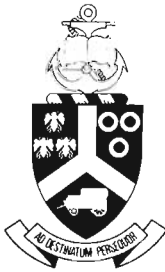


# Geologie in 'n toekoms van "beperkte" hulpbronne

deur

**Prof G von Gruenewaldt**

Intreerede gelewer op 21 September 1978 by die aanvaarding van die professoraat in en die hoofskap van die Departement Geologie.



**PUBLIKASIES VAN DIE UNIVERSITEIT VAN PRETORIA**

**NUWE REEKS NR. 134 — 1978**

**ISBN 0 86979 034 X**

**Prys: R1,10**

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

Van Schaik's Boekhandel (EDMS) BPK  
Burnettstraat 1096  
Hatfield  
0083

## I. INLEIDING

Talryk is die waarskuwings van vooraanstaande wetenskaplikes dat die natuurlike hulpbronne van ons planeet beperk is. Voortgesette eksponensiele groei van die wêreldbevolking en die toenemende behoeftes wat gepaard gaan met die voortgesette strewe na 'n hoër lewenstandaard het tot gevolg dat baie van die natuurlike hulpbronne binne afsienbare tyd uitgeput sal wees. Omrede hierdie toedrag van sake ontplooi 'n hele reeks nuwe verantwoordelikhede vir alle geowetenskaplike dissiplines aangesien dit die funksie van die geowetenskaplike is om die energie-, mineraal- en waterhulpbronne van die aardkors te ontsluit. Uit hoofde van sy kennis en sy navorsing is dit onder andere ook sy verantwoordelikheid om 'n realistiese evaluasie te maak van die beperkte grondstowwe tot ons beskikking. Dit sy plig om alles in sy vermoë te doen om te verseker dat hierdie beperkte grondstowwe so benut word dat ons nageslagte nie slegs 'n bestaan nie maar wel 'n menswaardige bestaan op aarde gegun mag word.

Dit is teen hierdie agtergrond dat ek die toekomsfunksie van die geoloog in die gemeenskap wil bespreek. In hierdie verband sal ek veral wys op die toenemend belangrike rol wat geologie veral in die energiesektor, die mynbousektor, die vervaardigingsektor en die konstruksiebedryf sal moet vervul, en ook op die feit dat die geoloog 'n kardinale rol sal speel in die voortbestaan van die mensdom op aarde. Ons aan hierdie Universiteit moet te alle tye daarop voorbereid wees om die uitdagings van die toekoms die hoof te bied aangesien die verantwoordelikheid op ons skouers rus om aan die gemeenskap wetenskaplikes en tegnoloë te lewer wat opgewasse sal wees vir die uitdagings van die toekoms. Hierdie oorsig bied dus ook aan my die geleentheid om sekere riglyne aan te dui betreffende die ontwikkeling en verdere uitbouing van die Departement Geologie aan hierdie Universiteit.

## II. HULPBRONDILEMMA

Die infrastruktuur van die wêreld is gebou rondom die minerale hulpbronne van die aarde. Die infrastruktuur het egter so ontwikkel dat daar 'n interafhanklikheid tussen die verskillende minerale hulpbronne bestaan. Aardolie is van min nut sonder masjiene wat van yster, koper, aluminium en ander metale gebou is. Landbougrond sal slegs maksimale oeste lewer as dit met die modernste masjinerie bewerk en met kunsmis bestaande uit verbindinge van fosfor, stikstof en kalium bemes word. Dit is duidelik dat 'n tekort aan een hulpbron 'n invloed sal uitoefen op die benutting van 'n ander en dat elke uitbreiding van die infrastruktuur bykomende eise vir meer metale en minerale stel. Die omvang van die wêreld se verbruik van delfstowwe het so groot geword dat dit moeilik visualiseerbaar is, maar dit kan oor die algemeen beraam word op gemiddeld 3,75 ton per persoon per jaar, terwyl dit

in die geïndustrialiseerde lande met 'n hoër lewenstandaard tot 15 ton per persoon per jaar kan wees (Skinner, 1976). Hierdie syfer styg gedurig vanweë die strewe van die ontwikkelende nasies na 'n hoër lewenspeil. Dit is egter nie slegs 'n strewe na 'n hoër lewenspeil nie, maar ook die geweldige toename in die wêreldbevolking, wat volgens projeksies van die Verenigde Volke oor die volgende 30 tot 40 jaar sal verdubbel (Cloud, 1978), wat buitengewoon hoë eise aan die beskikbare natuurlike hulpbronne sal stel. Die aarde kan vandag nog sy bevolking onderhou, maar wat is die vooruitsigte dat dit wel die geval sal wees as die bevolking verdubbel het teen die jaar 2020? Sal die wêreldbevolking teen daardie tyd gestabiliseer wees, of sal hongersnood en onstabieleit in die ekonomiese sisteem tot sosiale wanorde lei?

As gevolg van hierdie onsekerheid het talle wetenskaplikes die afgelope tiental jare die beskikbaarheid van voldoende minerale grondstowwe bevraagteken op grond van evaluasies van minerale hulpbronne. Dit het gelei tot uiteenlopende sienswyses. Daar is diegene (Meadows, *et al.*, 1972; Cloud, 1978) wat volhard dat fisiese beperkinge die ontwikkeling van minerale hulpbronne sal teenwerk of beëindig, terwyl ander (Sheldon, 1977) die gedagte huldig dat vooruitgang in die tegnologie die beskikbaarheid van minerale hulpbronne sal verleng of geskikte plaasvervangers beskikbaar sal stel as sekere hulpbronne kwyn of kostestygings die aanvraag laat verminder.

