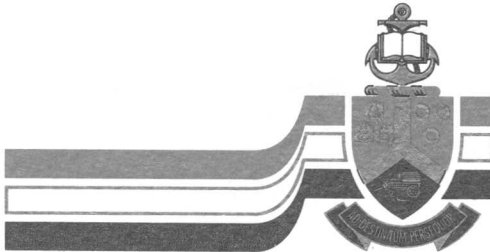


NUWE REEKS Nr 301  
ISBN 1-86854-013-8

**“NUWE HORISONNE VIR METALLURGIESE  
INGENIEURSWESE”**

**PROF R J DIPPENAAR**



Universiteit van Pretoria

# INHOUDSOPGAWE

Onderwerp	BLADSY
Inleiding	3
Wetenskaplike agtergrond	4
Guidelines in our strategy	8
Obstacles in our way	9
Geselskaps	12
The new dawn	15
Die nuwe	17
Die toekoms	21
Geselskaps	24
Slotwoord	26

## **NUWE HORIZONNE VIR METALLURGIESE INGENIEURSWESE**

**PROF RJ DIPPENAAR**

Intreerede gelewer op 16 Februarie 1995

# INHOUDSOPGAWE

Onderwerp	BLADSY
Inleiding	3
Geskiedkundige agtergrond	4
Guidelines in our strategy	8
Obstacles in our way	9
Geleenthere	12
· The environment	15
· Die opleidingstaak	17
· Die navorsingstaak	21
· Gemeenskapsdiens	24
Slotwoord	24

## VOORSTELLING : RJ DIPPENAAR

Rian Johannes Dippenaar is op 13 Februarie 1943 gebore. Hy behaal die BSc-graad in Metallurgie in 1963, die BSc(Hons) in 1964 en die MSc (cum laude) in 1966 aan die Universiteit van Pretoria. In 1968 skryf hy in aan die Universiteit van Cambridge in Engeland en behaal die PhD-graad in 1970. In 1990 verwerf hy ook die BProc-graad aan Unisa.

Prof. Dippenaar begin sy professionele loopbaan in 1965 as navorsingsbeampte by Yskor, maar word in dieselfde jaar as Lektor aan die Universiteit van Pretoria aangestel. Hy tree mettertyd in diens van die destydse Raad op Atoomkrag en gedurende die tydperk 1970-1971 is hy 'n besoekende wetenskaplike aan die Oak Ridge National Laboratory in die VSA, waarna hy na Suid-Afrika terugkeer.

In 1978 registreer hy as professionele ingenieur, en is vir die afgelope aantal jare ook Raadslid van die SA Raad vir Ingenieurswese waar hy in twee registrasiekomitees dien.

In April 1980 word hy as professor in die Yskor-leerstoel in die Departement Materiaalkunde en Metallurgiese Ingenieurswese aan die Universiteit van Pretoria aangestel. Op 1 Mei 1994 word hy as Hoof van die Departement aangestel.

Prof. Dippenaar het sedert sy aanstelling in 1980 as promotor vir sewe doktorsale proefskrifte en as leier vir 10 magistratersverhandelings opgetree. Uit hierdie navorsingswerk het 20 navorsingspublikasies in internasionale tydskrifte voortgevloei en 18 referate is by internasionale kongresse gelewer.

Hy word by drie geleenthede as besoekende professor aan buitelandse universiteite ontvang: In 1984 aan die University of British Columbia, Kanada; in 1985 aan die University of Tokyo, Japan; en in 1992 aan die Carnegie Mellon University, VSA.

Prof. Dippenaar het verskeie toekennings vir sy akademiese prestasies ontvang. Dit sluit in die Nasionale Beurs in 1968, 'n nagraadse beurs van die WNNR, silwermedaljes van die SAIMM vir publikasies van hoogstaande gehalte by twee geleenthede en SNO-gradering. Daarbenewens word hy deur UP as 'n uitnemende presteerder aangewys.

Prof. Dippenaar is 'n direkteur van die raadgewende ingenieursmaatskappy LMMI. Hy is 'n genoot, en sedert 1986 ook 'n raadslid, van die Suid-Afrikaanse Instituut vir Mynbou en Metallurgie en dien in verskeie komitees van die Instituut. Hy is ook lid van die Amerikaanse Iron and Steel Society en van die Iron and Steel

Institute of Japan. Verder dien hy in die redaksiekomitee van twee buitelandse tydskrifte in sy vakgebied, naamlik *Iron and Steelmaker* in die VSA en *Ironmaking and Steelmaking* in Brittanje.

Prof. Dippenaar skenk besondere aandag aan die skakeling tussen die universiteit en die nywerheid en het reeds verskeie universiteite, navorsingsinstansies en nywerhede in die buiteland besoek.

**Prof. P. Smit**

**VISEKANSELIER EN REKTOR**

# PROFESSORALE INTREEREDE

PROF RJ DIPPENAAR

## NUWE HORISONNE VIR METALLURGIESE INGENIEURSWESE

### INLEIDING

Die gebruik dat 'n intredende departementshoof 'n intreerede lewer, dateer uit die jare 1170 tot 1200 nC en het sy oorsprong in die universiteite van Parys en Bologna gehad toe universiteite nog onder die gesag van die kerk gestaan het<sup>1</sup>. 'n Intredende professor moes sy leerstellings gedurende 'n seremonie, wat in werklikheid 'n openbare eksamen was, en wat as die **inceptio** bekend gestaan het, verdedig. Was 'n kandidaat suksesvol, het die aartsbiskop die sogenaamde **licentia docendi** aan hom toegeken, wat aan hom die reg verleen het om as leermeester op te tree. Alhoewel die **inceptio** vandag nie meer dieselfde vorm het nie en die intreerede nie werklik meer 'n eksamen is nie, en alhoewel die **licentia docendi** as sodanig nie meer toegeken word nie, het die gees daarvan tog nie verander nie. Ek is dus vanaand hier om my filosofie, visie, oogmerke en aanslag in die openbaar te verdedig en te poog om begrip en aanvaarding daarvoor deur die breë gemeenskap te verkry.

