De Chemische opleiding in de laatste 50 jaar

door J. Hoekstra [a]), P. Schut [b]) en J. P. Wibaut [c]). 54 : 37,,190/195"

Het is waarschijnlijk dat de chemische opleiding de laatste jaren sneller en sterker verandert dan in de jaren die nu een halve eeuw achter ons liggen. De voornaamste oorzaak hiervan is wel dat de chemische wetenschap in onze dagen te omvangrijk is geworden om ook maar in grote lijnen nog door één mens beheerst te kunnen worden; bovendien is er een technische wetenschap uit voortgekomen van ten minste even grote omvang. Men bezint zich daarom tegenwoordig op nieuwe wijzen van opleiden, teneinde zich bij deze situatie aan te passen.

Bij een beschouwing van het Chemisch Onderwijs nu en voor 50 jaren, kan men het best beginnen met het Hoger Onderwijs. De opleiding in de scheikunde is immers voortgekomen uit het Hoger Onderwijs, zoals trouwens de gehele scheikundige wetenschap in de laatste anderhalve eeuw voornamelijk aan de Universiteiten is ontstaan.

Vijftig jaar geleden verkeerde de scheikundige wetenschap in een overgangsperiode. In de tweede helft der 19e eeuw had zich de organische chemie in een zeer snel tempo ontwikkeld. De klassieke structuurtheorie van *Couper* en *Kekulé* was door het werk van *van 't Hoff* en *Le Bel* uitgebreid tot de stereochemie, het onderzoek van natuurproducten had grote vorderingen gemaakt, de synthese van verschillende natuurlijke kleurstoffen, van terpenen, van eenvoudige suikers, van sommige alkaloïden was gelukt. De ontwikkeling der organisch chemische synthese had de voorwaarden geschapen voor een zeer belangrijke chemische industrie in de grote Europese industrie-staten.

Daarnaast was in de laatste decenniën der 19e eeuw een andere, niet minder belangrijke, tak der chemische wetenschap ontstaan: de physische chemie.

Door de onderzoekingen van *Guldberg* en *Waage, Arrhenius, van 't Hoff, Ostwald* en vele anderen was de theorie der reactiesnelheden, der homogene evenwichten en der electrolytische dissociatie geschapen. Door het werk van *Gibbs, J. D. van der Waals Sr.* en *Bakhuis Roozeboom* ontstond de phasenleer. Daarop volgde de snelle ontwikkeling der kolloïdchemie. Door al deze onderzoekingen werd een dieper inzicht verkregen in de aard der chemische processen en werden nieuwe wegen gevonden voor de studie van chemische omzettingen. De physischchemische methodes gaven inderdaad een zodanig nieuw inzicht, dat verschillende physische chemici aan het einde der vorige eeuw de hoop koesterden, dat de hele chemie zich zou laten behandelen volgens dezelfde methodes, welke in de physica gebruikelijk waren.

De ontdekking der edele gassen in de laatste jaren der vorige eeuw maakte een zeer grote indruk. De betekenis van deze ontdekking voor het hele systeem der anorganische chemie zou echter pas later duidelijk worden.

Omstreeks het einde der 19e eeuw valt de ontdekking der radio-activiteit (*Becquerel* 1896). Deze ontdekking, gevolgd door die der radio-actieve elementen en alles wat daarmede samenhangt luidde een nieuwe stormachtige ontwikkeling in, waarbij de grondslagen van onze wetenschap betrokken zouden worden. In de aanvang der 20ste eeuw echter werden de anorganische en organische chemie door deze ontdekkingen nog weinig beïnvloed. In die tijd ontstond bij vele chemici het besef, dat men zowel in de anorganische en physische chemie als in de organische scheikunde door middel der klassieke methodes geen principieel nieuw inzicht meer zou verkrijgen. Het was niet gelukt voor het centrale begrip der scheikunde, nl. de valentie, een physische betekenis te vinden. De ,,grenswetten" der klassieke physische chemie lieten slechts beperkte toepassingen toe. Voor een dieper inzicht in de structuur van de vaste stof ontbraken de theoretische en experimentele grondslagen, die pas omstreeks 1913 door *von Laue* en *de Bragg*'s werden gegeven. Een kwalitatieve theorie der valentie, op basis der electronentheorie (*Kossel; G. N. Lewis*) kon pas ontstaan toen *Bohr* zijn atoommodel had ontworpen.

