankes gemoeid met natuurwetenskaplike onderrig. Indien die voorgeskrewe aantal periodes vir onderrig in algemene wetenskap, biologie en natuur- en skeikunde as gewigsfaktore gebruik word, kan die tekort by benadering uit die statistiese gegewens bereken word. Daarvolgens wil dit voorkom asof daar in st 6-7 'n tekort van 600 wetenskaponderwysers en in st 8-10 'n tekort van 400 natuur- en skeikundeonderwysers landswyd bestaan: 'n tekort dus van 1000 onderwysers wat minstens Fisika I op universiteit geneem het.

Laat ons nou die huidige situasie aan die universiteite beskou, waar hierdie leerkragte opgelei moet word. By ons eie universiteit het van die ongeveer 150 onderwysbeurshouers wat hierdie jaar nuut ingeskryf het, 'n skrale 9 besluit om fisika as een van hulle vakke te neem. Indien daar in aanmerking geneem word dat gemiddeld slegs 50% in die eindeksamen in Fisika I slaag, het ons teen die einde van hierdie jaar 'n statistiese 4,5 toekomstige natuurkundeonderwysers aan die Universiteit van Pretoria geproduseer.

Aanvaar ons verder dat die situasie by hierdie universiteit nie slegter is as by ander universiteite nie, word daar vermoedelik landswyd nie veel meer as 20 wetenskaponderwysers met die amptelike minimum kwalifikasies jaarliks opgelei nie. Van die RGN-verslag kan afgelei word dat daar in 1977 ongeveer 1300 natuurkundeonderwysers met die minimum kwalifikasies in die Republiek en Suidwes-Afrika in diens

was. Aannemende dat daar jaarliks ongeveer 2% van hierdie groep weens bereiking van die ouderdomsgrens die beroep verlaat, beteken dit dat alleen om hiërdie rede 26 nuwe natuurwetenskaponderwysers opgelei behoort te word. Aangesien 43% van die natuurwetenskaponderwysers egter dames is, waarvan $\frac{2}{3}$ getroud is en slegs tydelike aanstellings het, verlaat 'n baie groter aantal persone die beroep jaarliks. Volgens die RGN-verslag het gemiddeld 150 natuur- en skeikundeonderwysers dan ook jaarliks gedurende die periode 1974 tot 1976 die beroep verlaat, hoofsaaklik weens huwelike, swangerskap of ontevredenheid oor salarisse.

Die ongesonde personeelomset blyk ook uit die feit dat nagenoeg 20% van alle ondervraagde onderwysers wat natuurwetenskaplike vakke onderrig het, reeds al voorheen uit die onderwys bedank en later weer tot die onderwys toegetree het. Die jaarlikse verlies aan natuurwetenskaponderwysers is dus 'n orde groter as die opleidingstempo. Daar kan gevolglik met sekerheid aanvaar word dat die huidige situasie veel erger is as wat die RGN-verslag, gegrond op die syfers van 1977, weerspieël. Wat ons hier aanskou, is geen krisis nie — dit is die algehele ineenstorting van natuurkundeonderwys op sekondêre skoolvlak in die Republiek — 'n onderwyskatastrofe waarvoor die land in die komende dekade duur sal moet betaal: duur in terme van vertraagde nywerheids groei, en ook duur in terme van voortdurend afhanklikheid van buitelandse kennis en vernuf.

Die volle omvang van die probleem word egter eers duidelik as die ontwikkeling van die persentasie skoliere wat in standerd 9 en 10 natuur- en skeikunde as vak neem, ondersoek word. Waar daar alreeds in die sestigerjare slegs 48% van die leerlinge dié vak gekies het, het daar skielik na 1968 'n dramatiese afwaartse tendens verskyn, wat in 1971 'n laagtepunt van ongeveer 35% bereik het. Sedertdien het dit stadig weer begin styg, maar in 1977 was dit nog steeds aansienlik laer as voor 1968. Dié insinking kan direk gekorreleer word met die instelling van die nuwe leerplan vir natuur- en skeikunde deur die Gemeenskaplike Matrikulasieraad in 1968, wat deur sy onrealisties hoë eise nie net leerlinge van die vak weggedryf het nie, maar ook die moontlikheid van 'n veels te laag gekwalifiseerde onderwyskorps totaal misken het. Hierdie probleem is reeds in 1974 deur die Onderwysburo van die Transvaalse Onderwysdepartement duidelik geïdentifiseer en in 'n memorandum onder die aandag van die owerhede gebring, sonder dat dit egter tot dusver die dringend noodsaaklike hersiening van dié silabusse tot gevolg gehad het. Die gevolg van hierdie kwynende belangstelling in die natuurwetenskap op skool is in die sewentigerjare duidelik deur alle universiteite gevoel. Waar daar by ons eie universiteit gedurende die sestigerjare nog gemiddeld meer as 30 studente Fisika III geneem het, het die posisie in 1973 'n absolute laagtepunt met 5 studente bereik. Intussen het die getal weer stadig tot ongeveer twintig aangegroei — 'n getal wat ooreenstem met die gemiddelde klasgrootte van Fisika III in die veertigerjare. Die onderwys self is die ergste deur hierdie insinking getref. Sedert die instelling van die vierja-