Meneer die Visekanselier, ek wil my betoeg ter aansoek om die **licentia docendi** met 'n grafskrif begin. 'n Grafskrif wat Alexander Pope vir die graf van Sir Isaac Newton, een van die grootste wetenskaplikes en ingenieurs van alle tye, bedoel het<sup>2</sup>. Pope skryf:

*Nature and nature's laws lay hid in night  
God said: 'Let Newton be'  
and all was light*

Aldus Pope, bied die almagtige God per geleentheid aan enkelinge die voorreg om deur 'n skrefie te loer en 'n blik te kry op die geheimenis van sy skepping. So 'n mens was Isaac Newton. Newton skryf egter self op 5 Februarie 1676<sup>3</sup>:

*If I have seen further it is by standing  
on the shoulders of giants*

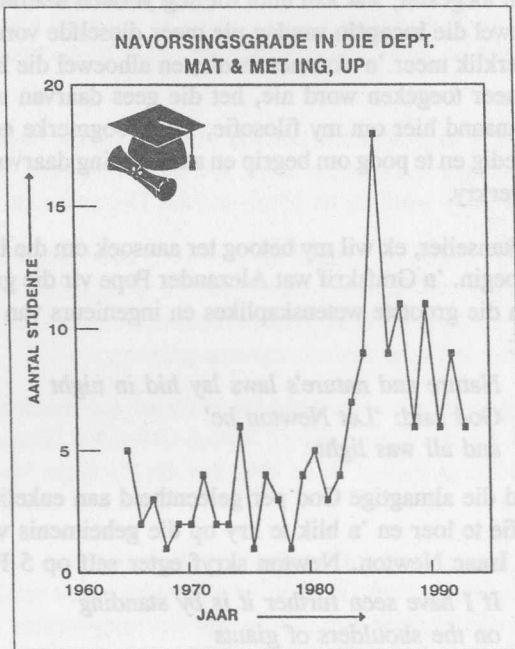
Newton kon verder sien, deels omdat hy op die reuse bydrae van sy voorgangers kon steun. Miskien het ons nie aldag met 'n Newton te doen nie, maar dit is tog ons taak as universiteitsdosente om werk van sodanige gehalte te lewer dat ons studente daarop kan voortbou om verder te kan sien. Om aan die volgende geslag die geleentheid te bied om by ons beperkte insig verby te kan kyk en om nuwe horisonne in hul gesigveld te kry.

## GESKIEDKUNIGE AGTERGROND

Dit is nuttig om vanuit 'n historiese perspektief na die toekoms te kyk en om hierdie rede wil ek enkele gegewens aan u voorhou.

Die Departement Materiaalkunde en Metallurgiese Ingenieurswese is in 1959 gestig, onder andere om te help voldoen aan die vraag na Suid-Afrikaanse gegradueerdes in die metallurgie en metallurgiese ingenieurswese, en veral om Afrikaanssprekende studente na die besondere vakdisipline te lok. Ek wil dus ter aanvang baie kortliks verslag doen oor wat oor die eerste 35 jaar onder die bekwame leiding van Prof. G.T. van Rooyen bereik is.

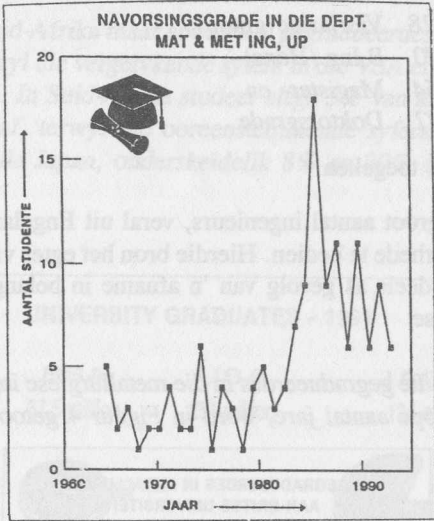
*Figuur 1 toon die aantal vierjarige grade wat per jaar in die departement toegeken is.*



Figuur 1

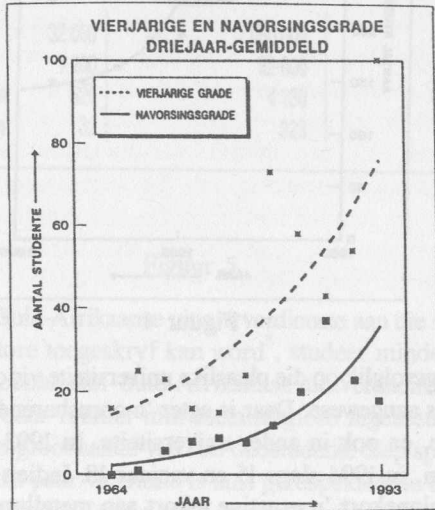
Die produksie was wisselvallig en in enkele gevalle baie laag. Tog het prof. Van Rooyen en sy span doelgerig voortgegaan en ook op 'n geselekteerde wyse studente nagraads opgelei.

*Dat ook hierdie poging suksesvol was, blyk uit Figuur 2 waar die aantal Honoris, Magister- en Doktorsgrade wat toegeken is, getoon word:*



Figuur 2

*Figuur 3 toon 'n beduidende stygende tendens in die driejaar-gemiddeld van grade toegeken en saam met ander universiteite voorsien ons tans bykans in die vraag na metallurgiese ingenieurs.*



Figuur 3



Sedert 1962 toe 'n enkele graad toegeken is, tot 1993 toe 45 vierjarige grade toegeken is, is daar 'n totaal van:

428 Vierjarige grade

70 B.Ing.(Hons)-

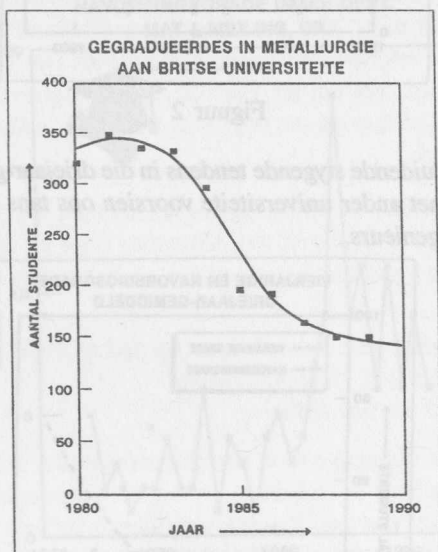
54 Magister- en

17 Doktorsgrade

in die Departement toegeken.

