

Simposia en konferensies

Referate gelewer tydens die Afdeling Chemie van die Suid-Afrikaanse Akademie vir Wetenskap en Kuns se simposium oor Chemiese tegnologie in die toekomstige Suid-Afrika, Pretoria, 11 Augustus 1989.

Openingsrede

T.G. Alant

Adjunkminister van Ekonomiese Sake en Tegnologie

Die tegnologiese rewolusie wat ons vandag beleef, is nie uniek aan enige bedryfsektor nie. Dit raak elke sektor. Wat meer verstommend is, is die snelle pas waarteen verandering en innovasie plaasvind, of waarteen nuwe produkte in die mark geplaas word. Die rekenaareeu is met ons en het ongekende, nuwe dimensies tot die mens se skeppende vermoë toegevoeg.

Basiese chemiese produksie op sigself is 'n kapitaalintensiewe proses en kan dus met min arbeid klaarkom, maar dit is gewoonlik hoëvlakse mannekrag. Daarenteen vorm hierdie basiese chemiese produkte noodsaaklike grondstowwe in die vervaardigingsproses van 'n uitgebreide lys van nywerhede in die landbou-, mynbou- en fabrieksektor. In die meeste gevalle behels hierdie stroom-af verwerking arbeidsintensiewe prosesse — voorwaar 'n ingewikkelde netwerk van geïntegreerde interafhanklikheid!

Omdat chemiese produkte dan so 'n belangrike element by die meeste vervaardigingsbedrywe uitmaak, is dit in landsbelang dat dit te alle tye in voldoende en standhoudende voorrade beskikbaar moet wees, teen pryse en kwaliteite wat die betrokke stroom-af verwerkers in staat sal stel om mededingend te kan wees.

Huidige tendense dui egter daarop dat Suid-Afrika 'n aansienlike netto invoerder van veral nywerheidschemikalieë is. Trouens, in 1988 het die invoerwaarde van chemikalieë meer as R4 000 miljoen bedra, wat die uitvoerverdienste met R2 600 miljoen oorskry het. Omdat Suid-Afrika genoodsaak is om valuta te bespaar, is dit nodig om indringend na alle sektore van die ekonomie te kyk, veral dié wat meer valuta gebruik vir invoer, as wat hulle met uitvoer verdien. Ernstige aandag sal gegee moet word aan die benutting van geleenthede vir invoervervanging en die verdere verdeling van grondstowwe voor uitvoer.

Suid-Afrika beskik oor 'n wye reeks van basiese grondstowwe wat vir die uitbouing en diversifisering van ons chemiese bedryf nodig is. Die regering lewer deur middel van sy finansiële steun aan navorsingsinstellings, soos die WNNR en MINTEK, reeds 'n belangrike bydrae tot basiese navorsing en die oordrag van tegnologie in die nywerheidssektor. Soos gebruiklik is die beskikbare fondse egter altyd beperk, terwyl die vraag daarna steeds toeneem. Trouens, in die lig van heersende ekonomiese toestande is die stadium nou bereik waar die regering kwalik meer fondse as wat reeds die geval is vir hierdie funksies sal kan bewillig. Beskikbare fondse moet so kostedoeltreffend moontlik aangewend word.

Die Regering het reeds daartoe oorgegaan om 'n redelike mate van raamwerkoutonomie aan sekere statutêre instellings te gee. Hierdie reëling behoort hulle in staat te

stel om in meer direkte vennootskap met die besondere belangegroep in die privaat sektor te kan optree. Dit impliseer dat meer navorsing en ontwikkeling op 'n kontrakgrondslag aangepak kan word om die finansiële las sodoende beter te versprei. 'n Ander belangrike uitvloeisel van hierdie beleid is dat in die toekoms meer toegepaste navorsing gedoen sal word, sonder om die onderbou van basiese navorsing enigsins te verwaarloos.

Die volgende belangrike saak is dié van buitelandse tegnologie. Die Departement van Handel en Nywerheid is verantwoordelik om aanbevelings aan die Reserwebank voor te lê oor kundigheidsooreenkomste wat deur ons nyweraars met buitelandse maatskappye aangegaan word. Dit is natuurlik vir Suid-Afrika belangrik om op die voorpunt van wêreldtegnologie te bly. Een manier is om nuwe tegnologie onder ooreenkoms te bekom. Daarmee verkry die plaaslike maatskappye onmiddellik 'n markgetoetste produk, sonder om die reusebedrag aan navorsing en ontwikkeling self te bestee. Dit hou bepaald voordele vir Suid-Afrika in. Ongelukkig is daar ook nadele aan verbonde. In die jongste tyd moes die Departement byna deurgaans walgooi teen ooreenkomste waarin plaaslike ondernemers selfs bereid was om tantième te aanvaar wat buite verhouding hoog is en wat sy maatskappye se mededingingsvermoë sou benadeel. In die meeste gevalle was hulle egter na oorlegpleging met die Departement in staat om deur heronderhandeling 'n laer tantième te beding.

Dit is ook gebruiklik vir buitelandse maatskappye om beperkings op die uitvoergebied van sodanige ooreenkomste te plaas. Wanneer die plaaslike onderneming dan eendag die nuwe tegnologie bemeester het en produkte van hoë gehalte en mededingende pryse kan lewer, dán word eers beseft dat hulle deur die ooreenkomste verhinder word om die voordele van uitvoer te benut. Hulle kan dan nooit die voordele van laer eenheidskoste van grootskaalproduksie en hoër produktiwiteit vir die land benut nie. Dit is derhalwe uiters belangrik dat 'n goue middeweg gevind moet word deur tantiëmebetalings so laag moontlik te beding en beperkings op uitvoer sover moontlik te voorkom. Suid-Afrika moet sorg dat hy sover moontlik op die voorpunt van tegnologiese vooruitgang bly, maar die prys daarvan moet in ag geneem word. Hierteenoor is dit belangrik dat ons staatsondersteunde opleidings- en navorsingsinstellings in hegte vennootskap met die private vervaardigingssektor moet optree om die beskikbaarheid van ons eie bronne van plaaslike tegnologie en ontwerp verder uit te bou.

Indringende ondersoek na die toekomstige ontwikkeling van die chemiese bedryf is nodig. Aspekte soos die ont-

wikkeling van nuwe energiebronne en ander produkte vir plaaslike gebruik en uitvoer, belegging in nuwe chemiese aanlegte, tegnologiese innovasie, en die onderlinge mededinging tussen grondstofverskaffers en stroom-af verwerkers behoort aandag te geniet. In landsbelang is dit nodig dat hierdie sake behoorlik nagevors moet word en oplossings gevind word wat vir alle partye aanvaarbaar is.