rige B.Sc. (Ed.)-graad in 1974 het daar slegs vier studente aan UP hierdie graad met Fisika III as hoofvak behaal. Indien die studente wat met 'n gewone B.Sc.-graad na die onderwys gaan, bygereken word, is daar die afgelope jare gemiddeld minder as vier wetenskaponderwysers met fisika as hoofvak aan hierdie universiteit opgelei.

Die redes hiervoor is voor die hand liggend. Die tipiese student wat gewerf moet word vir opleiding as wetenskaponderwyser is 'n persoon wat, behalwe sy belangstelling in die onderwys self, 'n belangstellingsprofiel moet besit wat ooreenstem met studente wat vir die ingenieursprofessie geskik is. Hy moet 'n goeie wiskundige aanleg besit, met die vermoë om uit die veelvoud van natuurlike prosesse die onderliggende basiese natuurwette te begryp, en hy moet in staat wees om in terme van abstrakte modelle en hipoteses te dink. Verder word 'n sekere mate van praktiese vaardighede verwag vir die uitvoering van die nodige demonstrasies en hantering van redelik delikate apparate in die klaskamer — alles eienskappe wat hom by uitstek ook geskik sou maak om homself in 'n ingenieursrigting te bekwaam. Die onderwys ding dus regstreeks met die ingenieursprofessie om studente mee. Waar na 'n vierjarige opleiding die beginsalaris van 'n onderwyser volgens die nuwe skale heelwat minder as R7000 per jaar is, kan 'n ingenieurstudent na voltooiing van 'n vierjarige graad amper dubbel dié salaris verdien. Volgens die RGN-verslag beskou skoolhoofde sowel as natuurwetenskaponderwysers mededingende salarisse met die privaatsektor as die belangrikste faktor vir sanering van die wetenskaponderwys. Daar moet egter duidelik besef word dat, selfs al sou die onderwysberoep onmiddellik meer aantreklik gemaak word, daar vandag eenvoudig nie meer genoeg opgeleide persone beskikbaar is om die leemte te vul nie.

Die tekort aan natuurwetenskaplikes in die algemeen en wetenskaponderwysers in die besonder is 'n gevolg van 'n foutiewe ontwikkeling oor die afgelope dekades en enige stappe om hierdie situasie weer onder beheer te kry, sal eers oor minstens 'n verdere dekade werklik verligting kan bring. Die wortel van hierdie euwel is die feit dat te min skoliere natuur- en skeikunde as matriekvak kies. Te min matrikulante met die nodige voorkennis en belangstelling is dus vir universitêre opleiding beskikbaar om die behoeftes van die ingenieurswese, die mediese professie en ook die natuurwetenskap, insluitend die onderwys daarvan, te kan bevredig. Laasgenoemde, met die laagste markwaarde, moet natuurlikerwys die spit afbyt. 'n Aansienlike verhoging in die persentasie skoliere wat natuur- en skeikunde volg, is dus essensieël — hoewel dit die alreeds nypende tekort aan gekwalifiseerde wetenskaponderwysers verder sal aksentueer. Volgens die RGN-verslag is dit veral meisies wat besonder swak verteenwoordig is. In 1977 het slegs 20% van alle meisies in st. 10 natuur- en skeikunde geneem, teenoor die 66% seuns. Hier lê dus 'n potensiaal wat onbenut is en wat in 'n groot mate die probleme kan help oplos — dit behoort derhalwe stelselmatig ontgin te word.

As eerste stap behoort die belangrike rol wat dames alreeds vandag in die wetenskaponderwys speel, ook amptelik erken te word deur weg te doen met diskriminerende maatreëls in aanstellingsvoorwaardes en besoldiging. Die belangrikheid van wetenskaponderrig in 'n moderne staat kan nie oorbeklemtoon word nie en moet ook in die status wat die gemeenskap aan die wetenskaponderrysers gee, sigbare uitdrukking vind.