Tradisioneel is 'n groot aantal ingenieurs, veral uit Engeland, ingevoer om ons metallurgiese nywerhede te bedien. Hierdie bron het egter vir alle praktiese doeleindes opgedroog, deels as gevolg van 'n afname in belangstelling in metallurgiese ingenieurswese.

'n Skerp afname in die gegradueerdes in die metallurgiese ingenieurswese in Brittanje oor die afgelope aantal jare, word in Figuur 4 getoon.

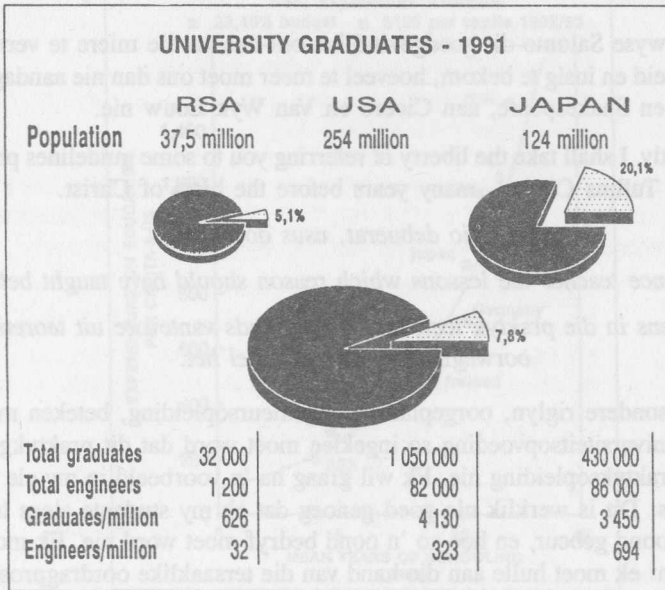


Figuur 4

Ons nywerheid is gevolglik op die plaaslike universiteite vir die opleiding van metallurgiese ingenieurs aangewese. Daar is egter 'n onrusbarende afname in eerstejaarinname in ons eie, en ook in ander universiteite. In 1993 het ons 45 eerstejaarstudente ingeneem, in 1994 slegs 15 en vanjaar 18. Indien hierdie tendens voortduur, gaan daar binnekort 'n ernstige tekort aan metallurgiese ingenieurs in die land wees.

Die klein getal gegradueerders in die ingenieurswese in Suid-Afrika, relatief tot dié in sekere ander lande, stem mens eweneens tot onrus.

Figuur 5 toon dat Suid-Afrika maar sowat 600 gegradueerdes per miljoen van die bevolking oplei, terwyl die vergelykende syfers in die VSA en Japan onderskeidelik 4000 en 3500 is<sup>4</sup>. In Suid-Afrika studeer slegs 5% van alle gegradueerdes in die ingenieurswese af, terwyl die ooreenstemmende syfers in die VSA en die ekonomies-suksesvolle Japan, onderskeidelik 8% en 20% is.



Figuur 5

Alhoewel 75% van die Suid-Afrikaanse uitvoerverdienste aan die mynbou en metallurgiese nywerheidsektore toegeskryf kan word<sup>5</sup>, studeer minder as 10% van *ingeskrewe ingenieurstudente* aan Suid-Afrikaanse universiteite in hierdie twee vakrigtings. Alhoewel daar relatief min metallurgiese ingenieurs kwalifiseer, is dit tog verblydend dat 'n groot aantal van ons oudstudente diep spore in ons nywerheid getrap het en 'n hele paar van hulle is tans gerespekteerde bedryfsleiers, aan die stuur van sleutelnywerhede waar hulle 'n bepalende invloed op die toekomstige ontwikkeling van ons land uitoefen.

## GUIDELINES IN OUR STRATEGY

I should like to benchmark our strategy against the guidelines delineated by those before us, but when I do so, I am fully aware of Oscar Wilde's warning<sup>6</sup>:

*Most people are other people  
Their thoughts are someone else's opinions  
Their lives a mimicry,  
Their passions a quotation.*

Maar aan die ander kant het Salomo gesê<sup>7</sup>:

*Gaan na die mier, kyk na sy weë, en word wys.*

Indien die wyse Salomo dit goedgevind het om ons na die miere te verwys ten einde wysheid en insig te bekom, hoeveel te meer moet ons dan nie aandag skenk aan Burns en Shakespeare, aan Cicero en Van Wyk Louw nie.

Consequently, I shall take the liberty of referring you to some guidelines proposed by Marcus Tullius Cicero<sup>8</sup>, many years before the birth of Christ.

*Id quod ratio debuerat, usus docet.*

*Experience teaches the lessons which reason should have taught before.*

*Wat mens in die praktyk leer, behoort jy reeds vantevore uit teoretiese oorwegings te kon voorspel het.*

Hierdie besondere riglyn, oorgeplant in ingenieursopleiding, beteken myns insiens dat universiteitsopvoeding so ingeklee moet word dat dit praktykgerig is, maar nie praktyksopleiding nie. Ek wil graag na 'n voorbeeld in my eie vakrigting verwys: Dit is werklik nie goed genoeg dat ek my studente slegs leer wat in 'n smeltoond gebeur, en hoe so 'n oond bedryf moet word nie. Ek moet baie verder gaan: ek moet hulle aan die hand van die tersaaklike oordragprosesse en die fundamentele termodinamika lei om die wetenskaplike grondslag van die chemiese reaksies, die reaksiekinetika en die hitte-oordrag so goed te verstaan dat hulle verdere ontwikkeling op 'n wetenskaplike basis kan doen. So sê Cecero. Ek moet hulle help om, soos Newton, verder te kan sien.