In hierdie verband is onlangs 'n spesiale werkgroep in die Departement van Handel en Nywerheid aangestel met die doel om probleemareas wat in die chemiese bedryf mag bestaan, te identifiseer en alle opsies te evalueer, ten einde

'n gesonde en dinamiese chemiese bedryf in Suid-Afrika te bevorder. Die uiteindelijke doelwit van die werkgroep is derhalwe die selektiewe bevordering van sekere aktiwiteite en aspekte van die chemiese bedryf binne die raamwerk van 'n duidelike en konsekwente strategie. Die Regering is ook bewus van die bereidwilligheid en inisiatief wat deur die privaat sektor aan die dag gelê word. Die nodige ondersoek- en oorlegplegingstrukture is dus nou geskep en dit staan gereed om die belanghebbendes in die bedryf te ondersteun en saam te werk aan 'n strategie vir vooruitgang en ontwikkeling van ons chemiese bedryf.

Faktore wat oorweeg moet word vir 'n eie ontwikkelende chemiese bedryf in die RSA

T.J. de Waal

Krygkor, Privaatsak X337, Pretoria 0001

Die verskillende stadia van 'n ontwikkelende ekonomie kan soos volg beskryf word:

- (1) Invoer
- (2) Produksie onder lisensie
- (3) Aanpassing van tegnologie onder lisensie
- (4) Eie ontwikkeling
- (5) Uitvoer

Markte

Suid-Afrika het deur die jare slegs sy eie mark bedien. Die redes daarvoor is voor die hand liggend: dit is maklik om by die kliënte uit te kom en daar is beskermmaatreëls van owerheidskant wat invoere moeiliker maak. Die uitvoermark is baie moeiliker en die kompetisie is baie strawwer. Verder plaas oorsese lisensiegewers ook dikwels beperkings op uitvoere.

Gunstige wisselkoersveranderings, surplus kapasiteit asook lisensiegewers wat wegstap van Suid-Afrikaanse lisensiehouers het egter 'n aantal vervaardigers die gaping gebied om wel die uitvoermark te betree. Van hierdie maatskappye het klinkende suksesse behaal en 'n nuwe dimensie ook aan die chemie bedryf gegee.

Uitvoere is en bly een van die voorvereistes vir 'n gesonde ekonomie in Suid-Afrika, wat weer op sy beurt 'n voorvereiste vir 'n politieke stabiele Suid-Afrika is.

Chemici

Die persone wat vandag in die bedryf staan en wat chemie as 'n beroep beoefen, dek die volle spektrum: van analitiese- en sintesegeoriënteerde persoonlikhede en van laboratorium-/aanleggebode persone tot die meer bestuursgeoriënteerde mense sowel as akademici en nywerheidspersoonlikhede.

Dit is egter 'n feit dat ons studentegetalle die laaste 20 jaar dramaties weg van die algemene wetenskappe soos chemie en fisika na ingenieurswetenskappe soos meganika en elektronika geswaai het. Die redes hiervoor sal nie hier bespreek word nie.

Die opleiding wat ons studente aan Suid-Afrikaanse universiteite kry, is en bly van 'n hoë standaard, soos kontak met chemici in die nywerheid in die Westerse wêreld dit

bevestig.

Indien ons die burgerskap van die personeel in die chemiese nywerheid van junior deur middel- tot senior bestuur bekyk, is dit duidelik dat tot ongeveer 5 jaar gelede 'n baie groot persentasie van hulle immigrante was. Inderwaarheid was Afrikaans die spreektaal van slegs enkele firmas. Sedert die hoër emigrasie vanaf 1986 het daar waarskynlik 'n verbetering ingetree. Dit self het egter 'n verslegting in die ekonomiese ontwikkeling van die land veroorsaak, want 'n tekort aan hoëvlakmannekrag is seker een van die belangrikste indien nie dié belangrikste faktor nie, wat nywerheids groei in Suid-Afrika belemmer.

Produkontwikkeling in Suid-Afrika

Die ontwikkeling van eie produkte dui aan of 'n land reeds 'n ontwikkelde land is of nie. Sover dit die meeste nywerhede in Suid-Afrika aangaan (miskien met die uitsondering van die mynboubedryf) het ons nog 'n ver pad om te gaan. Na skatting is meer as 90% van die produkte wat ons in Suid-Afrika vervaardig, in die buiteland ontwerp en ontwikkel.

Die redes hiervoor is:

- (1) die tekort aan hoëvlakmannekrag;
- (2) die hoë koste van ontwikkeling en kapitaalinvestering;
- (3) die groot risiko's om die wêreldmark met 'n nuwe produk te betree.

Die effek van sanksies

Die effek van sanksies op die chemiese bedryf en die nywerheid in die algemeen is negatief. Dit is nie slegs 'n tekort aan hoëvlakmannekrag wat beperkend is nie, maar veral die uitvoer van produkte, die invoer van tegnologie om te verseker dat die produkte aan internasionale standaarde voldoen en kapitaal wat broodnodig is.

Verder is ons ondervinding by Krygkor dat daar altyd een of twee belangrike grondstowwe is wat onvermydelik weens tegniese redes ingevoer moet word.

Daar word dikwels gesê dat die krygstuig- en kernbedryf in Suid-Afrika aan sanksies te danke is — dit is slegs gedeeltelik waar, want die nywerhede is nodig om 'n land meer onafhanklik te maak.

Uit 'n uitvoer- en sanksieoogpunt gesien egter die volgende: as jy 'n eie, uniek ontwikkelde produk het wat die buiteland teen 'n redelike prys by jou wil koop, sal hulle

dit by jou koop. Uitvoere teen stywe kompetisie en sanksie-beperkings is egter baie harde werk.

Koste van opleiding en basiese navorsing

Die koste van navorsing is baie duur en so ook opleiding. 'n Dosent voor 'n klas van tien studente lei tot 'n uitstekende dosent-student-verhouding en persoonlike aandag, maar is definitief nie koste-effektief nie. Dikwels is die navorsing ook in 'n rigting wat 'n persoonlike belangstelling by die navorser wek, maar met niemand daarbuite wat finansiële voordeel daaruit kan haal nie.