Die probleme van natuurwetenskaplike onderwys op sekondêre vlak word vanselfsprekend regstreeks voortgeplant na tersiêre onderwys. Die situasie word by alle S A universiteite gekenmerk deur die anomalie dat, ten spyte van groot getalle studente wat een of ander dienskursus in fisika volg, dit al hoe moeiliker word om voldoende studente te motiveer om fisika self as loopbaan te kies.

Hierdie probleem blyk duidelik wanneer mens die aantal doktorsgrade in fisika wat jaarliks in die Republiek toegeken word, vergelyk met die gegewens uit ander lande. Waar daar in die VSA ongeveer 1000 en in Wes-Duitsland ongeveer 500 Doktorsgrade in fisika jaarliks toegeken word, is die ooreenkomstige getal vir die Republiek ongeveer 10 per jaar. In verhouding met die bevolkingsgetalle uitgedruk, is dit 4.8 doktorsgrade per miljoen mense in die VSA, 8.4 in Wes-Duitsland en 0.4 in die Republiek, mits die totale bevolking in aanmerking geneem word. Selfs al sou mens die onrealistiese standpunt inneem dat die Nie-Blanke bevolking buite rekening gelaat kan word — en inderdaad is hulle bydrae in dié opsig tans onbeduidend — lewer dit vir die Blankes alleen ook maar slegs 'n powere getal van 2.5 — 'n syfer wat nog steeds twee keer kleiner as dié van die VSA en amper vier keer kleiner as dié van Wes-Duitsland is. Hoe mens dit ook bereken, die aanduidings is dat die wetenskaplik-tegnologiese agterstand van die Republiek teenoor die hoogontwikkelde nywerheidslande in die toekoms eerder groter sal word.

Die stagnerende opleidingstempo van fisici, wat reeds sedert die einde van die sestigerjare merkbaar is, het daartoe gelei dat die verskillende navorsingslaboratoria en universiteite dit al hoe moeiliker vind om geskikte personeel te werf. Die situasie word verder vererger deurdat die nywerheid, veral staatsondersteunde ondernemings soos Krygkor en die Uraanverrykingskorporasie, in toenemende mate werksgeleenthede vir fisici bied. Op sigself is dit 'n ontwikkeling wat uiters verblydend is aangesien dit duidelike stappe in die rigting van 'n meer onafhanklik wordende SA nywerheid verteenwoordig, maar vir die huidige verskerp dit die reeds ernstige mannekragprobleme. Waar Suid-Afrika in die verlede die tekort aan natuurwetenskaplikes in 'n mate deur werwing uit die buiteland kon aanvul, het dié bron gedurende die afgelope jare vir alle praktiese doeleindes opgedroog, hoofsaaklik omdat werksvoorwaardes vir natuurwetenskaplikes in die Republiek nie meer so gunstig met dié van die hoogs ontwikkelde Europese lande vergelyk nie. Aangesien hierdie situasie hoogs waarskynlik nie gou sal verander nie, sal die Republiek in die toekoms op plaaslik opgeleide natuurwetenskaplikes aangewese wees.

Wat die opleiding van fisici by universiteite betref, moet daar duidelikheid verkry word oor die vraag hoe 'n uiters beperkte aantal studente opgelei kan word om die veelvuldige en skynbaar uiteenlopende eise wat die verskillende beroepsrigtings aan die fisikus stel, te bevredig. Voorsiening moet op voorgraadse vlak gemaak word om die behoeftes van 'n toekomstige natuurkundeonderwyser, die wetenskaplike in 'n groot verskeidenheid van navorsingsinrigtings en ontwikkelingslaboratoria, die geofisikus by 'n mynmaatskappy en die mediese fisikus in 'n hospitaal met mekaar te versoen. Aangesien die gemiddelde klasgrootte in die finale jaar vir die Baccalaureusgraad in die orde van twintig is, en omrede universiteite ook hulle dosente op 'n ekonomies regverdigbare grondslag moet benut, is dít vanselfsprekend dat daar nie vir alle moontlike loopbane gerigte kursusse aangebied kan word nie. Waar eksterne faktore soos klein studentegetalle en 'n beperkte aantal dosente, asook algemene ekonomiese oorwegings, 'n realistiese benadering afdwing, moet hier egter ook duidelik beklemtoon word dat vroeë spesialisering geensins wenslik sou wees nie. 'n Geïntegreerde kursus op voorgraadse vlak is dus nie so seer 'n beperking nie maar eerder 'n uitdaging. Teen die geweldige ontwikkelings tempo van die moderne fisika, soos geboekstaaf deur die vloedgolf fisikapublikasies wat daaglik oor die hele wêreld verskyn en waarvan geen enkele mens selfs kan hoop om bloot almal se opsommings te kan lees nie, kan dit nie die doelwit van voorgraadse opleiding wees om 'n groot hoeveelheid feite en formules van 'n verskeidenheid spesialisierigtings aan die student oor te dra nie. Ook kan dit nie die doel wees om by die student in slegs een eng gedefinieerde gebied, hetsy op eksperimentele of teoretiese vlak, vaardighede en tegnieke tot 'n groot diepte te ontwikkel ten koste van 'n algemene breë agtergrond nie. In die eerste geval sou dít daartoe lei dat die onderliggende eenheid en sistematiek van fisika as geheel deur die oorvloed van inligting totaal in die agtergrond geskuif en vir die student moeilik erkenbaar word, terwyl by enge spesialisasie die geheelbeeld in elk geval nie kan ontplooi nie.