## OBSTACLES IN OUR WAY

I was appointed head of the department three days after the historic elections in April last year and assigned the responsibility of guiding our department into the New South Africa and it would be unwise in my opinion to move ahead without taking cognisance of the obstacles in our way and the difficulties confronting us.

- We are seriously concerned about continued and sufficient state funding, or perhaps more accurately, the lack thereof. Also, substantial funding which has been channelled from industry to our department in the past, has already been withdrawn.

That there is a problem with the funding of education follows from Figure 6 which Dr Aidan Edwards from Mintek kindly supplied to me<sup>4</sup>. The expenditure per capita required to educate children to a specified level, and the relative positions of a few countries are indicated in the figure. For example:

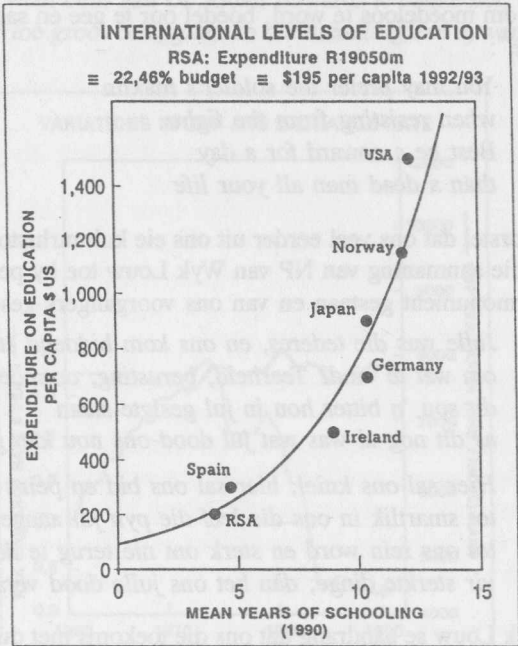


Figure 6

- The mean years of schooling in the USA are 12 years and that requires \$1400 per capita.
- In South Africa, the mean years of schooling are currently 4 years, and \$195 per capita is being spent for this purpose.
- This expenditure amounts to 22,4% of our budget which implies that if we were to spend our total budget on education, we would only be able to increase the mean years of schooling to 11 years.

Clearly, if we are to ensure a reasonable level of education and a decent standard of living for all South Africans, it is imperative that wealth be created.

- We are threatened by, at times, unrealistic demands about the quality of the environment and the extractive metallurgical industry is very specifically singled out for punishment in this regard<sup>9</sup>.
- Ons universiteit is onder bedreiging om sy aard en karakter te verloor.
- Ons word bedreig met die aandrang op 'n verlaging in standaarde en die 'pass-one-pass-all' beginsel.
- Ons is bekommerd oor dreigende studente-onrus en gerugte van onrus.
- Ons is bekommerd daaroor dat ons studente moed en rigting verloor.

Mens is geneig om moedeloos te word, boedel oor te gee en saam met die Ierse volksanger te sê<sup>10</sup>:

*You may prefer the soldier's maxim  
when resisting from the fight:  
Best be a coward for a day  
than a dead man all your life*

Ek wil egter voorstel dat ons veel eerder uit ons eie kultuurhistoriese erfenis put en ag slaan op die aanmaning van NP van Wyk Louw toe hy per geleentheid by die Voortrekkermonument gestaan en van ons voorgangers gesê het<sup>11</sup>:

*Julle was die tederes, en ons kom biddend staan,  
om wat te vind? Teerheid, berusting, ootmoed? Nee,  
dit sou 'n bitter hou in jul gesigte slaan  
as dít nog al was wat jul dood ons nou kan gee.*

*Hier sal ons kniel, hier sal ons bid en peins  
tot smartlik in ons die leef die pyn jul aangedaan,  
tot ons rein word en sterk om nie terug te deins  
vir sterkte dinge; dån het ons julle dood verstaan.*

Ons sal Van Wyk Louw se aandrang dat ons die toekoms met durf en waagmoed tegemoet moet gaan, ter harte neem, en onself en ons studente sodanig toerus dat ons teen die sterke dinge op kan staan. Ons sal poog om, soos hy voorstel, *probleme in geleenthede* te omskep.

## GELEENTHEDE

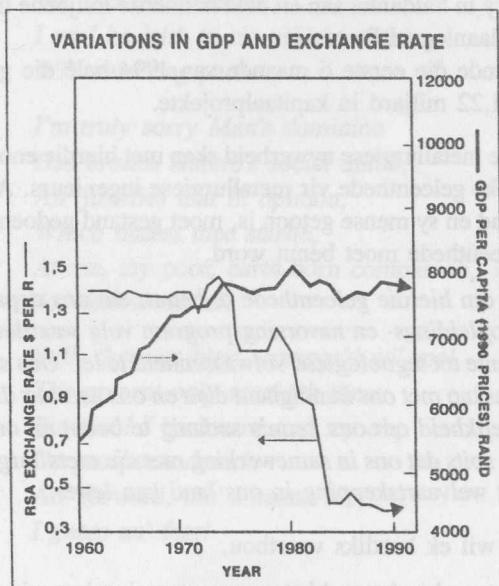
Suid-Afrika is geseënd met die grootste reserwes van goud- chroom-, platinum-, vanadium- en mangaanerts in die wêreld<sup>12</sup>. Ons is ook die grootste produsente van hierdie minerale, behalwe mangaan waarvan ons die derde grootste produsent in die wêreld is. Hierdie geweldige minerale rykdom bied ongekende geleenthede vir metallurgiese ingenieurs om ons grondstowwe verder te verwerk, waarde toe te voeg en welvaart te help skep.