Als gevolg van deze ontdekkingen gaat de theoretische chemie zich in een geheel nieuwe richting bewegen en vertoont een snelle vooruitgang, die vooral na de eerste wereldoorlog tot ontwikkeling kwam. Het nieuwe inzicht in de aard van de chemische binding leidde tot opstelling van wetmatigheden en regels, waardoor veel feiten in onderling verband kunnen worden gebracht, zodat in zeker opzicht de scheikunde overzichtelijker schijnt te worden. Anderzijds echter is het aantal feiten: nieuwe verbindingen, onverwachte eigenschappen, onverwachte reacties, in zo grote mate toegenomen, dat de scheikunde toch een empirische wetenschap is gebleven. In de hoofden van veel scheikundigen, vooral wanneer zij werkzaam zijn in de minder exacte gebieden van ons vak, zijn de wetten die zij kennen vaak van minder belang dan de eindeloze reeksen bijzonderheden en correlaties die, opgeborgen in de regalen van het geheugen, hun eigenlijk werkkapitaal vormen.

Op welke wijze heeft het Hoger Onderwijs gereageerd op de veranderingen en vooral de enorme groei van de scheikunde in de laatste halve eeuw? Het is in de eerste plaats opvallend dat, terwijl men aan het begin van deze eeuw nog van één scheikunde zou kunnen spreken, met als bijzondere specialisaties de organische, analytische, physische en biochemische richtingen, men thans een veel grotere differentiatie aantreft, die reeds zo ver gaat, dat de biochemicus de electrochemicus niet meer verstaat noch de theoretische chemicus de voedingschemicus. Scheikunde is de verzamelnaam geworden voor een aantal vakken; de Hollandse term ,,scheikunde" zelf is veel te nauw geworden en zou beter uitsluitend op de analytische richting kunnen worden toegepast.

Wij willen thans beginnen met het Universitair Hoger Onderwijs.

De studie in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, zoals wij die thans kennen, nl. met keuze tussen ver-

---

[a]) Technisch onderwijs.
[b]) V.H.M.O.
[c]) Universitair onderwijs.

schillende hoofd- en bijvakken en een lijst van wettelijk geregelde bijvakken, is pas geldig geworden met het in werking treden van het z.g. Academisch Statuut na de eerste wereldoorlog (19 Sept. 1921). In het begin van deze eeuw was de studie in zoverre eenvoudiger, dat iedere student hetzelfde programma volgde en keuze van andere bijvakken niet mogelijk was. Aan de Universiteiten bestond dit programma, wat het candidaatsexamen betrof, uit de volgende vakken: scheikunde, natuurkunde, wiskunde, astronomie en kristallografie en mineralogie. Er was slechts één candidaatsexamen met scheikunde als hoofdvak en de combinaties welke wij thans als candidaatsexamen e, f en g kennen, bestonden dus niet.

Het bijvak astronomie was een overblijfsel uit een vroegere regeling. Het gaf ook bevoegdheid voor het geven van onderwijs in cosmografie en sterrenkunde aan Hogere Burgescholen.

Het doctoraalexamen was evenmin gedifferentieerd als het candidaatsexamen en bestond uit scheikunde, hoofdvak, en natuurkunde.

Inrichting der studie.

Wij willen in het volgende overzicht in de eerste plaats de studie aan de Gemeente Universiteit van Amsterdam in het oog vatten, omdat een onzer (W.) deze uit eigen ervaring kent.

A. Studie vóór het candidaatsexamen.

In Amsterdam werd een college organische chemie gegeven gedurende twee uur in de week door *A. F. Holleman*, die in 1905 de opvolger was geworden van *C. A. Lobry van Troostenburg de Bruyn*, die op betrekkelijk jonge leeftijd was overleden. Dit eenjarige college was bestemd voor studenten in de chemie, pharmacie, medicijnen, biologie, enz. Dit college gaf in één jaar een overzicht van de organische chemie; de chemici maakten zich verder voornamelijk door boekenstudie de tentamenstof eigen.

H. W. Bakhuis Roozeboom gaf een college over anorganische en physische chemie gedurende twee uur in de week. Dit eenjarige college was bestemd voor studenten in de medicijnen en eerstejaars-studenten in de natuurphilosophische faculteit. Bovendien gaf *Roozeboom* gedurende één uur in de week een suppletiecollege, dat bestemd was voor studenten in de chemie. Dit college was tweejarig. In het eerste en tweede jaar werden andere onderwerpen behandeld, bijv. een groep elementen aan de hand van het periodieke systeem, waarbij op onderlinge samenhang en ook op physisch-chemische onderzoekingen de nadruk werd gelegd. Deze colleges van *Roozeboom* zijn onvergetelijk voor hen die het voorrecht hadden tot zijn leerlingen te behoren.