Die hoofdoelwit van voorgraadse opleiding moet wees om die denken werkwyse van die fisikus so by die student te laat insink dat dit uiteindelik 'n integreerende deel van sy identiteit word. Die grondslag hiervan is 'n kritiese gees wat bereid is om ook gevestigde algemene opvattinge gedurig weer te bevraagteken en aan die hand van nuwe inligting en waarnemings te toets: 'n geestesgesteldheid wat voortdurend ook eie oortuigings en afleidings weer onder oënskou neem en, indien nodig, wysig of verwerp. Die vermoë moet by studente aangekweek word om by ingewikkelde verskynsels die belangrike faktore van die nie-essensiële te skei en om eenvoudige modelle te ontwikkel waarmee die onderliggende wette, waarvolgens natuurlike prosesse verloop, bestudeer en begryplik gemaak kan word. Abstrakte beelde van die reële wêreld gevorm deur vereenvoudigende aannames en benaderings, speel 'n oorheersende rol in die ontwikkeling van die fisika. Waar sulke modelle die komplekse natuur eers vir die menslike gees toeganklik maak, plaas hulle egter dikwels beperkings op die geldig-

heid en die toepasbaarheid van die uiteindelijke resultate — 'n feit wat maklik deur studente oor die hoof gesien word. 'n Belangrike doelwit van opleiding behoort derhalwe te wees om aan studente begrip en insig oor te dra ten opsigte van die fisiese betekenis en implikasies van sulke idealiserings van die werklikheid. Belangriker as om ingewikkelde formules te memoriseer en toepassing daarvan te oefen, is om die student bewus te maak van die onderhawige natuurfilosofie en fisika-inhoud van die betrokke modelle. Natuurlik is, soos vir enige vak, sekere vaardighede wat eenvoudig deur oefening ontwikkel moet word, belangrik. Hier moet eksperimentele tegnieke sowel as die vaardigheid om wiskundige bewerkings en manipulasies te kan deurvoer, genoem word. Daar moet egter teen gewaak word dat dit tot 'n doel op sigself ontaard. Om dié rede moet beide hierdie vaardighede in 'n geïntegreerde kursus op 'n natuurlike wyse tydens die stelselmatige ontplooiing van die basiese fisiese beginsels gelyktydig aangekweek word.

Van meet af aan moet die student ook tot die besef gebring word dat die eksperiment die grondslag van enige fisika uitmaak. Teoretiese modelle wat lei tot resultate wat in beginsel nie eksperimenteel waargeneem en getoets kan word nie, kan moontlik interessante filosofie wees, maar in 'n positivistiese wêreldbeskouing soos dié van die fisika is hulle betekenisloos. Laboratoriumwerk vorm derhalwe 'n belangrike aspek van die opleiding van fisici. Dit gaan hier egter nie so seer daarom om metings met hoë noukeurigheid te kan deurvoer nie, maar eerder om vir die student 'n gevoel vir eksperimentele werk en vir die probleme verbonde aan die korrekte interpretasie van resultate te gee. Hierby is die eksperiment wat volgens plan verloop en onmiddellik die verwagte resultaat lewer, van die geringste opvoedkundige waarde. Afgesien daarvan dat dit 'n onrealistiese beeld van die laboratoriumpraktiek skep, waar steurende faktore normaalweg eers na 'n uitgerekte en dikwels frustrerende stryd stelselmatig geëlimineer word, bied so 'n eksperiment ook geen groot uitdaging nie. Dis juis die onverwagte resultaat wat studente dwing om na te dink oor moontlike faktore wat in die model buite rekening gelaat maar in werklikheid nie verwaarloosbaar is nie. 'n Gesonde skeptisisme teenoor die interpretasie van metings en berekeninge moet reeds vroegtydig by die toekomstige natuurwetenskaplike tuisgebring word. Benewens die aanleer van tipiese meetprosedures en die illustrasie van enkele fundamentele verskynsels, behoort die laboratorium hoofsaaklik die nuuskierigheid aan te wakker en eie inisiatief by studente te stimuleer. Die doelwit is nie **afrigting** van vakidiote nie maar die **ontwikkeling** van krities denkende en selfstandig werkende individue.