In paragraaf 1.4.13 van die 'White Paper on Reconstruction and Development' erken die nuwe regering die behoefte aan die optimale benutting van ons grondstowwe en word nuwe hoop geskep<sup>13</sup>:

*Our economy must .... continue to develop a large domestic manufacturing sector that makes greater use of our own raw materials and minerals.*

'n Analise van die verandering in die Bruto Binnelande Produk (BBP) en die verandering in die wisselkoers oor die afgelope 30 jaar laat nuwe hoop opvlam:

*Figuur 7, wat ek weer eens aan Dr Aidan Edwards te danke het, toon 'n gesonde groei in die BBP toe groot beleggings in die metallurgiese nywerheid in die land gemaak is<sup>4</sup>.*



Figuur 7

*In hierdie bloeityperk is 'n aantal metallurgiese nywerhede opgerig:*

*Ferrometals  
 Highveld Steel and Vanadium  
 Southern Cross  
 Yskor Newcastlewerke  
 Silicon Smelters  
 Alusaf  
 Richards Bay Minerals*

*en vele meer.*

*In die jare waarin ernstige sanksies teen ons ingestel is, en feitlik geen groot kapitaalprojekte van stapel laat loop is nie, stagneer die BBP en die wisselkoers daal skerp.*

Sedert 1990 is daar egter 'n nuwe wending in die metallurgiese ingenieursbedryf:

- Columbus Joint Venture belê R3,5 miljard in 'n nuwe roesvrystaalaanleg in Middelburg.
- Gencor belê R7,2 miljard in die Hillside aluminiumsmelter in Richardsbaai.
- Anglo American belê R1,4 miljard in die Namaqua Sands projek.
- Yskor kondig 'n belegging van R3,5 miljard in 'n eiesoortige staal-smeltery in Saldanha aan en belê honderde miljoene in 'n nuwe roesvrystaalaanleg in Pretoria.
- Gedurende die eerste 6 maande van 1994 belê die goudmynnywerheid R1,22 miljard in kapitaalprojekte.

Die kapitaalkragtige metallurgiese nywerheid skep met hierdie enorme beleggings nuwe hoop en unieke geleenthede vir metallurgiese ingenieurs. Aan hierdie vertrou wat in ons land en sy mense getoon is, moet gestand gedoen word, en hierdie ongekende geleenthede moet benut word.

*In 'n poging om hierdie geleenthede te benut, sal ons departement 'n gebalanseerde opleidings- en navorsingsprogram volg waardeur ons sal poog om ons studente tot tegnologiese volwassenheid te lei. Ons sal die metallurgiese gemeenskap met ons kundigheid dien en ons aanvaar die professionele verantwoordelikheid om ons kennis sodanig te benut en ons navorsing so daarop toe te spits dat ons in samewerking met die metallurgiese nywerheid 'n bydrae tot welvaartskepping in ons land kan lewer.*

Op hierdie missie wil ek kortliks voortbou.

- Ek wil toon hoedat probleme met omgewingsbewaring in geleenthede omskep kan word;
- hoedat nuwe tegnologie en kreatiewe denke ons onderrig- en navorsingspogings kan stimuleer en
- hoedat unieke nuwe hulpmiddels ons poging tot gemeenskapdiens en samewerking met die nywerheid kan bevorder.

## ● **THE ENVIROMENT**

The ability to guarantee effective environmental control is currently a decisive issue in the acceptance or rejection of any new metallurgical process and the question remains whether metallurgists can design and operate in a safe environmental

envelope. If they cannot, industrialists will inevitably have to yield to environmentalists.

When confronted by these environmental concerns, I am always reminded of the humility and compassion exhibited by the great Scottish poet and philosopher Robert Burns when, one day in November of 1785, he turned up a mouse's nest with his plough<sup>14</sup>. On seeing the terrified little mouse, he said:

*Wee, sleeket, cowran, tim'rous beastie,  
O, what a panic's in thy breastie!  
Thou need na start awa sae hasty,  
Wi' bickering brattle!  
I wad be laith to rin an' chase thee,  
Wi' murd'ring pattle!*

*I'm truly sorry Man's dominion  
Has broken Nature's social union,  
An' justifies that ill opinion,  
Which makes thee startle,  
At me, thy poor, earth-born companion,  
An' fellow-mortal!*

*Still, thou art blest, compar'd wi' me!  
The present only toucheth thee:  
But Och! I backward cast my e'e,  
On prospects drear!  
An' forward, tho' I canna see,  
I guess an' fear!*

Burns imparts to us the truth that the endangered mouse, rhinoceros or elephant is *only* concerned with its daily well-being but it is *our* responsibility to plan ahead and to ensure their, as well as our survival. A balance has to be struck.

It is primarily industry that creates wealth and because of our mineral wealth, metallurgical industries play a major role in this regard. Consequently, industrialists should be allowed, indeed encouraged, to proceed with their developments, as long as the rights of the ordinary citizen to a clean and healthy environment are not infringed upon and nature is, as far as practically possible, preserved. Consequently, metallurgists should spearhead attempts to safeguard the environment, and they are indeed doing so. In this regard, I may refer to the new COREX process for the making of iron, recently commissioned at the Pretoria Works of Iscor Ltd:



*The impact of this COREX process on the environment is considerably less harmful than the integrated ironmaking facilities in general use today<sup>15</sup>. For example, the COREX produces less than 1% of the dust and sulphur dioxide released in an integrated facility and less than 2% of toxic nitrous compounds. This greater acceptability of the COREX process from an environmental point of view, has been achieved through the application of inherently different and innovative design principles, because the designers fully understood the fundamental causes of pollution in the existing processes.*

In ligter luim, maar vir gholfspelers tog 'n ernstige saak, was die ontwerp deur die WNNR van omgewingsvriendelike gholfpennetjies wat uit organiese stof vervaardig word, nie grassnyers breek nie en tot kompos vergaan.