Slegs enkele universiteite lei die grootste deel van Suid-Afrika se chemici op. Een oplossing sou dus wees om 'n basiese tegniese kursus van twee jaar by alle universiteite aan te bied en dit dan te laat volg deur 'n verdere twee jaar (of selfs een) spesialiskursus by slegs voorafbepaalde fakulteite. Aan die fakulteit van die gekose universiteit kan ook 'n instituut gekoppel wees wat navorsing doen in die spesialisgekoose gebied. Die instituut moet bykans 'n verlengstuk van die nywerheid wees en behoort grotendeels ook deur hulle gefinansier te word.

Nywerhede

Die produkreeks, markomvang en die volume/prysensitiviteitsprobleem noodsaak binne Suid-Afrika merendeels slegs een vervaardiger. Daar is baie kritiek oor hierdie "monopolistiese" neiging, maar Suid-Afrika kan werklik nie die luuksheid van kompetisie bekostig nie.

As 'n voorbeeld wil ek graag die plofstofbedryf in die krygstuigomgewing noem. Weens die duur ontwikkelings-

fasiliteite was geen opleidinginstansie tot 'n paar jaar gelede gewillig om die risiko te neem nie en bestaan die meeste van die plofstoflaboratoriums vandag by die Krygkorfiliale Somchem, Naschem, PMP en Swartklip. Waar nie-plofstof chemiese materiale ter sprake was, is en word baie take egter by verskeie universiteite/institute en privaat nywerhede uitgevoer. 'n Voorbeeld van wat gedoen kan word, is die suksesvolle plaaslike ontwikkeling van 'n dryfmiddel wat tans nog geen mededinger in die wêreld het nie.

Voorgestelde oplossing

As oplossing dus:

- Verkort die bestaande 3-jaarkursusse by alle universiteite.
- Kies areas van konsentrasie en stel verlengde kursusse by slegs enkele universiteite in.
- Oortuig die nywerheid om institute by die enkele universiteite finansiël te ondersteun en doen goedgegrigte navorsing en ontwikkeling by die institute.

Die kriteria vir hierdie keuses behoort te bestaan uit onder andere bestaande tegnologiese vermoëns by universiteite, huidige statistiese neigings, maksimale benutting en gevolglike verwerking van Suid-Afrikaanse grondstowwe en minerale, wêreldwye sowel as Suid-Afrikaanse markbehoefte, langtermynvalutaverdiening en persentasie Suid-Afrikaanse toegevoegde waarde.

Die antwoord sal nie almal tevrede stel nie, maar vir 'n eie chemiese bedryf in Suid-Afrika is sekere aksie nodig en hierdie aksie sal deur die chemici van die land self geïnisieer en uitgevoer moet word.

Die rol van chemiese tegnologie in die ontginning van ons minerale hulpbronne

J.H. van der Walt

Sentrachem, Posbus 61204, Marshalltown 2107

Ons is al vir die grootste deel van hierdie eeu 'n uitvoerder van geweldige hoeveelhede minerale, gewoonlik in 'n betreklik onverwerkte vorm. Ons besef al die afgelope vier dekades die noodsaaklikheid daarvan om die mate van verwerking van ons hulpbronne te verhoog en hierdie minerale as produkte met 'n veel hoër toegevoegde waarde uit te voer.

Ons voer, byvoorbeeld, steeds steenkool in sy betreklik onverwerkte vorm uit.

Ons het van die grootste en goedkoopste fosfaatafsettings in die wêreld, maar ons uitvoer van fosforsuur en kunsmis met 'n fosfaatbasis is eintlik onbeduidend klein vergeleke met die wêreldpotensiaal. Ons onedelmetaalmyne produseer koper, sink en lood, maar hul produkte met 'n hoër waarde verteenwoordig 'n baie klein breukdeel van die uitvoer van hierdie metale.

Ons beskik oor die wêreld se grootste chroom-, mangaan- en vanadiumbronne maar daar word egter maar min baie suiwer chroom- en mangaanchemikalieë uitgevoer.

Ons het verreweg die grootste bronne van die platinum-groepmetale in die Bosveldkompleks. Na baie jare se

navorsing en debattering is ons minstens besig om dié PGM te raffineer en in hulle baie suiwer samestellende metale te skei, maar ons laat dit nog aan ander lande oor om die talle verskillende vorms van platinum-, rodium- en ruteniumkatalisators te maak wat al hoe meer in die chemiese bedryf en in die uitlaatstelsels van motors gebruik word.

Ons het by Phalaborwa 'n unieke bron van baddeleyiet – 'n sirkoniumoksiedmineraal. Nogtans voer ons hierdie mineraal in 'n onverwerkte vorm uit. Ons beskik oor niobium-, tantaal- en litiumbronne wat feitlik nog heeltemal onontgin is.

Ons het ilmenietsand en die titaanhoudende magnetiete van die Bosveldkompleks wat waarskynlik van die grootste titaanbronne in die wêreld is, en tog voer ons maar min van die titaandioksiedpigmente uit. In dieselfde afsettings is daar vanadium, weer eens van die grootste reserwes in die wêreld, maar nogtans word die produksie van katalisators met 'n vanadiumbasis aan andere oorgelaat.

Ons het groot magnesietafsettings, afsettings van kalium- en aluminahoudende siënet, en die grootste vloeispaatbronne in die Westerse wêreld. Nogtans voer ons steeds

al die suiwer magnesiumoksied in.

Ons moet onself dus afvra waarom hierdie toedrag van sake bestaan en waarom daar in die loop van vier dekades so min vordering gemaak is. Ons moet eerlik na die chemiese bedryf kyk en die vraag stel of hierdie bedryf nie waardevolle geleenthede mislyk nie.

Dit is belangrik om antwoorde op hierdie vrae te kry, omdat daar 'n paar uiters opwindende moontlikhede vir ons is, en die land boonop tans 'n dringende behoefte aan geleenthede vir die ontwikkeling van tegniese vaardighede het en 'n veredelingsprogram meer werkgeleenthede sal skep.

Een van die opwindendste vooruitsigte spruit uit die feit dat ons een van die interessantste bronne van seldsame aardes in die hele wêreld het. Hulle is ryk in dié sin dat hulle 'n baie hoë verhouding van die uiters seldsame elemente soos europium en samarium bevat. Hulle word in die elektroniese bedryf gebruik. Sekere seldsame aardelemente is lewensbelangrike bestanddele vir die produksie van supermagnete en hoëtemperatuursupergeleiers.