Skinner (1976), deel minerale hulpbronne in in twee kategorieë, te wete geochemies volop metale en geochemies skaars metale. Daar is geochemies gesien twaalf elemente wat volop is, dit wil sê elemente wat in gemiddelde konsentrasies van 0,1% of meer in die aardkors voorkom en wat gesamentlik 99,23% van alle elemente in die aardkors uitmaak. Yster, aluminium, titaan, magnesium en mangaan is onder andere van hierdie elemente wat op groot skaal in die industrie gebruik word. Aangesien die meeste van hierdie metale hoofbestanddele van individuele minerale in gesteentes is, sal dit altyd moontlik wees om sonder veel moeite 'n mineraalkonsentraat te vorm wat met behulp van bestaande metallurgiese prosesse herwin sal kan word. Bowendien is die verspreiding van hierdie tipe minerale in die aardkors sodanig dat die hoeveelheid beskikbare hulpbronne geometries toeneem namate die persentasie in 'n erts rekenkundig afneem.

Die sogenoemde geochemies skaars elemente lewer 'n baie groter probleem aangesien hulle selde afsonderlike minerale vorm. Die oorgrote meerderheid van hierdie skaars elemente is in konsentrasies van enkele dele per biljoen opgesluit deur middel van isomorfe vervanging in minerale van geochemies volop elemente, veral silikate. Slegs in baie beperkte dele van die aardkors het uitsonderlike geologiese gebeure gelei tot lokale konsentrasies van hierdie skaars elemente en kan hulle dus as hoofbestanddele in minerale aangetref word. Dit is hierdie geochemies skaars metale wat tans vinnig ontgin word,

waarvan hulpbronne volgens ons huidige kennis beperk is, en wat binne afsienbare tye strategiese tekorte sal aantoon.

In fig. 1 word die beraamde reserwes van 'n aantal belangrike minerale getoon en vergelyk met die beraamde hoeveelhede wat teen die huidige jaarlikse groei in produksie tot en met die jaar 2000 benodig sal word. Hieruit blyk daar dat in die geval van die metale koper, lood, sink, tin, molibdeen, wolfram en silwer reeds teen die jaar 2000 tekorte kan ontstaan, tensy van die hulpbronne in reserwes omskep word. Selfs al word nuwe hulpbronne van hierdie metale ontdek, sal dit slegs tot gevolg hê dat die datum van finale uitputting van die metale met 'n paar jaar verskuif word.

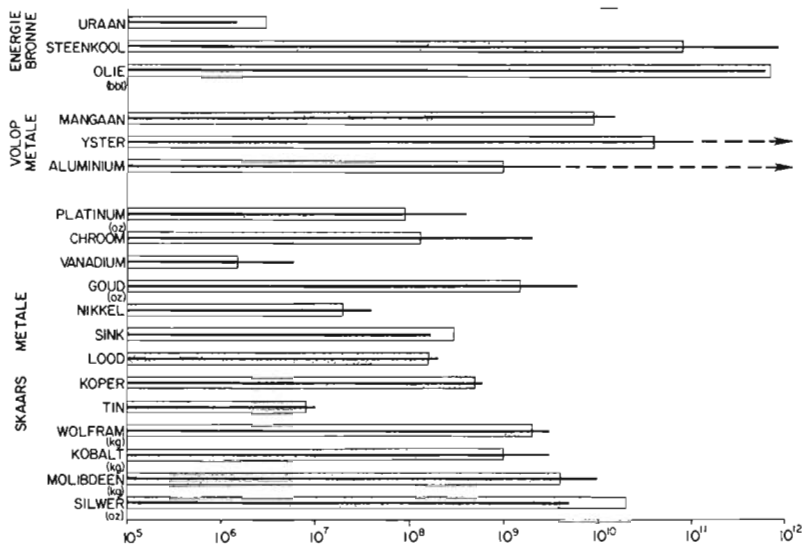


Fig. 1 Reserwes van 19 minerale hulpbronne (soliede lyn) met beraamde kumulatiewe verbruik tot die jaar 2000 (volgens Cloud, 1977). Die eenheidskaal is logaritmiësk en verwys na metrieke ton, tensy anders vermeld. Stippellyne dui aansienlike voorrade van laegraadse erts aan. Syfers aan die regterkant is die persentasieaandeel van wêreldreserwes wat in Suid-Afrika aangetref word.

'n Bykomende probleem is dat die herwinningskoste in terme van energie aansienlik styg namate die gehalte van die erts verminder. Hierdie feit word diagrammaties vir 'n aantal metale in fig. 2 aangetoon. Op grond van inligting van hierdie aard het Page en Creasy (1975) onder andere daarop gewys dat laegraadse Cu-erts met 'n Cu-inhoud van minder as 0,20 tot 0,25% nie meer afboubaar is nie vanweë die skerp toename in die hoeveelheid energie wat nodig is om die metaal van die erts te herwin.

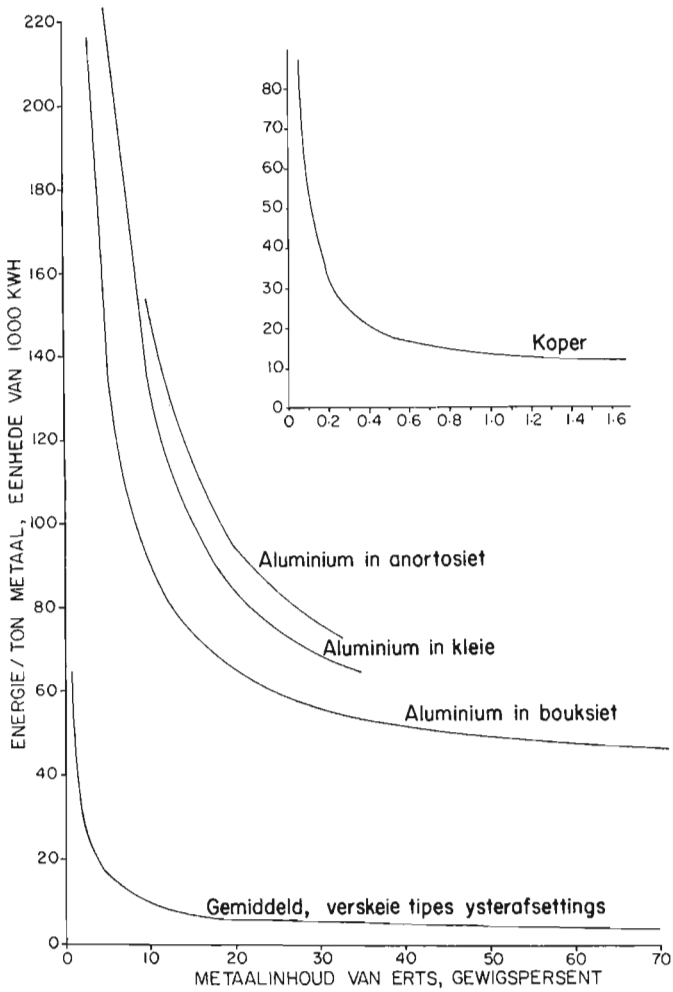


Fig. 2 Energiekoste van metaalproduksie (vereenvoudig uit Page en Creasy, 1975).