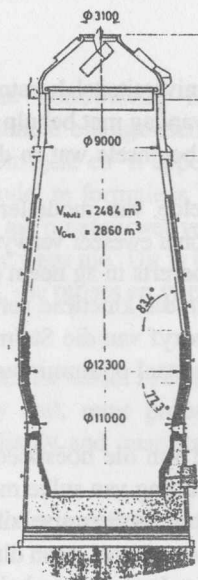
## ● **DIE OPLEIDINGSTAAK**

In die verlede is ons vakdissipline tot so 'n mate in die sub-vakgebiede ertsveredeling, ekstraktiewe metallurgie en materiaalkunde verdeel, dat daar aan sekere universiteite selfs drie departemente geskep is. Hierdie versnippering het 'n versperring geword: dit lei net ons aandag van die sentrale doelwit af en ek wil pleit dat ons grootliks wegbeweeg van hierdie bykans waterdigte skeidings. Ons moet veel eerder die klem op die metallurgiese prosesingenieurswese laat val sodat die verwantskap tussen proses en produk die sentrale tema van ons studie vorm. Hiervoor is 'n geïntegreerde en multidissiplinêre aanslag nodig, gefundeer op basiese kennis en gedryf deur die drang om welvaart te skep.

*Die kwantitatiewe integrering van die metallurgiese ingenieursproses, die basiese wetenskaplike beginsels wat die proses en sy produk ten grondslag lê, en die karakterisering van die produk, is dan die uitgangspunt.*

Aan die hart van so 'n benadering lê die formulering van 'n model, die ontwikkeling waarvan ek graag aan die hand van twee voorbeelde wil toelig:

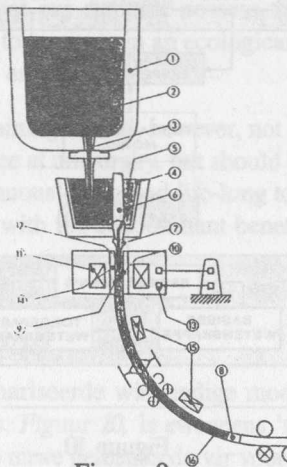
In die laat-sestigerjare het die Japannese staalnywerheid 'n ernstige poging aangewend om die interne werking van die moderne hoogoonnd wat tot sowat 10 000 ton ru-yster per dag kan lewer, *Figuur 8*, beter te verstaan.



Figuur 8

'n Hele paar werkende hoogoonde is afgeblus, stukkie vir stukkie uitmekaar gehaal en die inhoud daarvan deeglik bestudeer sodat die geheimenisse van die interne werking van 'n produserende hoogoonde ontrafel kon word. Uit hierdie bevindings is 'n model van die interne struktuur opgestel wat vandag universele erkenning geniet en deur elke hoogoondeoperateur benut word.

Sowat twintig jaar gelede is daar gepoog om gehalteprobleme wat met die produk van die stringgietproses, *Figuur 9*, ondervind is, te analiseer en 'n wetenskaplike verklaring daarvoor te vind.



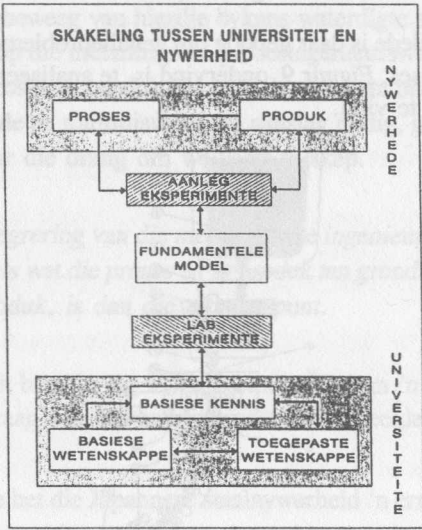
Figuur 9

'n Hitte-oordragmodel is in 'n universiteitslaboratorium ontwikkel en sodanig verfyn dat elke stringietontwerp vandag met behulp van die model gedoen word en feitlik elke stringietaanleg die beginsels wat in die model vervat is, benut.

Ek het na slegs twee voorbeelde van modelleringstegnieke in my eie, noue spesialiteitsrigting verwys. Ek kon u eweseer verwys na modelle wat die meganisme van vermaling van goud- of kopererts in ag neem om optimum vermalingsbedryf te verseker; die modellering van die kinetiese verloop van die perlietreaksie wat 'n sleutel is tot die optimale bedryf van die Stelmorproses; die modellering van die termomeganiese gedrag van staal of aluminium gedurende warmwals en vele meer.

Dit is veral die beskikbaarheid van die hoëspoed-persoonlike rekenaar wat die effektiewe ontwikkeling en benutting van sulke modelle moontlik maak en nuwe geleenthede tot wisselwerking tussen die universiteit en die nywerheid skep. Wat metallurgiese prosesingenieurswese betref, gaan dit in die universiteit oor die skep, oordrag en bewaring van kennis. In die nywerheid gaan dit weer oor die proses en die produk. Deur die benutting van gerekenariseerde wiskundige modelle, wat op fundamentele kennis gegrond is, kan integrasie egter gedoen word.

*Figuur 10 is 'n skematiese voorstelling van hoe 'n brug tussen die universiteit, die bastion van kennis, en die nywerheid, die sleutel tot welvaartskepping geslaan kan word<sup>16</sup>. Die model dien as koppelvlak tussen die twee.*



Figuur 10

So 'n model hoef egter nie noodwendig ingewikkelde, hoogwiskundige, gerekenariseerde, driedimensionele eindige-elementalanalise te vervat nie. Isaac Newton het onder 'n appelboom gelê en 'n appel sien val. Dit het hom genoop om 'n kragtige wiskundige model te formuleer,  $F=ma$ , so eenvoudig, maar so kragtig dat daar na die model as 'n natuurwet verwys word. 'n Model hoef dus nie ingewikkeld en kompleks te wees nie. Dit is bloot 'n hulpmiddel om die verwantskap tussen basiese kennis, die proses en sy produk op 'n elegante wyse saam te vat.