Dit lyk moontlik om die seldsame aardelemente as 'n ru-konsentraat te herwin wat so in die orde van R20 miljoen per jaar werd kan wees. Indien ons die individuele en seldsame aardes skei en suiwer, en as baie suiwer materiale verkoop, kan die waarde vyfvoudig styg tot byvoorbeeld R100 miljoen per jaar.

Die ontwikkelingsgeskiedenis van die chemiese bedryf in Suid-Afrika het eers 'n belangrike uitbreidingsfase betree ná die oprigting van Sasol I. Dit het sekere sleutelmateriale soos olefiene, butadien en stireen beskikbaar gestel en hierdie stowwe was die basis van kunsubber-, plastiek- en verskeie kleiner bedrywe.

Die produksie van motorbrandstof uit steenkool sal nog lank 'n strategiese bedryf in Suid-Afrika bly, en hoewel dit streng gesproke nie 'n ekonomies lewensvatbare proposisie uit eie reg is nie, sal dit steeds uitbrei en hopelik 'n aantal nuwe produkte produseer wat omskep kan word in chemiese produkte wat op oorsese markte mededingend kan wees.

Daar is nog 'n bron van grondstowwe wat as basis vir 'n beduidende uitbreiding van die chemiese bedryf kan dien en dit is die landbou. Dit is egter baie duidelik dat die landboubedryf vinnig besig is om homself uit die mark uit te prys.

As ons dus na uitbreidingsmoontlikhede in die chemiese bedryf soek, is ons terug by die idee van die benutting van ons minerale hulpbronne en kom ons weer te staan voor die vraag waarom die ontginning van hierdie bronne nie na verwagting gevorder het nie.

Vier hoofredes vir hierdie gebrek aan vordering kan aangevoer word:

In die eerste plek moet ons aanvaar dat die chemiese bedryf lank geneem het om net te sien dat hierdie aanleenthede wel bestaan. Die merkwaardige groei van die

chemiese bedryf het in die verlede om 'n eenvoudige formule vir sukses gewentel wat min of meer soos volg gelui het:

- Koop tegnologie in die buiteland.
- Kry invoerbeveiliging.
- Vervang invoere en verhoog pryse om 'n lewensvatbare winsgrens te handhaaf.

Talle chemiese aanlegte is op grond van hierdie formule opgerig en uitgebrei tot uiters waardevolle bydraes tot die nasionale ekonomie.

Die tweede rede was na my mening dat die verwerking van minerale altyd as 'n onderwerp buite die belangstellingsveld en bevoegdheid van die chemiese bedryf beskou is. Hierdie siening het tans ook dramaties verander.

Die derde baie belangrike rede was die feit dat die verdere verwerking van ons minerale nie 'n ekonomies lewensvatbare proposisie was toe die rand ongeveer \$1,4 werd was nie, maar nou het die waarde van die rand tot onder \$0,50 geval met die gevolg dat ons baie meer mededingend geraak het. Tweedens was daar 'n tendens in oorsese lande om weg te beweeg van die sogenaamde "skoorsteennywerhede" en die aandag toe te spits op die sogenaamde hoëtegnologiediensnywerhede en die produksie van ingenieursmateriale en -goedere aan die halfontwikkelde lande oor te laat. As ons nie nou van die geleentheid om ons minerale hulpbronne te verwerk gebruik maak nie, sal ons waarskynlik nooit weer 'n kans kry om dit te doen nie.

Die vierde en laaste rede is waarskynlik die een waaraan ons die meeste aandag moet skenk. Die produksie van verwerkte produkte vereis 'n baie hoër peil van tegniese kundigheid wat bemarking betref.

Ons moet die noodsaaklikheid insien om mense op te lei en te lewer wat vertrou is met die toepassings in hoog geïndustrialiseerde en hoogs tegniese gemeenskappe. Ons moet die probleem, om die mannekrag te voorsien om hierdie hoë tegniese bekwaamheid in diens- en markaktiwiteite te handhaaf, die hoof bied.

Die strewe na die verdere verwerking van ons hulpbronne sal dus een van die grootste uitdagings vir ons bestuurs- en onderhandelingsvaardighede bied. Ons sal dit nodig vind om assosiasies met ander maatskappye oor die hele wêreld op te bou wat ons in staat sal stel om van hul deskundiges gebruik te maak en deur hulle op hoogte van nuwe tegnologiese ontwikkelings te bly. Op dié manier sal ons ons tegniese teenwoordigheid vestig in al die gevorderde nywerhede wat ons hoop om eendag ons klante te noem.

Ons staan dus voor twee groot uitdagings as ons die volop en waardevolle hulpbronne wat die erfenis van Suid-Afrika uitmaak, ten volle wil benut: die ontwikkeling van die tegniese mannekrag wat nodig is vir die toetreding tot die hoogs tegniese markte in die buiteland, en die daarstelling van nuwe kontrakte met die hoëtegnologienywerhede oor die hele wêreld.

Basiese navorsing en tegniek: die rol van universiteite

C.J. Reinecke

Potchefstroomse Universiteit vir CHO, Potchefstroom 2520

Makroaspekte van die plek en rol van universiteite in die RSA word indringend geëvalueer in die verslag van die De Lange-kommissie van die Komitee vir Universiteitshoofde (KUH) wat in Januarie 1987 voor die KUH gediën het. Hierdie plek en rol van die universiteite word begrond in die tradisionele karakter van die universiteit as akademiese instelling teenoor die reële nuwe en toekomstige eise van die tyd sowel as van Suid-Afrika in 'n steeds veranderende omgewing. Die sentrale vraag waarvoor die universiteite te staan kom, is enersyds hoedat die eksponensiële groei in persone wat op na-sekondêre onderwys aanspraak maak (1979: 241 183; 1990: 803 003; 2000: 1 353 439) gehanteer kan word, terwyl die universiteit ook sy taak kan nakom as inrigting waar nuwe kennis deur fundamentele navorsing ontgin kan word. Die belang van universiteitsnavorsing word in die verslag beklemtoon deur verwysing na die standpunt van V.S. Weisskopf wat stel dat navorsing " . . . affects the whole intellectual life of a nation by determining its way of thinking and the standards by which actions and intellectual production are judged. An atmosphere of creativity is established which permeates every cultural frontier" (Bulletin of Atomic Scientists, 1965).