Wiskunde en Sterrenkunde.

De wiskunde speelde een grote rol in de opleiding, doch de behandelde stof was beperkter dan na invoering van het Academisch Statuut. *D. J. Korteweg* gaf gedurende twee jaar een college van twee uur in de week, waarbij werd gerespondeerd. Behandeld werd: analytische meetkunde van het platte vlak en uitvoerig de vergelijkingen van de tweede graad. Daarnaast gaf *A. J. van Pesch* een college, eveneens gedurende twee uren per week gedurende twee jaar over analyse, d.w.z. hogere algebra, eenvoudige determinanten en differentiaalrekening. Integraalrekening en differentiaalvergelijkingen werden merkwaardigerwijze niet behandeld. Er werd verondersteld, dat men zich deze kennis zelf eigen zou maken. Bovendien gaf *Korteweg* nog gedurende 1 uur in de week een college over sterrenkunde. In dat college kwam de physische astronomie niet ter sprake. In Groningen en in Utrecht, waar dit college door een astronoom gegeven werd, was dit uiteraard anders. In de wiskunde werden twee tentamens gedaan, een bij *Korteweg* en een bij *van Pesch*. Vooral het eerste had de naam moeilijk te zijn.

Natuurkunde.

Er was een tweejarig college over experimentele natuurkunde gedurende 3 à 4 uur in de week, waarover ook een tentamen werd gedaan. Dit werd destijds gegeven door *R. Sissingh*, die mechanica, warmte, geluid, electriciteit en licht behandelde. De stof werd door vele fraaie demonstratieproeven toegelicht. De chemici deden een tentamen over de, op dit tweejarige college, behandelde stof.

Bovendien werd een eenjarig college gegeven over theoretische physica door *J. D. van der Waals Sr.*, voor zijn leerlingen een onvergetelijk leermeester. Hij behandelde in twee jaar verschillende onderwerpen, nl. het ene jaar electriciteitsleer — voornamelijk de electrostatica en de beginselen der electrodynamica — het andere jaar de warmteleer. Hij besprak daar de toestandsvergelijking en de verschillende betrekkingen, die men hieruit af kon leiden. Hij ging uiteraard niet in op de mathematische ontwikkeling, die tot het opstellen der toestandsvergelijking had geleid, doch gaf wel de grondgedachte in grote trekken weer. Bovendien gaf hij een elementaire uiteenzetting van het entropie-begrip, behandelde kringprocessen en thermodynamische betrekkingen. Voor het tentamen kon men kiezen of men over warmteleer of over electriciteitsleer gevraagd wilde worden. De meeste studenten kozen het eerste.

Dan was er nog mineralogie, in Amsterdam samen met kristallografie, gegeven door *Eug. Dubois*, beroemd paleontoloog, die echter voor mineralogie en kristallografie geen belangstelling had. Er werd één tentamen gedaan.

Het candidaatsexamen kon tussen 2½ en 3 jaar gedaan worden.

Wat het practische werken betreft had men dan een vrij uitvoerig practicum in de analytische chemie en in de praeparatieve anorganische chemie achter de rug en een vrij kort cursorisch practicum in de organische chemie. Ook in de natuurkunde had men een practicum doorlopen.

B. Doctoraalstudie.

Zoals gezegd was de doctoraalstudie voor alle studenten in de chemie gelijk. Men werkte een jaar practisch op het laboratorium voor anorganische en physische chemie en een jaar practisch op het laboratorium voor organische chemie. Het eerste practicum bestond uit gewichtsanalysen, welke voor het candidaats niet werden gedaan. Ook werden litteratuurpreparaten gemaakt en enige physisch-chemische metingen verricht, zoals geleidbaarheidsbepalingen en kookpuntsverhogingen.

