



2) **WETENSKAPLIKE BYDRAES VAN DIE PU VIR CHO**
Reeks H: Inougurele Redes Nr. 8

3) **CHEMIE -- IN DIENS VAN DIE**
SAMELEWING

J. Dekker

Potchefstroomse Universiteit vir CHO
1976

CHEMIE – IN DIENS VAN DIE SAMELEWING

Paulus, die groot mensekenner, skryf in die slotwoord van sy eerste brief aan die Thessalonicense: *Beproof alle dinge; behou die goeie*. Vanaf die vroegste tye probeer die mens om die geaardheid en samestelling van die materiaal waaruit hyself, plante, diere, voëls, visse, die aarde, die lug en water saamgestel is, te verstaan. Die bestudering van materie, die veranderings wat plaasvind indien twee of meer soorte materie in aanraking met mekaar kom, die meganisme van die lewende prosesse – alles val in die gebied van Chemie. Chemie kan dus populêr gesien word as dié wetenskap wat alles om en in die mens beïnvloed – dit beslaan inderdaad 'n baie groot deel van ons kennis van die natuur.

Die terrein van chemie het reeds in die begin van die negentiende eeu so uitgebrei geraak dat 'n onderskeid tussen anorganiese en organiese chemie gemaak is – eensyds gerieflikheidshalwe en andersyds as gevolg van die destydse vaste oortuiging dat organiese verbindings, waarvan die oorsprong in lewendes organismes setel, nie onderhewig is aan die wette wat van toepassing op anorganiese verbindings, dit wil sê verbindings met 'n nie-lewende oorsprong, is nie. In 1828 stel Wöhler vas dat ureum, wat voorheen slegs uit urine geïsoleer kon word, deur verwarming van ammoniumsianaat, wat 'n tipiese anorganiese verbinding is, berei kon word. Hierdie belangrike getuienis teen die leer van die vitalisme het duidelik getoon dat alle chemiese verbindings – of hulle organies of anorganies van aard is – dieselfde chemiese wette moet gehoorsaam. Die organiese afdeling bemoei hom met die chemie van verbindings wat die element koolstof in chemiese kombinasie met ander elemente, in besonder waterstof, suurstof en stikstof, bevat. Organiese chemie kan dus as die chemie van koolstofverbindings, gedefinieer word. Anorganiese chemie, daarenteen, dek die chemie van al die ander elemente van die periodieke tabel.

Die toepassing van die beginsels en metodes van fisika in die studie van chemiese verbindings het mettertyd gelei tot die ontplooiing van 'n derde vakafdeling, te wete fisiese chemie. Die snelle ontwikkeling van hierdie terrein, asook dié van analitiese chemie het ruim bygedra tot die bykans ongelooflike vooruitgang wat die vak chemie in die afgelope vyftig jaar ondergaan het.

In die lig van die voorafgaande inleiding gesien, sou dit 'n onbegonne taak wees om in die tydsbestek van hierdie rede aandag te wy aan al vier afdelings van chemie – selfs in soverre dit die tema van hierdie voordrag betref. Meer nog: die moderne wetenskap ken geen algemene chemikus of skeikundige nie. Daarom wil ek u aandag graag bepaal by die diensdoende rol wat organiese chemie in die samelewing speel. Hiervoor is egter 'n kort inleidende

begrip van hierdie vakgebied noodsaaklik:

Die element koolstof, wat die kernkomponent van alle organiese verbindings is, beskik, soos Kekulé en Couper reeds in 1858 aangetoon het, oor vier valensies. Dit impliseer dat die koolstofatoom in 'n molekule deur besonder stabiele bindings aan vier ander atome gebind is. Hierdie ander atome kan koolstof-, waterstof-, suurstof-, stikstof-, halogeen-, en 'n verskeidenheid ander atome wees. Die sterk kovalente karakter van hierdie bindings, in teenstelling met die ioniese bindings soos aangetref in tipiese anorganiese soute, is grotendeels verantwoordelik vir die oënskynlik ietwat verrassende indeling van slegs koolstofverbindinge in die organiese vakafdeling. Die unieke eienskap van koolstof om bestendige koolstof-koolstofbindings te vorm, maak dit prakties moontlik om molekule met 'n koolstofinhoud van 'n miljoen of meer te sintetiseer. Die koolstofskelet van 'n organiese verbinding kan liniêr of vertakt wees en 'n asikliese of sikliese struktuur hê. Hierbenevens beskik die koolstofatoom oor die belangrike vermoë van versadigde en onversadigde bindings met koolstof en verskeie ander elemente van die periodieke tabel te vorm. Die aard van hierdie bindings hou ten nouste verband met die chemiese gedrag van organiese verbindings. Koolwaterstowwe — dit wil sê verbindings wat slegs koolstof- en waterstofhoudend is — staan, afhankende van die koolstofskelet en graad van onversadigheid, as paraffiene, olefiene, asetilene, sikloparaffiene siklo-olefiene en aromate bekend. Die vermoë van koolstof om stabiele bindings met ander elemente, byvoorbeeld suurstof en stikstof, te vorm, noodsaak 'n verdere funksioneel-afhanklike onderverdeling van die organiese verbindings — nie, soos die taamlik algemene, aanvanklike mening van eerstejaars is, om verdere doelhowe te skep nie, maar juis om 'n sistematiese verband tussen fisiese en chemiese eienskappe en molekulêre struktuur mee te bring. Hierdie korrelasie stel die organiese skeikundige in staat om chemiese verbindings, wat aan sekere vereistes moet voldoen, te sintetiseer om sodoende 'n diens aan die samelewing te lewer.

Alleen deur 'n goedgefundeerde sistematiek kon die organici daarin slaag om tot op hede ruim 3 miljoen verskillende organiese verbindings uit natuurlike bronne te isoleer en te sintetiseer. Danksy die pionierswerk van manne soos Pasteur, Emil Fischer, Lewis, Pauling, Ingold en vele andere; danksy die moderne vakbenadering — soos dit uit die orbitaalteorie spruit — en veral danksy die groot verskeidenheid instrumentele tegnieke, wat navorsers in staat stel om ingewikkelde probleme met ongekende spoed op te klaar, kon twee-derdes van hierdie groot getal verbindings gedurende die afgelope twee dekades die lig sien.

„Der Aufstieg der Menschheit zur wahren Kultur beruht auf ihrer Fähigkeit, die Naturkräfte sich dienstbar zu machen” — aldus Arrhenius. Die organikus het 'n kosbare verpligting naamlik om dié kennis, wat gebaseer is op die akkurate waarneming van feite en die verband hiervan met algemene beginsels

of wette, te implimenteer tot beswil van die samelewing. Ielmlholtz sê tereg: „Wissen allein ist nicht Zweck des Menschen auf der Erde; das Wissen muss sich im Leben auch *betätigen*”.

Die mens moet dus in sy bestaanstryd voortdurend daarna streef om die Godgegewe gawes tot sy eie beswil te verwerk en te benut. Goethe sê: „Gott gibt die Nüsse, aber Er beisst sie nicht auf”. Vir die organiese skeikundige — en daarmee word die organiese chemiese industrie geïmpliseer — lê hierdie gawes in die eerste linie opgeslote in die koolstofhoudende natuurprodukte, byvoorbeeld steenkoolneerslae, natuurlike gas en olie en die plante- en diereryk. Hierby moet summier gevoeg word dat die voortbestaan van die organiese industrie haas ondenkbaar sou wees sonder die hulp van die eweneens belangrike anorganiese industrie. 'n Organiese industrie wat sonder swawelsuur, chloor en natriumhidroksied moet klaarkom — om maar enkele gesogte anorganiese reagense te vermeld — sou met die spreekwoordelike „dam” sonder „dop” vergelyk kon word.

Die chemiese industrie, soos ons hom vandag ken, kan as 'n „universele verskaffer” vir die beskaafde mensdom beskou word. Die doolhof van skeppinge van die chemiese industrie vorm 'n integrale deel van die normale beskaafde lewe. Vanaf die vroeë oggendwas, gedurende ons daaglike program, tuis, op kantoor en in die werkswinkel, terwyl ons ontspan, in tye van siekte, ja selfs terwyl ons slaap, bly ons deurentyd in intieme verbinding met een of ander vindingryke skepping van die chemiese industrie. Dink vir 'n oomblik na oor 'n paar voorbeelde van die oondvars, essensiële en onontbeerlike produkte van die moderne industrie: kleurstowwe, geneesmiddels, voedselpreseerveermiddels, kunsmisstowwe, insektisiede, rubber en sintetiese materiale. Op laasgenoemde terrein word voortdurend aanpassings by ons haastige lewenspatroon gemaak. Die ontwikkeling van crimplene het byvoorbeeld die strykproses vir die dames uitgeskakel. Die ultramoderne lewenspatroon vereis dat selfs die wasproses dikwels geëlimineer moet word — vandaar die opgang van papier in die onderkleremark. 'n Mens huiwer om bespiegelings oor die mens se vindingrykheid in die toekoms te maak. Die groot chemiese industrieë van ons tyd, in geheel gesien, moet dus as 'n nukleus beskou word, 'n kern waarom alle ander industrieë in 'n minder of meer afhanklike wyse wentel. Geen wonder dus dat die chemiese industrie steeds buitengewoon florerend gebly het.