The computer model incorporates the basics of conservation and the laws of physics and chemistry mathematically and, once properly formulated and validated, predicts product properties reliably and quantitatively as a function of process conditions.

*Thus the engine of knowledge generation is coupled to the engine of wealth creation*

*JK Brimacombe<sup>16</sup>*

If the quantified interrelationships between knowledge, process and product are taken as the point of departure in our attempts to transfer knowledge to our students efficiently, new opportunities appear on the horizon:

- Entrepreneurial skills can more easily be developed.
- Creative thinking is encouraged.
- Participation of the student in the knowledge transfer process is ensured and we can finally move away from that well entrenched notion that the learning process is a spectator sport.
- We can ensure that our students possess the necessary tools which will enable them to compete in an ecologically oriented, highly competitive business environment.

Engineering education and training should, however, not only be confined to those few years of full time residence at university, but should be extended so that practising metallurgists are continuously exposed life-long to new research and to interaction with the university with the concomitant benefit to industry, as well as to the university.

## ● **DIE NAVORSINGSTAAK**

Die benutting van 'n gerekenariseerde wiskundige model wat op fundamentele en basiese kennis gebaseer is, *Figuur 10*, is eweneens 'n kragtige hulpmiddel in universiteitsnavorsing en skep nuwe geleenthede vir vooruitgang. Die formulering

van so 'n model dien as stimulus vir innoverende eksperimentele ontwerp en meet-tegnieke. Die resultate van laboratoriumeksperimente lei gewoonlik tot modelverfyning, wat weer nywerheidskaaleksperimente noodsaak. Modelontwikkeling het gevolglik meer met meting en eksperimentering as met die ontwikkeling van wiskundige tegnieke en die skryf van rekenaarkodes te doen. So 'n werkwyse ver-seker verder intensiewe wisselwerking en samewerking tussen die universiteit en die nywerheid, wat die strewe na uitnemendheid van albei partye bevorder.

Measurements of processes give us understanding and knowledge, while mathematical models provide the framework to assemble the knowledge and to apply it quantitatively to link process behaviour to product properties. However, a warning must be sounded. All too often modelling work has been derailed by an excessive interest in the model itself<sup>17</sup>. The emphasis should not be on the model itself, but on linking process and properties in a quantitative manner.

Unieke geleenthede tot innoverende en kreatiewe navorsing is egter nie slegs aan die koms van die mikrorekenaar te danke nie. Ons oudstudee en ander gees-genote wat leiersposisies in die nywerheid beklee en groot lojaliteit teenoor ons Universiteit, ons departement en sy missie toon, skep met hul medewerking en steun, ongekende geleenthede tot samewerking en interaksie. Ek wil dan ook ons kollegas in die nywerheid wat al in die verlede soveel deure vir ons oopgemaak het, van harte bedank vir hul goedgesindheid en welwillendheid. Sonder die nywerheidsteun wat ons departement tans geniet, sou ons weinig kon bereik. Ons moet op hierdie samewerking voortbou en die hooggewaardeerde goedgesindheid uitbou.

Because the mathematical model integrates the total engineering process, it makes accessible to management knowledge gained by research and development; and once verified, becomes a powerful tool in the management of the business.

## **GEMEENSKAPSDIENS**

Deur die publikasie van ons navorsingsresultate bereik ons slegs 'n baie klein sektor van ons nywerheid. Die meeste bestuurders het eenvoudig nie die tyd om fundamentele navorsingsartikels in besonderhede te bestudeer nie. Ons kan sulke bestuurders deur voortgesette opleidingsprogramme, seminare, en konferensies bereik, en ek het reeds daarna verwys. Dit is belangrik dat ons hierdie diens aan ons metallurgiese gemeenskap lewer; dit bly egter 'n nodige, maar onvoldoende diens.

Tot baie onlangs was daar werklik nie 'n effektiewe wyse waardeur ons die gevorderde tegnologiese deskundigheid aan die werker op die fabrieksvloer kon oordra

nie. Ons kon die navorsingsdeskundigheid wat goed in die literatuur gedokumenteer is, net nie by die werker op die fabrieksvloer uitbring nie.

*Die probleem is eenvoudig dat daar 'n wanbalans in ons metallurgiese nywerheid is tussen bestaande en bekende tegnologiese deskundigheid en die vermoë om daardie kennis te absorbeer en in die praktyk tot voordeel van die gemeenskap te benut.*

I said that knowledge transfer to the shop floor was impeded by the educational level of the workforce. That has all changed. Out of artificial intelligence, the expert system has been spawned with the capability of drawing complex knowledge together and in a user friendly, personal computer environment, adapting it to the needs of the operator<sup>18</sup>. The expert system is usually based on a model, linking process, product and basic knowledge, Figure 10, and can be used in diagnostic mode, in control or it may be employed as a teaching tool. Such an expert system which is based on a mathematical model, can easily be extended to incorporate other business variables so that the complex interrelationships between technology, market forces, personnel management, investment strategy, etc. can be quantified with a view to the development of new business strategies. In this way, research and development become inseparable from the management of the business at senior executive level<sup>19</sup>.

The availability of the expert system opens up unique opportunities for knowledge transfer from the university to the metallurgical and materials industry but at the same time, it places a new responsibility on the shoulders of the academics.

So 'n kundigheidstelsel, genaamd 'CRACK', is byvoorbeeld deur Prof. Keith Brimacombe en sy medewerkers aan die University of British Columbia ontwikkel en is gebaseer op navorsingswerk wat hulle en andere, op die stringgiet van staalknuppels gedoen het<sup>18</sup>. 'n Operateur op die aanleg kan, wanneer hy 'n spesifieke probleem op die aanleg ervaar, op die kundigheidstelsel insleutel en raad vra. In 'n vrae-en-antwoordsessie lei die stelsel hom dan, met behulp van navorsingsgegevens en tegnologiese deskundigheid wat vooraf in die stelsel ingebou is, tot 'n moontlike oplossing. Die intervlak met die operateur is op so 'n wyse bewoerd dat die operateur dit maklik kan gebruik en sonder dat hy eers daarvan bewus is, verwerk die stelsel 'n redelik gesofistikeerde hitte-oordragmodel in die stilte van sy binnekamer om die gegevens wat deur die operateur ingesleutel word, te toets en 'n oplossing vir die probleem voor te stel.