Waar in die voorgraadse opleiding die breë fondament van die moderne fisika in 'n meer oorsigtelike vorm gelê moet word, moet op nagraadse vlak hierdie kennis verdiep en gevestig word. 'n Stewige teoretiese agtergrond gepaard met 'n navorsingsgerigte laboratoriumpraktiek moet die student voorberei op sy uiteindelijke beroepslewe. In die besonder moet die vermoë om selfstandige navorsingswerk te kan verrig, nou stelselmatig uitgebou en ontwikkel word. Aangesien dit die universiteite se opdrag is om die toekomstige navorsers van die land te produseer,

en omrede niemand 'n ander persoon kan oplei in iets wat hy nie self beoefen nie, vereis elementêre logika dat daar aan universiteite aktief navorsing gedoen moet word. Universiteitsnavorsing moet dus nie in die eerste plek gesien word as aanvullend tot dié van die land se nasionale navorsingsinrigtings of as 'n diens vir die nywerheid nie, maar eenvoudig as 'n onontbeerlike, integreerende deel van die universiteit se opleidingstaak. Von Humboldt se stelling dat die eenheid van opleiding en navorsing nooit verbreek mag word nie, is vir universiteite vandag nog net so geldig soos 170 jaar gelede.

Om aan hierdie hoë ideaal te kan voldoen, moet universiteite egter in staat gestel word om aan die navorsingsaktiewe dosent 'n werksgeleentheid met die nodige uitdagings en beroepsbevrediging te bied. Omrede doseerverpligtinge 'n aansienlike deel van sy tyd in beslag neem, sal universiteite slegs dan daarin slaag om die diens van sulke mense te behou indien daar 'n voldoende aantal nagraadse studente beskikbaar is wat onder hulle leiding navorsingswerk in verband met proefskrifte en verhandelings kan verrig. Met kommer word daar dus kennis geneem van die neiging by die groot nasionale navorsingsinrigtings, wat in toenemende mate van beurshouers verwag dat hulle reeds na verwerwing van die Baccalaureusgraad diens moet aanvaar en verdere nagraadse studies deelyds moet voltooi. Alhoewel dit weens die tekort aan fisici verstaanbaar is dat die betrokke instansies so gou moontlik die dienste van hulle beurshouers wil benut, moet daar duidelik besef word dat universiteitsnavorsing op hierdie wyse versmoor word. Die direkte gevolg hiervan kan slegs 'n verlaging van die intellektuele standaard van die dosentekorps wees, met 'n ooreenstemmende verlaging van die opleidingskwaliteit. Die kortstondige voordeel van vroeë indiensneming word verreweg oorskadu deur die langtermynskade wat dit vir die navorsingspotensiaal van die Republiek inhou. In die belang van hierdie navorsingsinrigtings self is dit noodsaaklik dat studente nie net in staat gestel moet word nie maar ook aangemoedig moet word om minstens tot op magistervlak voltyds te studeer. Die skynbare verlies van die student se produktiwiteit tydens sy nagraadse studies word maklik gekompenseer deur die feit dat deelydse studies in die reël baie langer duur. Die voltydse student kan dus op 'n vroeër stadium as 'n volwaardige wetenskaplike in die arbeidsproses opgeneem word.