In aanvulling hierby toon die vakliteratuur onteenseglik aan dat die tegnologie sterk figureer in daardie lande waar daar ook sterk belê word in basiese navorsing en in instellings waar persone hierin opgelei word. E. Bloch, President van die National Science Foundation, het dit onlangs beklemtoon dat die toekoms van enige land toenemend hiervan afhanklik word weens groot veranderinge in die internasionale omgewing waarbinne alle lande tans en toenemend in die toekoms gestel sal word. "In this changed environment, no nation can remain competitive without investing both in new knowledge and in people who can create and use it. Consequently, scientists and engineers, and the research they perform, are at the heart of today's concern about economic competitiveness" (Educom Review, 1989). Ook vir Suid-Afrika sal sukses met die ontplooiing van tegnologie krities afhanklik wees van enersyds die beskikbaarheid van hoëvlakmannekrag, en veral natuurwetenskaplikes en ingenieurs, en andersyds van hulle vermoë om fundamenteel en kreatief wetenskaplik te kan dink en navorsing om sodoende innoverende en relevante bydraes op die terrein van die tegnologie te kan maak. 'n Gesonde universiteitsstelsel in Suid-Afrika is noodsaaklik om hierdie sleutelkomponente te bied vir ontplooiing van die tegnologie in die land.

Vir 'n suksesvolle universiteitsstelsel is dit noodsaaklik dat die korps van akademici aan die Suid-Afrikaanse universiteite vir hulle taak toegerus moet wees en inderdaad self op die voorpunt moet beweeg. 'n Analise van die subsidie wat aan universiteite gegee word, toon egter aan dat dit nie

met die eise van die tyd tred gehou het nie. In die De Lange-verslag word dan ook aangetoon dat sowel die infrastruktuur, soos byvoorbeeld biblioteekvoorsiening, as die reële vergoeding van die akademiese personeel sodanig progressief verswak het, dat die universiteitsstelsel van Suid-Afrika voor 'n krisis te staan kom om die nodige werklike hoëvlakmannekrag en deskundigheid te lewer wat vir 'n verbeeldingryke ontplooiing van die tegnologie in die land noodsaaklik is.

Om die stand van chemie in die universiteite te evalueer is 'n analise gemaak van die bydraes van die universiteitspersoneel aan die Suid-Afrikaanse universiteite tot navorsing in chemie. Op grond van die vaktydskrifte waarin hierdie bydraes gelewer word, is dit duidelik dat van die chemici aan die Suid-Afrikaanse universiteite van hoë internasionale standaard is. Op enkele uitsonderings na is die grootte van die groepe navorsers wat aan 'n enkele universiteit verbonde is, egter meestal klein in getal. Meer verontwaardigend is die waarneming dat die ouderdomsprofiel van die chemici in die senior kwadrant geleë is. Dit word weerspieël deur slegs 13% van die chemici aan die universiteite in die kategorie van belowende wetenskaplikes wat navorsingsteun vanaf die Stigting vir Navorsingsontwikkeling ontvang.

Dit is duidelik dat die universiteitswese in Suid-Afrika in 'n nuwe eksterne en interne situasie te staan gekom het wat nuwe uitdagings aan die bestuur van die universiteite stel. Rasionalisasie is absoluut noodsaaklik ten einde die bestaande mannekrag, bronne en tyd meer optimaal binne 'n universiteit te benut. Wat die navorsing betref, moet dit ontplooi binne die delikate balans van enersyds toepaslike basiese navorsing ten einde nuwe kennis oop te dek en 'n basis vir die proses van kreatiewe, wetenskaplike denke te bied en andersyds toegepaste navorsing ten einde die eie unieke en relevante probleme van die Suid-Afrikaanse omgewing op 'n innoverende wyse te adresseer. Om dit optimaal te kan bereik is dit noodsaaklik dat die universiteite 'n regmatige plek sal hê en in interaksie sal verkeer met die internasionale universiteitsstelsel, maar terselfdertyd ook in interaksie sal moet verkeer met privaat en owerheidssektore binne die land. Kwaliteit en relevansie in die ontplooiing van die universiteitsnavorsing moet nagestreef word in belang van die tegnologiese eise waarvoor die land gestel word.

In die laaste instansie word aan die universiteite ook besin oor die wese en aard van wetenskap en tegnologie. Hierdie filosofiese denke is 'n verdere noodsaaklike funksie van die universiteite in 'n tegnologiese tydperk. Hierdeur kan leiding geneem word in die positiewe en ewewigtige aanwending van die tegnologie in die komplekse Suid-Afrikaanse samelewing.

Sintetiese brandstowwe: die pad vorentoe

A. Brink

Sasol Olie, Posbus 11437, Johannesburg 2000

ONTWIKKELINGS OP BRANDSTOFGEBIED

Die binnebrandenjins is tans ongeveer 'n honderd jaar oud en op die oomblik is daar nog nie 'n plaasvervanger in sig nie. Ons kan dus aanvaar dat ten minste vir die volgende vyf en twintig jaar of so die motors en vragmotors op ons paaie aangedryf sal word deur enjins wat basies baie dieselfde is as wat ons nou ken. Hierdie enjins sal loop op brandstowwe wat ook basies baie dieselfde is as wat ons nou het. Ongetwyfeld sal daar ontwikkelings en verfyning wees met baie meer elektroniese sofistikasie wat enjins betref. Ontwikkeling sal veral in twee rigtings plaasvind:

- Verminderde omgewingsimpak.
- Groter brandstofdoeltreffendheid; eerstens omdat brandstof al duurder word en tweedens omdat brandstofdoeltreffendheid dikwels gepaard gaan met 'n vermindering in skadelike uitlaatgasse.

In oorsese lande is die mees uitstaande kenmerk van die afgelope dekade of meer die klem wat gelê word op die gebruik van 'n katalisator in die uitlaatsisteem om skadelike verbindings in die uitlaatgasse te vernietig. Hierdie verbindings val veral in drie groepe uiteen:

- Koolwaterstowwe en oksiginate soos aldehiede.
- Koolmonoksied.
- Stikstofoksiede (NO_x).

Koolmonoksied is natuurlik giftig, koolwaterstowwe, aldehiede en NO_x kan lei tot rookmis en NO_x is gekoppel aan suurreën.

Omdat die huidige katalisator deur lood vergiftig word, is die gebruik van loodvrye petrol verpligtend. Die gebruik in die VSA van 'n katalitiese sisteem saam met gesofistikeerde enjinbeheertegniese het oor die afgelope dekade dramaties gestyg.