Die Republiek van Suid-Afrika wat, afgesien van sy kleurbeleid, wêreldwyd bekendheid en begeerlikheid vanweë sy ontsaglike mineralerykdomme verwerf het, beskik helaas oor geen ontginde natuurlike oliebronne nie, terwyl enkele belowende gasfondse die afgelope jare gemaak is. Die sintese van petroleumprodukte vanaf steenkool is 'n hoogs-gekompliseerde proses wat 'n groot verskeidenheid duur, gespesialiseerde apparaat en veral moed, deursettingsvermoë en toegewyde kontrole van 'n groot aantal wetenskaplikes van

verskillende vakdisseplines verg. So 'n proses sou, 'n paar dekades gelede gesien, finansiële baie moeilik kon kompeteer met ingeskepte ru-olie uit die Midde-Ooste. Die strategiese waarde van Sasol – wat by uitstek 'n organiese industrie is – kan deur niemand betwis word nie.

Die Fischer-Tropsch-sintese van petroleumprodukte maak gebruik van watergas, wat 'n mengsel van koolmonoksied en waterstof is, wat in 'n reaksie tussen steenkool, water en suurstof by hoë temperatuur ontstaan. By Sasol word hierdie sintese in twee verskillende aanleë uitgevoer. In die sogenaamde Lurgi-aanleg, wat van 'n vaste katalisatorbed gebruik maak, ontstaan hoofsaaklik hoër paraffienfraksies, wat as wasse direkte aanwending vind, of deur termiese krakingsprosesse in vlugtiger fraksies, soos motorbrandstof en diesellole, omskep kan word. In die Kellogg-aanleg wat van 'n fynverdeelde sweefbedkatalisator gebruik maak, word 'n groot verskeidenheid van produkte gevorm, wat hoofsaaklik ligte onversadigde fraksies asook alkohole, ketone, aldehiede, aromate en ander produkte bevat. 'n Groot gedeelte van die versadigde en onversadigde fraksies word deur verdere chemiese behandeling in 'n produk omskep waarvan die vertakkings- en onversadigheidsgraad in die brandstofpraktyk 'n hoë oktaangehalte oftewel „pure vuur“-gedrag waarborg.

Die Kellogg-aanleg wat by Sasol in gebruik is, is enig van sy soort in die wêreld. Daarom moet die onlangse deurbraak wat gemaak is met die nuwe blokskifkatalisator, waardeur die produksie met ruim R500 000 per jaar verhoog is, inderdaad as 'n wêreldprestasie beskou word. Hierdie verbeterde katalisortegniek weerspieël enersyds die hoë vakmanskap van ons eie navorsers, en andersyds toon dit dat die sintese van petroleumprodukte uit lae-gradse steenkool 'n winsgewende proses kan wees.

Die totstandkoming van Sasol het verreikende gevolge vir ander sekondêre industrieë en daarmee ook vir die samelewing meegebring. As tipiese voorbeeld dien die polimeerindustrie, wat 'n enorme tempo van ontwikkeling gedurende die afgelope dekade beleef het en Suid-Afrika jaarliks miljoene rand aan buitelandse valuta bespaar. Polimere is makromolekulêre verbindinge van hoë molekulêre gewig. Basies word van twee tipes reaksies gebruik gemaak vir die sintese van polimere, te wete kondensasie- en addisiepolimerisasie. Die spontane reaksie tussen die twee bifunksionele reagentse heksametileentetramien en adipeensuur, wat lei tot die vorming van Nylon, is 'n klassieke voorbeeld van kondensasiepolimerisasie. Addisiepolimere, daarenteen, ontstaan deurdat onversadigde verbindinge geaktiveer word tot selfaddisie. Hierdie aktivering geskied by hoë temperatuur, of in die teenwoordigheid van vryradikale of ione, of op die oppervlakte van gesofistikeerde kontak-katalisatore. Deur die polimerisasie van gasagtige etileen, byvoorbeeld, word poliëtileen verkry, wat, vanweë sy taaiheid, fleksibiliteit, isolasievermoë en waterdigtheid, vir huishoudelike en industriële doeleindes