Dit bring ons onvermydelik by die kwessie van beskikbare energiebronne en by die vraag of daar nie dalk voldoende potensiële energiebronne beskikbaar is om laegraadse erts wel doeltreffend te kan ontgin nie. Die belangrikste energievoorrade van die wêreld is vandag ongetwyfeld die fossielbrandstowwe, waaronder steenkool, bruinkool, aardolie, oliesand en -skalie en aardgas ingesluit word. Van hierdie energiehulpbronne vorm steenkool en bruinkool gesamentlik 80 persent (Kehrer, 1978). Op grond van 'n noukeurige evaluasie van die wêreld se steenkoolhulpbronne deur Averitt het Hubbert (1978) tot die slotsom gekom dat steenkool nog vir die volgende 300 jaar 'n belangrike bron van energie vir die wêreld sal wees.

Die posisie ten opsigte van olie lyk geensins so rooskleurig nie. Sedert die ontdekking van olie effens meer as 100 jaar gelede het die produksie 'n volgehoue eksponensiële groei van 7 persent getoon, wat 'n verdubbeling in produksie elke 10 jaar tot gevolg het. Die produksietempo is tans sodanig dat 80 persent van alle voorrade na raming teen die jaar 2030 ontgin sal wees. Olie opgesluit in olieskalie en oliedraende sand van Noord-Amerika vorm in totaal maar slegs 9,6 persent van die beraamde energiebronne en kan dus nie as 'n langtermynoplossing vir die energievraagstuk beskou word nie.

Suid-Afrika is in die voordelige posisie om oor aansienlike steenkoolhulpbronne te beskik, en alhoewel die land na raming slegs sowat 2 persent van die geskatte reserwes van die wêreld bevat (Van Rensburg en Pretorius, 1977), word dit tog deur Kehrer (1978) aangegee as een van tien lande met die grootste steenkoolhulpbronne. Hierdie gevolgtrekking is ongetwyfeld gebaseer op die verslag van die Petrick-kommissie (Petrick *et al.*, 1975), waarvolgens Suid-Afrika se hulpbronne op  $25290 \times 10^6$  t herwinbare steenkool gestel word.

In die afgelope jare is daar egter deur nuwe boorwerk nog herwinbare steenkool ontsluit, en deur middel van verbeterde mynboutegniese en groot oopgroefmyne wat tans beplan word, sal 'n groter persentasie van die steenkool herwin kan word. Op grond van sulke argumente het Burnton (1978) tot die gevolgtrekking gekom dat die herwinbare steenkoolhulpbronne van Suid-Afrika tans op  $61000 \times 10^6$  t te staan kom.

Ondanks hierdie verdriedubbeling van ons steenkoolhulpbronne oor die afgelope vyf jaar moet ons aanvaar dat ons hier met 'n eindige bron te doen het en dat die mens uiteindelik ander energiebronne sal moet ontwikkel en gebruik. Dit blyk egter ook ewe duidelik dat daar nooit 'n tekort aan energie behoort te wees nie, op voorwaarde dat metodes ontwikkel word om alternatiewe bronne soos die son, aardhitte en radioaktiewe bronne te gebruik. Soos Burnton (1978) dit tereg stel, is dit nie 'n kwessie van of ons genoeg

steenkool vir die toekoms het nie, maar eerder of ons steenkoolvoorrade sal hou totdat alternatiewe bronne van energie beskikbaar raak.

Nuwere tegnologiese ontwikkelings, nie slegs met betrekking tot alternatiewe vir fossielenergie en grondstowwe nie maar ook op die gebiede van mynbou en metallurgie die afgelope jare, het bygedra tot die formulering van die gedagterigting dat die mensdom geen tekort aan minerale hulpbronne ooit hoef te ondervind nie. Ekspolente van hierdie denkrigting, soos Sheldon (1977), maak 'n duidelike verskil tussen mineraleafsettings wat permanent en onvervangbaar is aan die een kant, en minerale hulpbronne wat tydsgebonde en veranderlik is aan die ander kant. Hulle wys daarop dat 'n mineraal van geen waarde is tensy daar nie 'n vraag daarna bestaan nie. Sodra hierdie mineraal egter deur tegnologiese ontwikkeling in aanvraag kom, word 'n waardelose mineraalafsetting meteens 'n minerale hulpbron. Die volgende voorbeeld, met modifikasies aangehaal uit Sheldon (1977), dien om die veranderlike geartheid van hulpbronne en die effek op beskikbare hulpbronne te illustreer.

Die steentydperk-Boesman van Suidelike Afrika het 1000 jaar gelede 'n klein maar gespesialiseerde behoefte aan gesteentes gehad. Elke jaar het hy 'n paar kilogram chert, felsiet en jaspis gebruik om spiespunte, byle en ander werktuie te maak. Die magdom aan goud, chroom, mangaan, platinum, ens. waaroor hy geloof het, was vir hom van geen waarde nie. Vandag is die toedrag geheel en al omgekeerd, aangesien die huidige bewoners van Suid-Afrika 'n groot behoefte aan 'n verskeidenheid van mineraalgebaseerde produkte het. Die verskil in tye en behoeftes tussen die Boesman en die moderne bewoner van 'n geïndustrialiseerde land word nog duideliker as daaraan gedink word dat die chert, felsiet en jaspis wat vir die oorlewing van die Boesman van kardinale belang was vandag nie eens onder die minerale hulpbronne getel word nie. Sheldon kom dus tot die slotsom dat mineraleafsettings beskou moet word as onvervangbaar, maar dat deur pogings van die mensdom minerale hulpbronne "geskep" kan word - geskep nie in die sin van skepping deur die Almagtige nie, maar in die sin dat 'n gesteenteliggaam vir die eerste keer as bruikbaar geïdentifiseer word. Binne die perke van geologiese beskikbaarheid sal die tipe, grootte en aard van die minerale hulpbronne dus afhang van die tegnologie wat die minerale gebruik en ontgin.