Op het practicum organische chemie werd hoofdzakelijk preparatief gewerkt. Eerst *Gatterman*-praeparaten, later zorgvuldig uitgezochte litteratuur-praepa-

raten, soms in verband met een onderzoek van de hoogleraar. Verder werden elementairanalysen uitgevoerd. Andere practica waren niet vereist en er was ook geen gelegenheid voor. Oefeningen in het chemisch handwerk, voornamelijk in praeparatief werk, zowel organisch als anorganisch, waren waarschijnlijk intensiever dan nu, o.a. omdat er minder aan theoretische vakken werd gedaan. Wat glasblazen betreft, er was uiteraard gelegenheid dat bij de instrumentmaker van het laboratorium in een avondcursus te leren, hetgeen overigens alleen belangrijk was voor jongelui, die daar aanleg voor hadden, o.a. de tegenwoordige Professor *F. Zernike*, die als student reeds uitblonk in manuele vaardigheid.

Enkele studenten kozen microbiologie als bijvak, hoewel dit vak in Amsterdam niet vertegenwoordigd was. *Saltet*, de hoogleraar in de hygiëne, gaf wel bacteriologie, doch dit was in hoofdzaak naar de medische kant georiënteerd.

Wat de colleges betreft, voor het doctoraal-examen was er een tweejarig college van *Bakhuis Roozeboom* over heterogene evenwichten, waar uiteraard een grote roep van uitging. Later werd dit college gegeven door zijn opvolger *A. Smits*. *A. H. W. Aten Sr.* gaf een college over electrochemie, later stond hij ook aan het hoofd van een laboratorium voor dit onderdeel der physische chemie, zodat er gelegenheid was hierin practisch te werken en zelfs in samenwerking met het Gemeentelijk Electriciteitsbedrijf op semi-technische schaal proeven te verrichten. Deze leerstoel in de electrochemie was de enige in Nederland. Bovendien gaf *Aten* later de analytische chemie. Sinds 1909 was *G. Hondius Boldingh* als buitengewoon hoogleraar aan de Amsterdamse Universiteit verbonden. Hij gaf de analytische chemie voor pharmaceuten en bovendien de toegepaste scheikunde voor chemici en pharmaceuten. Deze leeropdracht was een novum. *Hondius Boldingh* had geen laboratorium tot zijn beschikking, dat ingericht was om een aantal studenten op het gebied der toegepaste chemie te laten werken. Hij bevorderde daarom, dat zijn leerlingen in practijk-laboratoria of ook in fabrieken gedurende zekere tijd werkten en op deze wijze met de problemen der toegepaste scheikunde in aanraking kwamen.

Hondius Boldingh bevorderde ook de keuze van het bijvak microbiologie, dat bij de Delftse hoogleraar *Beyerinck* kon worden bestudeerd. Dit gold dan niet als niet-chemisch bijvak en ging door onder de eisen van het hoofdvak.

Holleman gaf een tweejarig college gedurende één uur in de week, waarin capita selecta der organische chemie werden behandeld. In deze colleges werd de litteratuur van het onderwerp zeer grondig besproken. *Blanksma*, die toen nog niet in Leiden tot hoogleraar was benoemd, gaf in Amsterdam als privaat-docent enige colleges over bijzondere onderwerpen der organische chemie, voornamelijk natuurproducten.

J. J. van Laar gaf als privaat-docent interessante colleges over chemische thermodynamica en over theoretische electrochemie. Soms waren deze colleges polemisch getint tegen *Nernst*, hetgeen uitging boven de bevatting der toehoorders. De colleges van de privaat-docenten werden op Zaterdagmorgen gegeven en het was dikwijls moeilijk hiervoor twee of drie toehoorders bij elkaar te krijgen.

J. D. van der Waals Sr. gaf een tweejarig college over natuurkunde, dat een verplicht vak was voor het doctoraal-examen. Hij behandelde voornamelijk de theorie van mengsels en ging daarbij zeer ver in op de theorie van critische verschijnselen enz., alles volgens grafische methodes, waarbij het z.g. ψ-vlak zeer uitvoerig werd besproken. Deze onderwerpen waren zeer speciaal en voor chemici van niet veel belang, behalve voor hen die zich in de phasentheorie verdiepten. De wijze van behandeling maakte echter deze colleges boeiend. Het tentamen was, speciaal voor organici, moeilijk. *P. Zeeman* gaf een verplicht college over optische kristallografie, namelijk de klassieke kristallografie, want de röntgendiagrammen bestonden nog niet. Ook hierover deed men een tentamen, waarbij men kristalplaatjes moest kunnen determineren. Vele studenten volgden ook een college over kwalitatieve microchemie van *N. Schoorl*, die toen in Amsterdam lector was voor het onderwijs aan de pharmaceuten.