'n onmisbare entiteit geword het. Op soortgelyke wyse word stireen na die termoplastiese, polistireen verwerk, wat onder andere as verpakkingsmateriaal 'n waardevolle bydrae lewer. Indien 'n lae persentasie divinilbenseen as kruisbindingskomponent in polistireen ingebou word, word 'n nie-termoplastiese produk verkry, wat as uitgangsmateriaal vir die sintese van ioonuitruilers dien. Hierdie uitruilers word onder andere vir die sagmaak van hardewater vir huis-houdelike en industriële doeleindes en vir die skeiding en herwinning van belangrike metaalione aangewend. Ook op die gebied van sintetiese rubbers is plaaslik groot vooruitgang gemaak. As tipiese voorbeeld dien die kopolimerisasie van butadien en stireen, waardeur 'n produk, wat van onskatbare waarde vir die vervaardiging van motorbande en ander kommoditeite is, verkry word.

Vir die higieenbewuste Suid-Afrikaner sou dit sekerlik interessant wees om te weet dat Sasolprodukte ook op die terrein van wasmiddels 'n groot bydrae lewer. Deur die alkielering van benseen met 'n onversadigde C₁₂-fraksie word dodekielbenseen verkry. Laasgenoemde produk word in 'n nabyliggende industrie tot DDB-sulfonaat verwerk, wat as die aktiewe waskomponent in die duijternis van poeiersepe, wat op die mark beskikbaar is, dien.

Genoemde willekeurige gekose voorbeelde, wat slegs 'n fraksie van die bykans onbegrensde moontlikhede in en om Sasol aandui, toon watter dinamiese invloed goedbeplande industriële ontwikkeling op die samelewing kan hê! Die chemiese industrie is in die sogenaamde industriële of ontwikkelde lande vir 'n steeds toenemende deel van die bruto volksinkomste verantwoordelik. Opnames toon dat die Amerikaanse chemieproduksie, wat in 1938 reeds R1,6 miljard bedra het, in die daaropvolgende veertien jaar gestyg het na 'n jaarlikse produksie van R15 miljard. In Suid-Afrika het die bydrae van die fabriekswese —waarin die chemiese industrie 'n pertinente rol speel— oor die periode 1911 tot 1969 'n toename van 3,9% tot 22,6% getoon, wat die bruto binnelandse produk betref. Hierteenoor het die primêre bedrywe, naamlik landbou, bosbou, jag, visserye, mynbou en steengroewery oor dieselfde tydperk 'n afname van 47,7% tot 21% ondergaan.

Die chemiese industrie is dus alles behalwe staties. Die geweldige tempo van ontwikkeling kan enersyds aan die „ontploffing” van kennis, wat die chemiese wetenskap die afgelope vyftig jaar beleef het, toegeskryf word. Andersyds skep die prestasies op ander terreine, byvoorbeeld dié van die mediese wetenskap, nuwe vrugbare terreine van navorsing en produksie vir die skeikundige.

Dit is noodsaaklik dat ons ons moet besin oor die taak van die Universiteit en die tipe opleiding wat nodig is, sodat in landsbelang 'n positiewe bydrae tot die ontwikkeling van ons eie chemiese industrie gelewer kan word. J. Herbert Holoman van die Verenigde State van Amerika sê: „The battles of the future, whether they be military, political, economic or ideological, will be fought on the field of technology, and the soldiers needed to win those battles are scientists, engineers and technicians, as well as better trained and educated

people in all disciplines of study. Failure to develop, and to use to the fullest our most important and most limiting resource — brainpower — will have serious consequences for our country". Die reëls vir selfbehoud plaas dus 'n groot verantwoordelikheid op die skouers van die Suid-Afrikaanse Universiteit, naamlik om manne en vroue op te lei wat geestelik en wetenskaplik ryp is vir die hoë eise wat hierdie tegnologiese eeu aan ons stel.