In Suid-Afrika is die posisie natuurlik totaal anders. Daar is geen loodvrye brandstof beskikbaar nie en dus ook geen katalisator om die uitlaatgasse te suiwer nie. Die verkeersdigtheid in Suid-Afrika is veel laer as in baie oorsese lande en die vraag moet gestel word, en beantwoord word, of ons dit kan bekostig om suiwering van uitlaatgasse 'n hoë nasionale prioriteit te maak. Maar vroeër of later sal hierdie ontwikkeling wel ook na Suid-Afrika deurslaan.

Die petrol van die toekoms sal veral deur twee vereistes gekenmerk word:

- Groter stabiliteit, dit wil sê 'n groter bestandheid teen die vorming van gom en ander neerslae in die brandstofstelsel. Deur die brandstofsisteem skoon te hou word brandstofdoeltreffendheid verhoog en 'n vermindering in skadelike uitlaatgasse in die hand gewerk. Om hierdie stabiliteit en enjinreinheid te verseker sal in 'n toenemende mate van bymiddels gebruik gemaak word.
- 'n Laer aromaathoud. Daar is alreeds 'n neiging tot 'n beperking van benseen, wat karsinogenies is, en ook die hoër aromate wat kan lei tot die vorming van karsinogeniese verbindings. Ongelukkig is 'n verhoging in aromate die maklikste manier om die verlaging in oktaangetal, wanneer lood uitgehaal word, teen te werk. Wat diesel betref, is die klem op 'n vermindering in vaste

partikels in die uitlaatgasse. Hierdie partikels bestaan uit sulfaatverbindinge en koolstof met koolwaterstowwe, veral polisikliese aromate, geabsorbeer op die partikels. Volgens regulasies in Kalifornië moet busse in 1991 en swaarvragmotors in 1994 voldoen aan 'n emissiestandaard van 0,134 g/kW.h; tans is dit ongereguleer en ongeveer 0,8 g/kW.h.

Die dieselbrandstof van die toekoms sal dus gekenmerk word deur:

- 'n Laer swawelinhoud.
- 'n Laer aromaathoud.
- Groter stabiliteit, wat verkry sal word deur beter raffinering en 'n baie groter gebruik van bymiddels om beter verbranding en minder neerslae op inspuisers te verseker.

DIE SINTETIESEBRANDSTOFBEDRYF IN SUID-AFRIKA

Teen huidige oliepryse is die oprigting van nuwe aanlegte vir die produksie van sintetiese brandstowwe nie ekonomies nie, selfs nie teen die huidige lae randwaarde nie. Dit moet verder in gedagte gehou word dat alle sintetiese brandstofaanlegte besonder kapitaalintensief is. Een of ander vorm van subsidiëring sal nodig wees. Omstandighede kan egter vinnig verander en daarom is dit goed om die prosesse vir sintetiese brandstowwe op te som en te sien hoe die eenskappe van die brandstowwe vergelyk met die vereistes wat hierbo gestel is.

Fischer-Tropschsintese

Hierdie roete is deeglik beproef en welbekend. Die produkte is ook omgewingsvriendelik: Sowel die petrol as diesel is swawelvry en die aromaathoud relatief laag. 'n Groot voordeel is dat die produkte uitruilbaar is met die ooreenstemmende produkte uit ru-olie.

Konvensionele brandstowwe via metanol

Hierdie roete word deur AECI voorgestel. Die produkspektrum is baie dieselfde as dié uit Fischer-Tropsch.

Direkte gebruik van metanol

Dit is ongetwyfeld waar dat metanol die goedkoopste vorm van sintetiese brandstof is om te produseer. Vir optimale gebruik moet petrolenjins aangepas en dieselenjins herontwerp word. Dit vereis 'n groot ontwikkelingsprogram aan die kant van enjinvervaardigers. 'n Infrastruktuur moet ook geskep word vir die verspreiding van metanol. As Suid-Afrika die wêreld voor wil wees in dié verband beteken dit dat 'n strategiese besluit geneem moet word dat a) daar 'n groot sintetiesebrandstofprogram sal wees en b) dat metanol die brandstof gaan wees. Voorwaar nie 'n maklike besluit om te neem nie.

Direkte hidrogenasie van steenkool

Die direkte roete tot olie-uit-steenkool behoort goedkoper

te wees as die indirekte roete via sintesegas. Dit is egter nog nie beproef op kommersiële skaal nie.

Petrol verkry met dié proses sal baie hoog in aromate wees en dit behoort eintlik net as 'n mengkomponent gebruik te word. Die diesel moet diep gehidrogeneer word om 'n aanvaarbare setaanwaarde te verkry en die swawel- en aromaatinhoud sal dus laag wees.

UITDAGINGS VIR DIE TOEKOMS

Bekamping van besoedeling sal baie meer van ons tyd en

geld in beslag neem in die jare wat voorlê. Vir die chemiese nywerheid beteken dit groot uitgawes wat uiteindelik deur die verbruiker gedra word. Innovatiewe benaderings moet gevind word om lugbesoedeling te bekamp teen minimum koste.

Hoewel olie-uit-steenkool-aanlegte kapitaalintensief eerder as mannekragintensief is, is die behoefte aan hoogs-koolde tegniese personeel wel baie hoog. Dit is nog 'n uitdaging wat aanvaar sal moet word.

Polimeervervaardiging, en in die besonder elastomeervervaardiging in die RSA: Huidige en toekomstige ontwikkelings

A. Jordaan

Karbochem, Posbus 19, Sasolburg 9570

'n Hele aantal plastieke en elastomere word reeds in die RSA vervaardig, soos byvoorbeeld polistireen, poliëtileen, polipropileen, polivinylchloried, polibutadien, stireen-butadienrubber en poliisopreen, maar met die uitsondering van enkele produkte soos polipropileen word al hierdie polimere uitsluitlik vervaardig met die oog op die plaaslike mark. Daar bestaan min uitvoergeleenthede vir Suid-Afrikaansvervaardigde polimere, veral wanneer in die vervaardigingsproses van ingevoerde monomere soos butadien en stireen gebruik gemaak word. Steenkoolgebaseerde grondstowwe soos vinylchloried uit asetileen kan ook nie in 'n vryemarkstelsel prysgewyse meeding met materiale wat vanaf ru-olie berei word nie. Die polimeervervaardigingsindustrie se afhanklikheid van faktore soos die gebruik van ingevoerde uitgangstowwe, die relatief klein skaal van vervaardiging, prysvasstellings volgens invoerpariteit en 'n tradisie van invoervervanging alleen liewer as internasionale mededinging, het daartoe gelei dat die industrie binnelands beskerm moet word deur maatreëls soos bo-belasting, en invoerkontrole en -toeslag.