Volledige integrasie van nagraadse studente in die akademiese bedrywighede van universiteite is egter ook om ander redes uiters wenslik. Uit die aard van die saak is die belangstellingsveld by 'n universiteit veel wyer as in 'n navorsingslaboratorium met 'n duidelik omlynde navorsingsopdrag. Waar die deelydse student in 'n veels te vroeë stadium van sy opleiding op grond van sy werksituasie gespesialiseerd raak, het die voltydse student ruim geleentheid om sy kennishorison selfs buite die grense van sy vakgebied op 'n interdisiplinêre vlak te verbreed. Met die vinnige ontwikkeling van die natuurwetenskap op alle terreine sal die toekomstige wetenskaplike in sy latere beroepslewe na alle waarskynlikheid eendag voor die situasie te staan kom dat hy sy spesialisiering moet verander. 'n Breë algemene kennis van sy vak-

gebied is die beste waarborg daarvoor dat sulke moeilike oorgangsfases met die minste tydverkwisting en ontwrigting deur die wetenskaplike bemeester sal kan word.

Die welvaart van 'n moderne nywerheidstaat is ten nouste gekoppel aan die doeltreffendheid waarmee die gemeenskap sy wetenskaplike potensiaal benut. Met die huidige tekort aan wetenskaplikes in die Republiek, neem die druk van die nywerheid en navorsingsinstansies op universiteite toe om spesialiste vir hulle spesifieke behoeftes op te lei. In die lig van die geweldige diversifikasie van die fisika sou dit slegs ten koste van 'n algemene soliede basis en deur verwaarlosing van ander, vir die toekoms net so belangrike spesialisasierigtings, kon geskied. Onder die heersende omstandighede is die enigste sinvolle opleidingsdoelwit om studente die nodige kennis, vaardigheid en selfvertroue te gee om hulself in enige spesialisasierigting binne 'n redelike tyd te kan inwerk. Hierdie doelwit word nog steeds die beste bereik deur studente tydens nagraadse opleiding die geleentheid te bied om basiese navorsing te doen. In hierdie sin wil ek graag afsluit met Wilhelm von Humboldt se profetiese woorde, naamlik dat "die wetenskap sy rykste seën oor die lewe sal uitgiet wanneer dit skynbaar die verste daarvan verwyder is".

SYNOPSIS

The interaction of science and technology is the driving force of modern society. The wealth of an industrial nation depends critically on the efficiency with which society makes use of its scientific resources. In the South African context, where at present only a small part of the population is mainly responsible for the industrial development, it is of the utmost importance that the available scientific potential of its people is exploited to the full.

Science should therefore be a matter of the highest national priority and should be a compulsory subject for matriculation.

The serious problems of science education at high schools and universities in South Africa are reviewed. A drastic revision of education policy seems inevitable in order to prevent the total collapse of science teaching at school level.

- 1 "Gids by die voorbereiding van wetenskaplike geskrifte" — Dr P C Coetzee
- 2 "Die Aard en 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 1958".
- 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" — K A Schrecker
- 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 Profesie" — 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 Nodulating 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 Samevatting van Proefskrifte en Verhandelinge 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 Verboude 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 Verantwoordelikheid" — Prof J A Heyns
- 58 "Onkruide en hul beheer met klem op chemiese beheer in Suid-Afrika" — Prof P C Nel
- 59 "Die Verhoudingstrukture van die Pedagogiese Situasie 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 Verhandeling 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 Herwaardering 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 Diereproduksie" — Prof D R Osterhoff
- 84 "Die Ontwikkeling van die Geregte 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 bedryfseconomie 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
95. "'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 Soogdiernavorsingsinstituut 1966 — 1975"
- 98 "Prosteitika: 'n doelgerigte benadering" — Prof P J Potgieter
- 99 "Inligtingsbestuur" — Prof C W I Pistorius
- 100 "Is die bewaring van ons erfenis ekonomies te regverdig?" — Prof Anton Rupert
- 101 "Kaak-, Gesigs- en Mondchirurgie — Verlede, Hede en Toekoms" — Prof J G Duvenage
- 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 personeelle 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, Adieu!" — 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 Holzhausen.
- 125 "Die plek en toekomstaak 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 "Landbouvoerligting 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 Mieny.
- 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 "Beperte" Hulpbronne — Prof G von Gruenewaldt.
- 135 Titels van proefskrifte en verhandelings ingedien gedurende 1976/77 en wetenskaplike publikasies van personeellede vir die twaalf maande eindigende 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 Godsdienwetenskap 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 F J Potgieter.
- 142 "Klein sake is 'Grootsake'" — Dr. Anton Rupert.
- 143 "Die Pad Vorentoe" — Prof W E G Louw.
- 144 Referate gelewer tydens die jubileumjaarviering van 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 and 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 "Professor's 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.

Pta. Drukkers