Van veel belang waren ook de verplichte voordrachten op het colloquium. Iedere student moest een voordracht houden over een onderwerp der anorganische of physische chemie en een onderwerp uit de organische chemie. Aangezien het aantal studenten veel kleiner was dan tegenwoordig, waren ook de hoogleraren en andere docenten minder bezet, zodat de hoogleraren altijd de tijd vonden om op de colloquia aanwezig te zijn, ook op zulke die niet tot hun afdeling behoorden. Hetzelfde gold voor de assistenten en privaat-docenten. In deze colloquia ontstonden dus dikwijls interessante discussies tussen de vertegenwoordigers van de beide hoofdrichtingen. Aan deze discussies werd soms deelgenomen door de student die de voordracht had gehouden, terwijl hij soms alleen maar de aanleiding tot de gedachtenwisseling had gegeven. E.e.a. maakte, dat deze colloquia zeer leerzaam en boeiend waren. Schrijver dezes heeft er nog levendige herinneringen aan.

De studie voor het doctoraal-examen was dus wel heel anders dan tegenwoordig, veel minder gedifferentieerd. Iedere student werd gedwongen dezelfde bijvakken, nl. speciale onderwerpen van de natuurkunde, te bestuderen. Anderzijds kreeg men een grondige opleiding in de klassieke physische en organische chemie.

Het is merkwaardig om zich te realiseren, dat er in die tijd zeer weinig studenten waren. In 1904 waren er in Amsterdam 7 à 8 eerste-jaars studenten in de chemie, hetgeen toen voor een groot aantal gold.

Wat de toegepaste chemie betreft dient nog te worden vermeld, dat *Hondius Boldingh* excursies organiseerde in het binnen- en buitenland, waarbij verschillende chemische fabrieken werden bezocht. Een initiatief, dat door de studenten zeer werd gewaardeerd.

Voordat *Hondius Boldingh* aan de Universiteit kwam, was er een privaat-docent in de chemische technologie, nl. Dr. *A. Steger*, de latere hoogleraar in Delft, die een gewaardeerd college over chemische technologie gaf en ook excursies met ons maakte naar enige fabrieken in Nederland.

Wat de duur van de studie betreft kon bij hard werken het doctoraal-examen in 6 à 6½ jaar worden afgelegd, en er waren ook een aantal studenten die dat bereikten. Voor sommigen was het candidaatsexamen een struikelblok, omdat men zeer weinig leiding had en niet iedereen spoedig zelf zijn weg

kon vinden in de geschikte wijze om de stof te bestuderen.

In de andere universiteitssteden was de studieindeling dezelfde. De wijze van behandeling varieerde uiteraard met de hoogleraren.

In Utrecht werd de physische chemie gedoceerd door *Ernst Cohen*, die met zijn leerlingen fraaie physisch-chemische onderzoekingen verrichtte en later ook door *H. R. Kruyt*. Deze laatste gaf college in het bijzonder in de phasenleer en kolloïdchemie, welk vak hij, zoals bekend, in Utrecht tot grote bloei bracht. De organische chemie werd in Utrecht gegeven door *P. van Romburgh*, een uitstekend docent en oorspronkelijk geleerde, die in de latere jaren van zijn leven slechts enige doctorandi meer tot zich trok.

In Leiden trok *A. P. N. Franchimont*, de hoogleraar in de organische chemie, de meeste studenten. *F. A. H. Schreinemakers* gaf anorganische en physische chemie. Zijn wetenschappelijk onderzoek lag op het gebied van de klassieke phasenleer, onderzoekingen over binaire en ternaire systemen van zouten in waterige oplossingen en later onderzoekingen over osmose. De indeling van practisch werken was ongeveer dezelfde als in Amsterdam. Dr. *Jorissen* gaf als lector een college over speciale onderwerpen voor candidaten.

In Groningen werd organische chemie gedoceerd door *Eykman*, die een uitmuntend experimentator was en een groot geleerde, doch niet de gave had om leerlingen tot zich te trekken. Hij werd in 1915 opgevolgd door *H. J. Backer*, die zoals bekend in Groningen een grote organische school heeft gesticht. De anorganische en physische chemie werd gegeven door *F. M. Jaeger*, een zeer veelzijdig en begaafd natuuronderzoeker, die op verschillende gebieden der anorganische chemie, der physische chemie en kristallografie werkte. Hij had geen groot aantal doctorandi, doch deed zijn onderzoekingen voornamelijk met enige assistenten en medewerkers, die vele jaren in zijn laboratorium bleven.