Die binnelandse mark is oor die algemeen te klein om die vervaardiging van spesiale polimere met spesialiteits-toepassings en hoë geldwaardes moontlik te maak. Nietemin bestaan daar enkele geleenthede vir uitbreiding, soos geïllustreer kan word aan die hand van voorbeelde uit die gebied van sintetiese elastomere. Die Suid-Afrikaanse nywerheid kan byvoorbeeld nog die vervaardiging van termoplastiese rubbers onderneem.

Hierdie termoplastiese elastomere besit die eienskap dat hulle net soos plastieke gesmelt, uitgedruk, uitgepers en gevorm kan word by verhoogde temperatuur; by kamertemperatuur behou hulle steeds die vervormingseienskappe van rubbers, en hulle kan dus doeltreffend gebruik word vir die uitpers van byvoorbeeld skoensole. Verder word die moontlikhede om rubber-afgeleides soos sintetiese poliisopreenlateks en gechlloreerde poliisopreen te vervaardig, ook ondersoek. Sintetiese poliisopreenlateks kan gebruik word vir die maak van gomme en doopartikels soos rubberhandskoene, terwyl chlororubbers veral aanwending vind in versamellings met 'n hoë bestandheid teenoor byvoorbeeld soutwater en verwe wat gebruik kan word vir aanwysingstrepe op teerpaai.

Die rubbervervaardigingsnywerheid is, soos ander nywerhede wat tot 'n meerdere of mindere mate van ingevoerde grondstowwe afhanklik is, deurentyd besig met ondersoek na die moontlikheid van terugwaartse integrasie, dit is, na die moontlikheid om grondstowwe soos butadien en stireen plaaslik te vervaardig.

Waar 'n grondstof reeds plaaslik vervaardig word, soos byvoorbeeld isopreenmonomeer, bestaan besondere geleenthede om nie net nuwe tipes isopreenrubbers te maak nie, maar ook om die chemiese voorstowwe wat gebruik word vir isopreenvervaardiging te ontwikkel vir ander gebruike in die chemiese nywerheid. Isopreenmonomeer word byvoorbeeld reeds in die buiteland gebruik in die vervaardiging van termoplastiese elastomere soos SIS (stireen-isopreen-stireen-blokkopolimere). Die katalitiese prosesse wat in die Weste, maar veral in Rusland, gebruik word om suiwer isopreen in elastomere te omskep, is daarop ingestel om polimere met die hoogs moontlike *cis*-stereochemie en met hoë molekulêre massas te berei, om sodoende die eienskappe van natuurlike rubber na te boots. Nuwere ontwikkelings dui daarop dat isopreenrubbers met ander mikrostrukture as dié van natuurlike rubber unieke voordelige eienskappe besit.

Poliisopreenrubber word op Newcastle berei vanaf isopreenmonomeer wat op sy beurt uit asetileen en asetoon gesintetiseer word. Twee verbindings word tydens isopreenvervaardiging geïsoleer en gesuiwer, naamlik 3-hidroksi-3-metiel-1-butyn en 3-hidroksi-3-metiel-1-buteen. Die tersiêre alkohol 2-hidroksi-2-metielbutaan kan ook, wanneer nodig, berei word. Bogenoemde drie alkohole is nie algemeen beskikbaar op plaaslike en oorsese markte nie en hoogs waarskynlik sal in die toekoms gevind word dat hulle meer waarde het as die isopreen wat tans uit hulle berei word.

Die metielbutynol vind reeds toepassings as oplosmiddel in die elektroplateringsbedryf en as uitgangstof in vitamien A- en karoteensinteses, die metielbutenol lewer deur middel van 'n eenvoudige omskakelingsreaksie prenol (3-metielbut-2-en-1-ol) wat 'n belangrike voorstof is vir sommige sintetiese piretoïedinsedodors, en die metielbutanol is 'n plaasvervanger vir t-butielalkohol, soos byvoorbeeld in die vervaardiging van peroksiede.

Ook polimere waarvan die molekulêre massas so laag is dat hulle vloeibaar is en eers ge vulkaniseer moet word voordat hulle verhard om rubbereienskappe te vertoon, vind toepassings in die rubberverwerkingsnywerheid. Twee van hierdie vloeibare polimere word reeds deur Karbochem vervaardig, nl. vloeibare poliisopreen en hidroksi-getermineerde polibutadien. Die vloeibare poliisopreen-tipes moet eers ge vulkaniseer (gekruisbind) word om te verhard, terwyl die hidroksi-eindgroepe in die polibutadien met organiese isosianate kan reageer, en dus by uitstek geskik is vir aanwending in poliuretane.

Net soos die chemiese bedryf in sy geheel, vind die rub-

bervervaardigingsbedryf dit vandag moeiliker om chemiegegradueerdes as chemiese ingenieurs vir indiensneming te werf. Teknikon-afgestudeerdes is ook skaars, maar die teknikons bied gelukkig die geleentheid vir die indiensopleiding van geskikte matrikulante uit alle rassegroep. In die chemiese bedryf word dit ook al hoe moeiliker om chemici vir laboratoriumwerk te behou, omdat hulle opleiding hulle gesog maak vir produksie – en ander bestuursposte. Ondersteuning van navorsing aan universiteite word bemoelik, omdat nagraadse studente nie vir navorsingsprojekte beskikbaar is nie.

Die rol van chemie in die waternywerheid

W.H.J. Hattingh

Watervorsingskommissie, Posbus 824, Pretoria 0001

Skattings deur die Departement van Waterwese toon dat die beskikbare watervoorraad teen ongeveer die jaar 2010 ten volle benut sal wees. Die skatting is gebaseer daarop dat water van 'n geskikte chemiese gehalte aan alle watergebruikers voorsien sal kan word. Daarom is dit belangrik om te let op die bydrae van chemie en chemiese vervaardigingsprosesse tot die gehalte van water.

Chemiese verbindings speel 'n belangrike rol in die besoedeling van water, met ander woorde waar water minder geskik word vir verdere aanwending. Chemie vind ook wye toepassing wanneer water behandel moet word vir gebruik deur die nywerheid en veral waar die vretende eienskappe van water reggestel moet word en/of wanneer presipitاس van sekere soute in pypstelsels verhoed moet word. Laastens is die chemiese samestelling van drinkwater be-

langrik omdat water as 'n voedsel vir alle lewe op aarde dien en dus ook 'n bron is van essensiële chemiese elemente vir voortbestaan. Die chemiese samestelling van water kan ook sekere siektes in die mens veroorsaak.