Hierdie beknopte oorsig oor die hulpbronsituasie lei tot die gevolgtrekking dat dit wenslik is om tot 'n beter begrip te kom van die faktore wat die langtermynaanbod en -aanvraag van minerale beïnvloed en om op internasionale vlak 'n realistiese evaluasie van die hele mineralehulpbronsituasie te maak. Dit spreek vanself dat in die onsekere situasie waarin ons tans verkeer 'n blinde vertrouwe op die geowetenskaplik-tegniese vernuf van ons medemens en nakomelinge net so onvanpas is as die pessimistiese siening dat die mensdom afstuur op sy eie ondergang.



### III. GEOLOGIE IN DIE TOEKOMS

Hubbert (1978) het daarop gewys dat die geologiese wetenskap sedert sy ontstaan deur twee fundamenteel verskillende stadia gegaan het. Die eerste stadium was die geologies-biologiese revolusie in die eeu vanaf 1785 tot 1895 waartydens James Hutton (1726-1793), Charles Lyell (1777-1875) en Charles Darwin (1809-1882) die hoofbydraers was. Tydens hierdie eeu het die sienswyse van die geleerdes, veral wat die aarde, sy biologiese bewoners en sy geskiedenis aanbetref, drasties en onomkeerbaar verander in dié sin dat deur die studie van die gesteentes die beginsel posgevat het dat die aarde duisende miljoene jare oud is en deur 'n proses van evolusie ontwikkel het.

Die tweede stadium in die ontwikkeling van die geologiese wetenskap, dit wil sê die afgelope eeu, het na verhouding min bygedra tot die basiese sienswyses van die geowetenskaplikes, maar het geweldig bygedra tot die manier van lewe en wat die mense doen. Dit is die tydperk van die industriële gemeenskappe, wat hulle ontwikkeling gebaseer het op fossielbrandstowwe en minerale hulpbronne. Geoloë was belangrike bydraers tot hierdie ontwikkeling deurdat hulle die aarde se skatte aan minerale, metale en fossielbrandstowwe ontsluit het. Hierdie afgelope 100 jaar was 'n periode van eksponensiële industriële groei en van toenemende ekologiese ontwingting. Die mensdom kom egter geleidelik tot die besef dat onbeheerde bevolkingsaanwas en die gepaardgaande eksponensiële vraag na natuurlike hulpbronne geweldige probleme inhou en dat ons met die huidige tegnologie en die huidige bekende hulpbronne van minerale en metale nie hierdie probleme sal kan oorbrug nie.

Die mening word dus gehuldig dat die geologiese wetenskap aan die beginpunt van 'n verdere ontwikkelingsstadium staan aangesien dit veral die geoloog is wat nou in 'n leidende posisie geplaas word ten einde die probleme wat met die verwagte progressiewe vermindering van die aarde se konvensionele energiebronne en ertse van industriële minerale en metale gepaard gaan, te oorbrug.

Geoloë sal egter nie die probleme van die toekoms op hulle eie kan oplos nie en sal slegs hulle bydraes kan maak deur noue skakeling en medewerking met ander dissiplines in die basiese en toegepaste wetenskappe. Uit die aard van die probleme wat in die vooruitsig gestel word, sal geologie in die toekoms noodgedwonge in twee breë rigtings moet ontwikkel, te wete as basiese natuurwetenskap aan die een kant en as toegepaste wetenskap aan die ander kant.

Geologie is in wese 'n basiese natuurwetenskap en die geoloog wat geologie as 'n basiese natuurwetenskap beoefen, doen dit om prosesse in en op die aarde en, in die afgelope dekade, ook op ander hemelliggame in die industrie, te verstaan. Die meeste geoloë vind egter 'n heenkome in die industrie, veral in die myn- en konstruksiebedryf. Dit is hierdie geoloë wat met hulle kennis van die vakgebied terreine identifiseer wat vir hulle van nut is, hetsy vir eksplorاسie of konstruksie, en dan sekere tegnieke toepas om die geskiktheid van die terreine vir 'n spesifieke doel beter te kan evalueer.

Dit is die verantwoordelikheid van beide die geoloog as navorser en die geoloog in die industrie om deur middel van doelgerigte programme die gevaar van 'n vroegtydige tekort aan hulpbronne van strategiese minerale teë te werk. In hierdie verband is dit die geoloog as navorser se taak om die fundamentele beginsels en prosesse van lokalisering van ertsliggame te ondersoek, terwyl die meer toegepaste aspekte, dit wil sê die eintlike soektog na ertskonsentrasies en die tegnieke van eksplorاسie, die hoof funksie van die geoloog in die industrie is. Die aktiwiteite van die geoloog in die industrie bly egter natuurwetenskaplik georiëntreerd omrede dit nog steeds sy taak bly om gegewens wat ingewin word, te interpreteer en om verklarings vir sy waarnemings te vind. Aangesien hy egter nie meer uitsluitlik met basiese navorsing gemoeid is nie en sy aktiwiteite in direkte verband staan met die tegnologie en met ontwikkelinge op tegnologiese gebied, wil ek die toekomsfunksie van geologie onder twee afsonderlike hoofde behandel.