Zoals reeds werd opgemerkt, waren er aan de Universiteiten slechts weinig studenten in de chemie. Het aantal promovendi was gering en beperkte zich hoofdzakelijk tot de assistenten. *Holleman* had twee assistenten, nl. één voor volle werkkracht, die *f* 1.000,— en één voor halve werkkracht, die *f* 500.— verdiende. In de afdeling voor anorganische en physische chemie te Amsterdam waren meer assistenten, daar de propaedeutische practica een grotere omvang hadden dan in de organische afdeling. Per student waren er dus meer assistenten dan nu. Als er iemand doctoraal had gedaan, dan was het dikwijls een open vraag in welke richting hij zou gaan promoveren. De betrokken hoogleraren keken daar dan soms naar uit. Deze toestand heeft voortgeduurd tot na de eerste wereldoorlog, toen tengevolge van de wet-Limburg het eindexamen B met 5-jarige cursus toegang gaf tot de studie aan de faculteit der Wis- en Natuurkunde. Het aantal studenten in de chemie is toen snel toegenomen. Omstreeks diezelfde tijd is het Academisch Statuut in werking getreden, waardoor er een grotere differentiatie mogelijk is geworden.

In het begin dezer eeuw waren in ons land de toekomstmogelijkheden voor de afgestudeerden van de Universiteit wat de chemie betreft uiterst beperkt. Chemische industrie zoals wij die thans kennen was er niet. De Bataafsche Petroleum Mij. nam wel chemici, maar in het bijzonder chemische ingenieurs, die bestemd werden om zo spoedig mogelijk naar overzee uitgezonden te worden. Philips had enkele chemici. Hetzelfde gold voor de Eerste Nederlandse Kunstzijde fabriek, die omstreeks 1910 als een kleine fabriek werd opgericht. Pharmaceutische industrie van enige betekenis bestond er niet. De fabrieken van Jurgens in Zwijndrecht namen ook wel eens een enkele chemicus, maar dit ontwikkelde zich toch pas na de eerste wereldoorlog. Er was dus voor afgestudeerden van onze universiteiten bijna geen andere mogelijkheid dan het middelbaar onderwijs, of een aanvangsbetrekking aan een landbouwproefstation, waar men tegen aanvankelijk zeer geringe betaling analytisch onderzoek had te verrichten, of aan keuringsdiensten, die in dit opzicht iets beter waren, doch ook weinig bevredigend. *Van Romburgh* kon door zijn Indische relaties wel eens mensen plaatsen aan Indische proefstations, maar verder waren het voornamelijk de Delftse hoogleraren, die hun leerlingen konden introduceren voor de weinige industriële betrekkingen, die er in die tijd open kwamen.

Keren we dan tot de zuiver Universitaire chemiestudie terug en vergelijken we deze grepen van onze studie van voor 50 jaar met het zeer gevarieerde beeld van thans, dan constateren we een vermeerdering, complicatie en splitsing in de studie, een toeneming in personeel en materiële middelen en helaas ook een toenemende (door de aantallen tegen elke bedoeling in veroorzaakte) afstandsvergroting tussen hoogleraar en student, die wel nooit iemand heeft kunnen voorzien. De Universiteit, wat ons vak betreft, is geenszins meer in de eerste plaats de Ivoren Toren der zuivere wetenschap, maar is naast houdster en kweekster dier wetenschap geworden tot kweekplaats voor wat onze groeiende en voor het economische voortbestaan van ons volk zo onontbeerlijke chemische industrie in de allereerste plaats behoeft: chemisch intellect. Dezelfde functie, maar daar nog vóór het kweken van wetenschap, vervult ook de afdeling scheikunde te Delft.