Die rol van die chemiese analitikus is uiters belangrik omdat hy in staat moet wees om chemiese verbindings wat in lae konsentrasies voorkom, te kan isoleer en om die konsentrasie daarvan te kan bepaal. Die analitikus moet ook deeglik onderlê en op die hoogte wees van moderne analitiese tegnieke en apparaat. Daar is dus vir die analitikus 'n belangrike en uitdagende rol in die wateromgewing.

Die vraag is waarom daar so min chemici opgelei word ten spyte van die opleidingsgeriewe en geleentehede wat daar vir die analitikus is om die kennis op te doen. Lê die fout by die ouer garde of die jonger garde?

Die rol van chemie in die kernbedryf

D.M. Kemp

Atoomenergiekorporasie, Posbus 582, Pretoria 0001

In die ontstaan van die internasionale kernbedryf het chemici deurslaggewende bydraes gelewer. Hiermee word veral verwys na die ontdekking van uraan (Klaproth, 1789) en radium (Curie, 1902), die sintese van UF_6 (Ruff, 1909), die ontdekking van kernklowing (Hahn en Strassmann, 1939) en die eerste sintese van die transuraanelemente (Seaborg, 1940). Die vestiging en verdere ontwikkeling van die tegnologie het sedertdien steeds sterk afhanklik gebly van die bydraes deur chemici.

In Suid-Afrika is die kernbedryf nou sodanig gevestig dat daar reeds voldoen kan word aan die brandstofbehoefte van die Koeberg-kernkragentrale en die Safari-navorsingsreaktor met behulp van plaaslik ontwikkelde tegnologie. Prosesse en tegnologieë wat hiervoor ontwikkel moes word, sluit in die produksie van HF , F_2 en UF_6 . UF_6/H_2 -mengsels word as prosesgas gebruik tydens die verrykingsproses.

Verrykte UF_6 (3,25% ^{235}U) word dan omgesit na UO_2 brandstofpastille wat in sirkoniumalooibuisse verkan word as brandstofelemente vir Koeberg. Vir die produksie van Safari-brandstofelemente word uraanmetaal uit hoogs verrykte UF_6 (45% ^{235}U) vervaardig en as U-Al-allooi in brandstofelemente opgeneem.

Bogenoemde prosesse stel besondere hoë eise aan konstruksiemateriale, suiwerhede van produkte, monitoring van bedryfstoeistande en kwaliteitsbeheer. Chemies gebaseerde kundighede speel hierin 'n baie belangrike rol.

Tegnieke en tegnologieë wat hiervoor ontwikkel moes word, sluit die volgende in: 'n wye reeks inbaan- en laboratorium analitiese metodes, fisiese metodes vir die bestudering van oppervlakke en die karakterisering van materiale en reaksieprodukte, laboratoriumopstellings vir ondersoeke na die kinetika van gasreaksies, fluorinerings-

tegnologie en die sintese van 'n wye reeks gefluoreerde verbindings, 'n laboratorium vir karakterisering en verwerking van polimere, oppervlakbehandeling- en platingstechnologie en waterchemiese kundigheid vir die suiwering van afvalstrome en chemiese beheer oor stoom- en verkoelingstelsels.

Om die nodige wetenskaplike ondersteuning te kon voorsien was dit noodsaaklik om 'n uitgebreide navorsingsprogram te onderneem na die chemie van UF_6 en verwante verbindings.

'n Aantal unieke verbindings van uraan met fluoor is reeds in hierdie laboratoriums berei en geïdentifiseer. Laboratoriumwerk met die meeste van hierdie korrosiewe en lugsensitiewe verbindings is moeilik en vereis spesiale eksperimentele toestande en tegnieke.

Chemici is nou betrokke by die ontwikkeling van nuwe tegnologie vir die toekoms. In hierdie verband word byvoorbeeld aandag gegee aan die moontlike gebruik van plasmachemiese prosesse vir die vervaardiging van UF_6 en ander uraanverbindings. Dit is moontlik om met behulp van plasmas wat in radiofrekwensie-, gelykstroom- en mikrogolfvelde opgewek word verskeie veelstap chemiese prosesse met goedkoper en eenvoudiger enkelstap plasmachemiese prosesse te vervang. Op hierdie wyse was dit reeds moontlik om 'n bestaande reduksieproses van UF_6 na UF_4 met 'n eenvoudiger plasmaproces te vervang.

Dit is duidelik dat uraanverrykingsprosesse in die volgende eeu hoofsaaklik op laserprosesse gebaseer sal wees. Die AEK het hiervan kennis geneem en is tans besig met agtergrond laboratoriumondersoeke na die fotochemie en spektroskopie van vloeiverkoelde UF_6 in gasstrome. Die

chemie van vryradikaalreaksies speel hierin veral 'n belangrike rol.

Hoewel Suid-Afrika nog nie gebruikte reaktorbrandstof herprosesseer nie, word beperkte laboratoriumondersoeke wel op hierdie gebied onderneem. Aandag is tans veral toegespits op die ontwikkeling van nuwe aktinied selektiewe ekstraktante en die gebruik van anorganiese ionruilers vir die verwydering van radioisotope uit afvalvloeistowwe en vir die meer doeltreffende wegdoening van radioaktiewe afval. Van hierdie navorsingsresultate word ook toegepas in ondersoeke na die behandeling van afvalstrome by Koeberg. Die moontlikheid om sekere herproseseringsstappe met behulp van direkte droë fluorineringsprosesse uit te voer sonder dat brandstof in waterige oplossings opgelos word, word ook in die laboratorium ondersoek. Dit behoort goedkoper te wees en gee ook aanleiding tot veel kleiner volumes radioaktiewe afval. Fluorineermiddels wat hiervoor van belang is, sluit in F_2 , CF_3 , XeF_2 , KrF_2 , plasmafluorineringsprosesse asook die gebruik van supersure en gesmelte soute.

Tegnologie word tans ontwikkel vir die plaaslike vervaardiging van klowingsmolibdeen deur neutronbestraling van uraan. Dié radioisotoop wat gebruik word vir die produksie van tegnesiumgenerators vir mediese toepassings, word tans nog ingevoer. Chemici speel verder ook 'n belangrike rol in die produksie van 'n wye reeks ander radioisotope vir mediese en industriële toepassings asook in die ontwikkeling van radiofarmaseutiese verbindings wat vir diagnostiese en terapeutiese doeleindes in mediese behandeling gebruik word.