## **1. Geologie as basiese natuurwetenskap**

Met die totstandkoming van internasionaal gekoördineerde interdisiplinêre projekte soos die bomantelprojek en die geodinamikaprojek is kommunikasieweë tussen verskeie natuurwetenskappe geskep wat baie bygedra het tot die ontwikkeling van geologiese denke. Die konsep van plaattektoniek wat gedurende hierdie tye van internasionale samewerking uitgebou is en wêreldwyd erken word, bied aan die aardwetenskaplike vir die eerste keer 'n model wat oënskynlik baie aspekte van die geaardheid en die gedrag van die aardoppervlakte verklaar. Hierdie teorie het baie bygedra tot nuwe insigte oor die ontstaan van oseane, die ontwikkeling van kontinente, die ontstaan van bergreëse en veral ook die konsep van metallogene provinsies. Die prosesse van kontinentalskuiwing is vandag nog aan die gang, en die spoed van beweging van kontinentale en oseaniese plate en die voorspelling van resulterende aardbewings en vulkaniese uitbarstings sal nog vir baie jare die onderwerp van navorsing van talle wetenskaplikes wees.

Die vraag ontstaan egter in watter mate prosesse wat vandag in die aarde werksaam is, teruggevoer kan word tot die geologiese verlede. Soos Hunter

(1975) dit tereg gestel het, is 'n begrip van die eerste hoofstukke in die aarde se geskiedenis essensieël vir 'n korrekte interpretasie van die daaropvolgende gebeure. In Suid-Afrika word 'n wye reeks goed bewaarde intrusiewe, ekstrusiewe en sedimentêre gesteentes aangetref wat verteenwoordigend is van die vroegste geologiese tye tot die Mesosoïkum. Dit bied aan Suid-Afrikaanse geoloë die unieke geleentheid om evolusionêre prosesse in en op die aardkors vanaf die vroegste tye te bestudeer en om 'n aansienlike bydrae te maak tot enige internasionaal gekoördineerde wetenskaplike program wat hom 'n beter begrip van die geologiese prosesse van die aardkors ten doel stel. Verskeie kollegas (Pretorius, 1973; Hunter, 1975) het alreeds die gedagte uitgespreek dat dit die goed bewaarde voorkambriese sedimentêre komme van Suidelike Afrika is wat meer doelgerigte ondersoeke regverdig, veral aangesien sulke ondersoeke baie daartoe kan bydra om nuwe ertsafsettings van sekere van die skaars elemente soos koper, lood, sink, uraan, ens. te ontsluit. Waar metaliese sulfiedafsettings in sedimentêre omgewings in die verlede beskou is as van hidrotermale oorsprong, laat die ontdekking van warm pekels (hot brines) en die chemie van diep formasiewaters in sedimentêre komme al hoe meer die gedagte posvat dat hierdie tipe afsetting sy ontstaan hoofsaaklik aan normale sedimentêre prosesse te danke het.

As gevolg van die Universiteit van Pretoria se ligging, en vanweë die bestaan van die Instituut verbonde aan die Departement Geologie, het die meeste geologiese navorsingsprojekte die Bosveldkompleks as sentrale tema. Maar selfs die Bosveldkompleks moet geotektonies aan die groot sedimentêre Transvaalkom gekoppel word (Sharpe en Snyman, 1978). Ondersoeke van die sedimente van die Transvaal- en Waterbergkom, wat in plek en in tyd so nou gekoppel is aan die inpasing van die Bosveldkompleks, behoort in die toekoms in die Departement 'n meer prominente rol te speel en behoort ten sterkste aangemoedig te word, sodat ons aan die Universiteit van Pretoria ook 'n volwaardige bydrae kan lewer tot die volgende nasionaal gekoördineerde navorsingsprogram. Interdisiplinêre skakeling en navorsing binne die raamwerk van nasionaal of internasionaal gekoördineerde projekte is 'n voorvereiste vir betekenisvolle vooruitgang van geologie as wetenskap.

## **2. Geologie as toegepaste wetenskap**

Die gebiede in die toegepaste wetenskappe waar geologie in die toekoms 'n toenemend belangriker rol het om te vervul, is baie uiteenlopend en sluit onder andere eksplorاسie, mynbougeologie, ingenieursgeologie, metallurgie en materiaalkunde, minerale ekonomie en beplanning in. Dit is 'n onbegonne taak om die toekomsfunksies van geologie in hierdie wyd uiteenlopende spesialiseringsrigtings te identifiseer en in besonderhede te omskryf. Daarom word slegs 'n poging aangewend om riglyne aan die hand te doen oor hoedat geologie

in hierdie vakrigtings kan bydra tot die oorbrugging van die probleme van die toekoms.

#### i) Eksplorاسie en mynbou

Die minerale rykdom van groot gedeeltes van die aarde is nog geensins volledig ontsluit nie vanweë ontoeganklikheid of politiese redes. Pogings van aardwetenskaplikes sal dus toegespits word op gebiede wat op die huidige nie geskik is vir ondersoeke met behulp van konvensionele tegnieke nie. Hier kan onwillekeurig gedink word aan potensiële ertsafsettings soos mangaanknolle op die diepseebodems, onder dik latteritiese gronde in die trope, onder dik grondmorenes soos bv. in die noordelike halfmond, onder ys van Antarktika en Groenland en onder uitgestrekte sandlae soos in die Kalahari. Konvensionele eksplorasietegnieke sal egter nie vir die opspoor van sulke ertsafsettings voldoen nie en derhalwe sal veral die geofisiese en geochemiese eksplorasietegnieke verder uitgebou moet word.

Met die uitputting van die hoëgraadse ertsafsettings sal laegraadse afsettings al hoe belangriker word. Dikwels is daar egter tegnologiese probleme wat eers oorbrug moet word alvorens hierdie tipe afsettings van enige betekenis word. Kernbrandstowwe is hier 'n tersaaklike geval aangesien die toekomstige rol van kernenergie in die voorsiening in energiebehoefte uitsluitlik afhang van die beskikbare uraanbronne. Reserwes is betreklik klein en sal teen die huidige produksietempo nie vir baie langer as die jaar 2000 hou nie. Uraaneksplorاسie het dus 'n baie hoë prioriteit, onder andere ook in Suid-Afrika omdat daar etlike gebiede is wat potensiëel baie belowend lyk. Laegraadse uraanafsettings geassosieer met graniet, skalie en fosfaat (konsentrasies tussen 50 en 150 g uraan per ton) is feitlik onbeperk, en indien die herwinnings- en omgewingsprobleme wat groot oopgroefmyne en gesofistikeerde reaktortipes (snelkwekers) meebring doeltreffend opgelos kan word, kan kernenergie nog vir etlike eeue 'n belangrike energiebron bly.