Die effektiewe benutting van die kundigheidstelsel kan, en ek dink sal, in die voor-sienbare toekoms 'n rewolusionêre verandering in die wyse van tegnologie-oordrag en samewerking tussen die universiteit en die nywerheid teweegbring.

## SLOTWOORD

Meneer die Visekanselier, die Departement Materiaalkunde en Metallurgiese Ingenieurswese het oor die afgelope 35 jaar tot volwassenheid gegroei. Ons het nie slegs 'n belangrike voorsiener van opgeleide metallurgiese ingenieurs in die land geword nie, maar ons doen ook op nagraadse vlak navorsing wat op internasionale vlak erkenning geniet. Ek het u daarop probeer wys dat ons 'n sensitiwiteit teenoor ons omgewing toon en dat ons ons opleidingstaak met erns benader.

Ek het getoon hoedat nuwe deure vir ons oopgegaan het en hoedat vele nuwe geleenthede vir ons geskep is. Geleenthede wat ons moet aangryp. Shakespeare het per geleentheid by monde van Brutus raad gegee oor geleenthede wat oor 'n mens se kruispad kom<sup>20</sup>. Toe Brutus se magte na die moord op Julius Caesar op die vlakke van Filippi teenoor die slagordes van Mark Anthony opgestel was, vra veggeneraal Cassius of hulle op Mark Anthony moet aanval. Brutus sê ja,

*our legions are brimful, the time is ripe,*

en sê dan dat daar 'n geleentheid in die lewe van elke mens kom wat hy moet aangryp, want as hy dit nie doen nie, mag daardie kans vir ewig verby wees.

*There is a tide in the affairs of men  
Which taken at the flood, leads on to fortune;  
Omitted, all the voyage of their life  
Is bound in shallows and in miseries.*

*On such a full sea are we now afloat;  
And we must take the current when it serves  
Or lose our ventures.*

W Shakespeare  
Julius Caesar, IV (iii)

Meneer die Visekanselier, niteenstaande die versperrings in ons pad, waarvan daar baie is, sal ons leer om teen die sterkte op te staan. Ons sal op die golf van die geleenthede wat ons wonderlike land vir ons bied, ry. Ons sal poog om entrepreneurskap in ons studente aan te wakker, om kreatiewe denke te stimuleer en om deur gerigte en goed beplande navorsing in samewerking met die nywerheid vir hulle te help om 'n toekomsgerigte benadering te ontwikkel. Ons sal hulle help om verder te kan sien, tot by 'n nuwe horison.

## VERWYSINGS

1. Vermeulen, L.P. : Persoonlike mededeling
2. Pope, Alexander : **'Epitaph: Intended for Sir Isaac Newton (1730)'**. In The Oxford Dictionary of Quotations, 4th Ed., Oxford University Press, 1992, q.2, p.521.
3. Newton, Sir Isaac : **Letter to Robert Hooke, 5 February 1676**. In The Oxford Dictionary of Quotations, 4th Ed., Oxford University Press, 1992, q.19, p.493.
4. Edwards, Aidan : Persoonlike mededeling
5. Minerals Bureau : **South Africa's Mineral Industry, 1992/3**. The Minerals Bureau of South Africa Aug. 1993, pp.3-15.
6. Wilde, Oscar : **De Profundis**. In Concise Dictionary of Quotations, Collins, 1986, q.1, p.345.
7. Die Bybel : **Die spreuke van Salamo**, Spreuke 6:6
8. Cicero, M.T. : **Tusculanae disputationes 3.54**. In D.J.A. Westerhuis, Prisma Latijns Citatenboek, Uitgeverij het Spectrum, 1957, q.629, p.67.
9. Dippenaar, R.J.,  
Hauk, R, and  
Kepplinger, W. : **Impact of the COREX process on the environment: a comparative study**, COREX Symposium 1990, Eds H.M.W. Delpport and P.J. Holaschke, S.A. Inst. Min. & Metall. Johannesburg, 1990.
10. Outeur onbekend
11. Louw, N.P. van Wyk : **By die monument**, Versamelde gedigte, Tafelberg/Human en Rousseau, Tweede druk, 1988, p.78.
12. Minerals Bureau : **South Africa's Mineral Industry, 1992/93**. The Minerals Bureau of South Africa, Aug. 1993, pp.19-68.
13. Republic of  
South Africa : **White Paper on reconstruction and development, Government's strategy for fundamental transformation**, Sept. 1994.
14. Burns, Robert : **To a mouse, on turning up her nest with a plough, November 1785**. Burns Poems and Songs, Ed. James Kinsley, Oxford University Press, 1971, poem 69, p.101.
15. Ref 9, pp.83,84



16. Brimacombe, J.K., : Prosperity into the next millennium built on the process engineering of materials, 1st. Int. Conf. on Processing Materials for Properties, Eds Henein and Oki, The Minerals, Metals and Materials Soc., 1993, pp.7-15.
17. Brimacombe, J.K., : **The extractive metallurgist in an emerging world of materials**, Metall. Trans. B., V.20B, June 1989, pp.291-313.
18. Brimacombe, J.K., : **Empowerment with knowledge - toward the intelligent mould for the continuous casting of steel billets**, Metall. Trans. B. 1993, V.24B, pp.917-935.
19. Van den Berg, J.C., : **The forces that drive research and development in the steel industry**. To be published.
20. Shakespeare, W., : **Julius Caesar**, Act IV, Scene III.