Die astronomiese toename in industrialisering, wat Suid-Afrika veral sedert die Tweede Wêreldoorlog beleef het, stel groot eise ten opsigte van opgeleide mannekrag. Jan Marais stel dit soos volg: „Opgeleide mannekrag is die belangrikste bottleneck om Suid-Afrika sy volle potensiaal te laat bereik. Onderwys en navorsing verdien die hoogste voorrang om die brein- en skeppingskrag van al ons mense aktief en lewenskragtig te ontwikkel”.

R.W.J. Opperman sê: „Soos ek die toekoms ontleed, sal die tegnologiese eeu mannekrag vereis wat relatief hoër onderwys-, intelligensie- en vaardigheidsvermoë sal besit”. Die steeds stygende lewensstandaard met gevolglike toenemende verbruikersomset en die groot uitvoermoontlikhede, veral na goedgesinde Afrika-state sal die mannekragdilemma, waarin ons nou reeds verkeer, in die toekoms verder vererger. Die Universiteitsowerhede is deeglik bewus van hierdie situasie. Groot uitbreidingskemas word aangepak ten einde hierdie toestand te verlig. Dit is, myns insiens, noodsaaklik dat ons industrieë, wat die vrugte van universiteitsopleiding daagliks pluk, sorg moet dra dat die Universiteite oor die nodige middele hiervoor beskik — miskien op 'n analoë wyse, as wat onlangs deur die Minister van Gemeenskapsbou vir bounavorsing in vooruitsig gestel is.

Die Universiteit stel hom ten doel om ons studerende jeug deur studie tot verwerwing van leierskap te lei. W.J. de Klerk definieer studie as: „verwerwing van insig op vakterreine; blootlegging van verbande; beheersing van die basiese beginsels van die studieterrein; ontdekking van probleemterreine: oefening in die praktiese toepassing van die kennis”.

Die voorgraadse opleiding in chemie moet basies geïntereerd wees. Die chemiese literatuur, wat deurgaans ter sprake kom, het 'n sterk tegnologiese voedingsbron en bring die student telkens op die terrein van die moderne industrie. Die nagraadse opleiding en in besonder die navorsing wat tot verwerwing van Magister- en Doktorsgrade lei, moet, synde dat die Universiteit 'n akademiese inrigting van die hoogste orde is, steeds 'n sterk basiese karakter dra — ook, al sou die toepassing industriële implikasies hê.

Die belangstelling in die basiese natuurwetenskappe, waaronder chemie 'n prominente plek neem, toon by die meeste Suid-Afrikaanse Universiteite 'n afname onder die studerende jeug. Hierdie verskynsel kan, myns insiens, hoofsaaklik aan die nie-professionele behandeling van die basiese natuurwetenskaplikes toegeskryf word. Die bekende Duitse industriële skeikundige en

konsultant H.A. Henglein sê: „Die chemische Technik erfordert selbständig denkende Chemiker und Ingenieure”. Opvallend en korrek die rang van volgorde: die skeikundige is in die eerste instansie dié persoon wat geboorte aan ’n chemiese proses moet gee; eers hierna word die proses in samewerking met die ingenieur tot volwassenheid gebring.

In die organiese afdeling van die Chemie Departement van die Potchefstroomse Universiteit vir CHO is gedurende die afgelope sewe jaar intensiewe navorsing op die terrein van gespanne sikliese verbindings geloods. Hierdie program, wat daarop gemik is om ’n basiese bydrae tot die organiese vakgebied te lewer, bied aan die navorsers ’n breë spektrum van ervaring op die terrein van sintetiese chemie en is veral daarop gemik om toepassing van verworwe kennis tot tweedede natuur te maak.

Ruim ’n eeu gelede het Justus von Liebig gesê: „Verstand und Phantasie sind für unser Wissen gleich notwendig”. Hierdie stelling geld vandag nog. Die verbeeldingskrag, waarvan hier sprake is, het betrekking op die skeppingsvermoë. Hierdie gawe kan, myns insiens, by uitstek deur gevorderde nagraadse studie ontdek en gestimuleer word.

Dit is my vaste oortuiging dat die Suid-Afrikaanse Industrie in die nabye toekoms, soos dit in die leidende industriële lande geruime tyd al praktyk is, meer en meer ’n behoefte aan vakmanne met die hoogste akademiese opleiding sal ontwikkel. Van hierdie mense, wat oor die nodige kennis en skeppingsvermoë beskik, sê Werner von Siemens: „*Wer das Beste liefert, bleibt schliesslich oben, und ich siehe immer die Reklame durch Leistung der durch Worte vor*”.