#### ii) Metallurgie en Materiaalkunde

Mineraloë vervul al vir etlike jare 'n belangrike rol in alle mineraalprosesseringslaboratoria en hulle sal 'n steeds belangriker rol moet vervul aangesien die prosessering en ontginning van veral groot volumes laegraadse erts slegs deur optimale metaalherwinning lonend uitgevoer kan word. Dit is egter nie slegs die karakterisering van die mineraalsamestelling van erts wat hier ter sprake kom nie, maar ook die ondersoek van hoëtemperatuurreaksies en die smelting van nie-metalliese sisteme soos dit voorkom in die ekstraksie van metale uit erts en in die produksie en gebruik van mineraalgebaseerde produkte soos keramiese en vuurvaste produkte.

Mineralogies-petrologiese ondersoeke van pirometallurgiese slakke en sinters, asook ander nie-metalliese mineraalgebaseerde byprodukte of potensiele byprodukte is 'n verdere terrein waarop mineraloë 'n belangrike bydrae kan lewer aangesien sekere slakke met geskikte chemiese samestellings en fisiese eienskappe al hoe belangriker word in die bounywerheid.

### iii) Ingenieursgeologie

Die funksies van die ingenieursgeoloog was in die verlede uitsluitlik beperk tot geologiese ondersoeke van bouterreine. Die stygende behoeftes van 'n groeiende wêreldbevolking het egter tegnologiese ontwikkeling tot gevolg wat noodwendig moet lei tot al hoe groter bouprojekte soos damme, paaie, tunnels, myne en geboue. Die hoof funksie van die ingenieursgeoloog sal nog steeds die veiligheid en geskiktheid van bouterreine vanuit geologiese standpunt bly, maar weens die toenemende dimensies sal toekomstige bouprojekte 'n al hoe groter invloed op die omgewing uitoefen. Faktore sal dus ook geëvalueer en in aanmerking geneem moet word wat gebeurtenisse in die kringloop en die ewewigstoestande van die natuur kan versteur, aangesien grootskaalse ingryping in die natuur sekere, veral fisiese, prosesse met nadelige gevolge kan bespoedig of vertraag. 'n Aantal insiggewende voorbeelde van sulke versteurings wat deur konstruksiewerk meegebring is, word deur Müller en Schneider (1977) aangehaal, onder andere ook die katastrofe van die Vajont-Dam wat daartoe gelei het dat 2000 mense die lewe gelaat het.

In Suid-Afrika het die ontwatering van die dolomietkompartemente aan die Verre Wesrand verreikende gevolge gehad wat tot dusver nog nie volledig geëvalueer is nie. 'n Interessante ingenieursgeologiese projek sal die bestudering van die effek van grondwaterherstel op die dolomietgebiede na beëindiging van die mynbou in die gebied wees.

Die sienswyse word ook gehuldig dat dit die taak van die ingenieursgeoloog is om in medewerking met die geofisikus die geotermale energiebronne te evalueer. Hittegradiënte is in baie gebiede so hoog dat temperature van 100 °C of meer op dieptes van minder as 5000 m aangetref word. Die ontsluiting van hierdie energiebronne hang egter af van 'n aantal moeilik beoordeelbare faktore soos byvoorbeeld die verbetering van geotermiese eksplorasiemetodes en die tegnologiese ontwikkeling om hierdie tipe energie te tap. 'n Geweldig groot potensiele energiebron is hier beskikbaar, wat vermoedelik tesame met sonenergie die energiebronne van die toekoms sal word, veral wanneer die bronne van fossielbrandstowwe uitgeput raak.

Benewens die projekgebonde funksies wag daar vir die ingenieursgeoloog ook nog 'n toenemende betrokkenheid in regionale beplanningsaspekte. Hier

word veral gedink aan dorpuitleg, vervoernetwerke, die aanlê van depots vir radioaktiewe en ander afval, en omgewingsbeskerming. Die basis vir ondersoeke van hierdie aard sal ingenieursgeologiese kaarte vorm waarop tektoniese, geomorfologiese, hidrogeologiese en geodinamiese inligting soos verwerking, karstgebiede, ens. pertinent op aangedui is. Hierdie kaarte sal nie slegs van belang vir regionale beplanning wees nie, maar sal ook die taak van die projekgebonde ingenieursgeoloog aansienlik vergemaklik.

Dit is in hierdie verband verblydend om te verneem dat die Geologiese Opname besluit het om vir die groeisentrums van Suid-Afrika sulke kaarte saam te stel en dat die Geologiese Opname dit oorweeg om aan universiteite fondse beskikbaar te stel vir die uitvoer van hierdie karteeraktiwiteite. Fondse van hierdie aard sal baie daartoe bydra om die dringend noodsaaklike opleiding van ingenieursgeoloë op 'n gesonde grondslag te plaas.

#### iv) Beplanning

Ons word deesdae gereeld herinner aan Suid-Afrika se minerale rykdom en ook aan die sleutelposisie van Suid-Afrika as leweransier van strategiese minerale en metale aan die geïndustrialiseerde lande van die wêreld. Die minerale rykdom van Suider-Afrika is ongetwyfeld uniek, veral vanweë die groot verskeidenheid wat in verskillende gesteente-assosiasies van uiteenlopende ouderdom aangetref word. Maar dit is ook die geoloog se plig om Suid-Afrika se minerale rykdom, wat in die lig van beperkte wêreldvoorrade as die belangrikste bate van die land beskou moet word, in perspektief te stel. In hierdie verband is daar veral drie aspekte van Suid-Afrika se minerale rykdom wat in enige toekomsprojeksies nie uit die oog verloor mag word nie.

- a) Suid-Afrika se industriële vooruitgang moet grotendeels toegeskryf word aan sy minerale rykdom, veral goud. Goudproduksie het vir baie jare gesorg vir die grootste deel van die land se verdienste aan buitelandse valuta en dra vandag nog steeds meer as die helfte by tot alle uitvoere van minerale en metale. Suid-Afrika se jaarlikse goudproduksie het egter alreeds sy maksimum oorskry, minder as honderd jaar na die ontdekking daarvan aan die Witwatersrand.

Indien produksie van 'n uitputbare hulpbron soos goud deur die Gauss-distribusie beskryf kan word soos deur Hubbert (1978) voorgestel, sal die goudopbrengs van Suid-Afrika geleidelik afneem en binne sowat tagtig jaar uitgeput wees. Dit lyk wel nog ver in die toekoms en ons sal dit nie meer beleef nie, maar ons kleinkinders sal.

- b) Die plek van goud in Suid-Afrika se minerale produksie sal geleidelik deur ander industriële minerale en metale ingeneem word en hier moet onwil-

lekeurig aan die ander groot afsettings van strategiese minerale gedink word, veral dié waarvan Suid-Afrika oor 'n groot persentasie van die wêreld se bekende hulpbronne beskik, onder andere chroom, platinum, vanadium en mangaan. Met die onafhanklikwording van die tuislande sal 'n groot hoeveelheid van hierdie hulpbronne egter van nasionaliteit verander, onder andere meer as 50% van die platinum en vanadium, ongeveer 30% van die chroom (Von Gruenewaldt, 1977), asook nog van ons ander hulpbronne soos kooksteen-kool, andalusiet, asbes, ens. Hier word weer eens die belangrikheid van die geoloog en sy kennis van die ligging van strategiese minerale en van die potensieële ertsdraende gesteenteformasies in enige toekomsbeplanning van Suid-Afrika beklemtoon.

- c) Tydens 'n konferensie oor materiaalsubstitusie (Purcell, 1977) was afgevaardigdes dit eens dat die energiekrisis, dreigende tekorte aan sekere minerale en 'n toenemende omgewingsbewustheid tot gevolg het dat substitusie alreeds 'n belangrike komponent van die materiaal-tegnologie uitmaak. So bv. kan deur oppervlakbehandelings-tegnieke by staal hoogs korrosievaste produkte vervaardig word wat slegs 10% van die chroom gebruik wat in konvensionele vlekvrystaal gebruik word. Waar Suid-Afrika miskien binne sowat twintig jaar 'n kartelposisie met betrekking tot onder andere chroom, platinum en mangaan sal beklee, sal die produseerders van hierdie minerale en die mineraale-ekonome die tegnologiese ontwikkeling in die materiaal-industrie baie fyn moet dop hou om te verseker dat, eerstens, geen kunsmatige tekorte aan hierdie metale geskep word nie en, tweedens, die pryse van hulle produkte realisties bly ten einde te verhoed dat die geweldige hulpbronne van hierdie metale in Suid-Afrika nutteloos word. Soortgelyke argumente kan aangehaal word vir enigeen van die ander minerale hulpbronne waarmee Suid-Afrika so besonder goed bedeed is, onder andere vir steenkool wat grotendeels nutteloos sal word indien doeltreffende alternatiewe energiebronne vroegtydig ontwikkel word.

#### IV. GEVOLGTREKKINGS

In hierdie oorsig het ek gewys op sekere rigtings waarin geologie in die toekoms 'n wesentlike rol het om te vervul. Ander ewe belangrike rigtings soos geofisika, geochemie en marine-geologie is slegs in die verbygaan genoem. In geheel illustreer hierdie oorsig egter die groot verskeidenheid wetenskaplike en utilitaristiese aspekte van geologie en veral ook die skakel wat geologie tussen die basiese en toegepaste wetenskappe vorm.

Ten einde geoloë op te lei vir die veelvuldige take wat hulle in die toekoms het om te vervul, is 'n breë interdisiplinêre basis van net soveel belang

as spesialisasie. Dit is ons plig om aan ons studente die opleiding te gee wat hulle nie slegs bewus sal maak van die probleme van die toekoms nie, maar hulle ook die kennis en agtergrond sal gee wat hulle in staat sal stel om hierdie probleme die hoof te bied.

Ek het probeer aandui dat die voortbestaan van die mensdom op aarde nou gekoppel is aan tegnologiese ontwikkeling, wat op sy beurt afhang van beskikbare energie- en minerale hulpbronne. Ten einde hierdie hulpbronne van die aarde optimaal te kan benut, is noue skakeling tussen geologie en tegnologie op baie vlakke onontbeerlik. Dit laat die vraag ontstaan of daar veral in Suid-Afrika nie 'n behoefte bestaan aan die opleiding van geologies georiënteerde tegnoloë nie. Met die afbou van toenemend lae- en hoë-gradse erts, die gevolglike groter volumes rots wat gemyn moet word en die oprigting van al hoe groter en waaghalsiger konstruksieprojekte word geologie van toenemende belang in die besluite van die ingenieur en sal die ingenieur noodgedwonge 'n dieper insig in geologie moet bekom. Om dié rede word daar tans ook aan hierdie Universiteit gedagtes gewissel oor die wenslikheid en uitvoerbaarheid van 'n kursus in geologiese ingenieurswese waarin bo en behalwe geologie tot op derdejaarsvlak onder andere ook mynbou, grondmeganika, rotsmeganika, materiaalkunde, ertsbereiding en toegepaste geofisika belangrike komponente sal vorm.

Ons aan hierdie Universiteit bied alreeds vir etlike jare met die hulp van die Geologiese Opname 'n nagraadse kursus in Toegepaste Geofisika aan en hopelik sal ons binnekort ook daartoe in staat wees om 'n soortgelyke kursus in ingenieursgeologie aan te bied. Vanjaar word vir die eerste keer by wyse van 'n proefneming 'n gedifferensieerde honneurskursus in geologie aangebied waar die student binne die breë raamwerk van die bestaande kursus die keuse van beperkte spesialisasie in òf mineralogie, òf geochemie òf eksplorasiageologie het. Spesialisasie van hierdie aard is egter slegs sinvol indien die student, wanneer hy die universiteit verlaat, ten volle bewus is van die verantwoordelikhede van die geoloog in 'n toekoms van beperkte hulpbronne en as hy besef dat sonder interdisiplinêre skakeling geen wesenlike wetenskaplike vooruitgang moontlik is nie.

Die uitdaging van die geoloog lê egter nie slegs daarin om 'n leidende rol te speel in die oorbrugging van die probleme wat met die progressiewe vermindering van die aarde se natuurlike hulpbronne gepaard gaan nie, maar ook om deur intellektuele leiding die mensdom voor te berei vir enige wysigings in sy sosiale en finansiële orde wat sulke tekorte kan meebring.



## V BRONNE

- BURNTON, R.E. (1978). *Coal as a source of energy*. Paper read at the 1920 Settlers National Monument Foundation 1978 Conference "The Road Ahead", Grahamstown.
- CLOUD, P. (1977). Entropy, materials and posterity. *Geol. Rundsch.*, v. 66, 678-696.
- HUBBERT, M.K. (1977). Role of geology in transition to a mature industrial society. *Geol. Rundsch.*, v. 66, 654-677.
- HUNTER, D.R. (1975). *Geology in the next two decades*. Univ. of Natal Press, Pietermaritzburg, 13p.
- KEHRER, P. (1977). Energie-Ressourcen der Erde - Grenzen aus geowissenschaftlicher Sicht. *Geol. Rundsch.*, v. 66, 697-711.
- MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J. & BEHRENS, W.W. III (1972). *The limits to growth*. Universe Books, New York, 205p.
- MÜLLER, L. & SCHNEIDER, H.-J. (1977). Die wachsende Bedeutung der Ingenieurgeologie im Zeitalter der Umweltzerstörung. *Geol. Rundsch.*, v. 66, 722-739.
- PAGE, N.J. & CREASY, S.C. (1975). Ore grade, metal production and energy. *Jour. res. U.S. Geol. Surv.*, v. 3, 9-13.
- PETRICK, A.J., VAN RENSBURG, W.C.J. & VOS, D. (1975). *Commission of enquiry into the conservation of South Africa's coal resources*. Govt. Printer, Pretoria.
- PRETORIUS, D.A. (1973). The role of the Economic Geology Research Unit in mineral exploration in South Africa. *Inf. Circ. 77, Econ. Geol. Res. Unit*, Univ. Witwatersrand.
- PURCELL, A. (1977). Substitution - no alternative? Report on the Conference on Materials substitution. *Res. Policy*, v. 3, 292.
- SHARPE, M.R. & SNYMAN, J.A. (1978). A model for the emplacement of the eastern compartment of the Bushveld Complex. *Inst. geol. res. Bushveld Complex, Res. Rep. 11*, 33p.
- SHELDON, R.P. (1977). Replenishing non-renewable mineral resources - a paradox. *U.S. Geol. Surv. Ann. Rep.*, 41-47.
- SKINNER, B.J. (1976). A second iron age ahead? *Amer. Sci.*, v. 64, 258-269.
- VAN RENSBURG, W.C.J. & PRETORIUS, D.A. (1977). *South Africa's Strategic Minerals*. Valiant Publishers, Johannesburg, 156p.
- VON GRUENEWALDT, G. (1977). The mineral resources of the Bushveld Complex. *Miner. Sci. Engng.*, v. 9, 83-95.

## ABSTRACT

In view of the finiteness of mineral resources, the geologist will be faced with increasing responsibilities to ensure a worthy existence for mankind in future. Considering the problems associated with a shortage of certain resources, geology is expected to develop in two broad directions. As a basic science, geology will only develop significantly by liaising closely with other disciplines and by participating in internationally coordinated projects. Interdisciplinary cooperation will provide a better insight into the processes operating in and on the earth, which is essential in the understanding of ore-forming processes and consequently also in defining target areas for future exploration programmes. As an applied science, geology will have to fulfill an increasingly important function in, firstly, the development of techniques for the exploration and exploitation of minerals and metals from the earth's crust, secondly, investigations of foundations in the construction sector and, thirdly, long-term and environmental planning aspects, seeing that it is the geologist who has the knowledge of the distribution not only of the known mineral deposits of strategic minerals but also of those rock formations that may become potentially important ore bearers of the future.

## PUBLIKASIES IN DIE REEKS VAN DIE UNIVERSITEIT

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 Onder- vindinge 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 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. "Onkruid 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 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 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 Geneeskunde" — Prof. J. Studer.
85. "Die Liggaamlike Opvoedkunde: Geesteswetenskap?" — Prof. J.L. Botha.
86. Dosentekursus: 1974 — Referate gelewer tydens die Dosentekursus 4-- 7 Febr. 1974.
87. "Die opleiding van die mediese student in Huisartskunde aan die Universiteit van Pretoria" — Prof. H.P. Botha.
88. "Opleiding in bedryfseksonomie 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. "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.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 personeellede vir die twaalf maande eindigende op 15 November 1975.
111. "Ortodonsie — 'n Oorsig en Waardebepaling" — Prof. S.T. Zietsman.

112. "Rede gelewer by Ingebruikneming van die Nuwe Kompleks vir die Tuberkulose-navorsingseenheid 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 Rontgendiagnostiek voor 'n Nuwe Uitdaging — die Toegepaste Fisiologie" — Prof. J.M. van Niekerk.
121. "Die Algemene Sisteemteorie as Uitgangspunt by die Bepanning 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 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. "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. 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 Lente-promosieplegtigheid van die Universiteit van Pretoria op 8 September 1978 — Mnr. J.A. Stegmann.

**ISBN 0 86979 034 X**

V&R-Pta.