De studie in de scheikunde aan de T.H. te Delft is in de afgelopen 50 jaar voornamelijk daardoor sterk veranderd, doordat het vak zich zo zeer heeft uitgebreid. Men kan zeggen, dat de scheikunde aan de T.H. een 30 jaren geleden nog vrijwel geheel door Universitaire chemici werd gedoceerd, waarbij wetenschappelijk gesproken het originele chemische werk aan de meeste laboratoria dezer Hogeschool hetzelfde karakter had en op hetzelfde niveau stond als dat aan de Universiteiten. Dit is de chemische wetenschap in ons land ten zeerste te stade gekomen (*Hoogewerff*, de eerste rector magnificus der T.H., *Böeseken*, *Reinders*, *Verkade*, *Kluyver*), doch heeft, zoals van zelf spreekt, met enkele op zichzelf belangrijke uitzonderingen, niet geleid tot het ontstaan van een eigen school van chemische techniek. Wel werd en wordt „chemische techniek" steeds in Delft gedoceerd (*Alhp. Steger*, *Waterman*, *G. van Iterson* en in de latere jaren ook *Heertjes*), en dat op een niveau dat internationaal erkend is, maar het zwaartepunt der chemische studie aan de T.H. lag enkele tientallen jaren geleden toch op gebieden, die principieel weinig verschilden van de chemie aan de Universiteiten. Alleen kreeg de aanstaande ingenieur een groter aantal vakken, die ten dele zoals van zelf spreekt meer cursorisch werden behandeld; daarnaast stond toch ook studie door verdieping in enkele onderwerpen, zoals dat aan de

Universiteiten de hoofdzaak is. Natuurlijk werd aan deze verdieping dan alles bijeen genomen (en uitzonderingen daargelaten) minder tijd besteed dan aan de Universiteit.

Het is leerrijk ons thans even bezig te houden met de vrij gespannen discussies, die de gemoederen aan het begin van deze eeuw, toen de T.H. haar tegenwoordige gedaante aannam, hebben beziggehouden. Daarbij vallen enkele punten van discussie te onderscheiden:

1. Het jus promovendi voor de technologen.
2. Het kunnen overstappen van Universiteit naar T.H. en omgekeerd.
3. Het leraarschap van technologen.

Bovendien was aan de orde: de H.B.S. als vooropleiding voor de Universiteit, doch dit was geen specifiek chemisch punt; we willen er hier daarom niet verder op ingaan.

Wat punt 1 betreft: alle Nederlandse Universiteitsprofessoren in de scheikunde (*Bakhuis Roozeboom, Lobry de Bruyn, Holleman, Franchimont, Schreinemakers, van Romburgh, Ernst Cohen*) hebben in 1904 de minister verzocht (gelukkig zonder succes) dit recht niet aan de T.H. te verlenen [1]). De reden was niet zozeer, dat Delft niet wetenschappelijk genoeg zou zijn (iets wat men t.o.v. een man als *Hoogewerff* ook moeilijk zou hebben kunnen volhouden), maar zij wilden een algemene regeling van het Hoger Scheikunde-onderwijs bereiken en in afwachting daarvan (in zeker opzicht wachten we nog!) het promoveren zolang voor de Universiteiten reserveren. Over punt 2 werd men het eens: een candidaat van de Universiteit moest in ca. 1 jaar s.i. kunnen worden, een technoloog in 1 jaar drs. (de studie aan de Universiteit duurde gemiddeld 7 jaar, in Delft meende men in 4 à 5 jaar klaar te kunnen komen). Veel is er niet van gekomen.

Over punt 3 werd men het niet eens: niet om dezelfde reden waar het dispuut over gaat (de paedagogisch-didactische opleiding van de scheikunde-leraar, die aan de Universiteit gemakkelijker is in te richten dan in Delft), maar omdat de opleiding in Delft in chemisch opzicht voor de a.s. leraar onvoldoende zou zijn. Uit Delft werd dit (volgens ons tegenwoordige oordeel op zeer goede gronden [2])) bestreden. Grappig is in dit verband te vernemen, dat reeds in 1900 [3]) 3 ingenieurs (niet speciaal technologen) van de Delftse Polytechnische school als directeur ener H.B.S. en 27 als leraar daaraan werkzaam waren.

Wat het Delftse programma van de nieuwe T.H. voor de chemici betreft, maakt *Westerouen van Meteren* in 1903 [4]) een vergelijking met de Duitse „Technische Hochschulen". Art. 32b v. h. wetsontwerp betreffende de T.H. belooft, zegt hij: algemene of physische scheikunde (als één vak gezien); verder scheikundige technologie en metallurgie. De veel oudere Duitse instituten hebben daartegenover al reeds een veel en veel gedifferentieerder program, dat veel meer aan de vèrgaande differentiatie in de industrie is aangepast.

Ongeveer 10 jaar later geeft de Mij voor Nijverheid zich veel moeite om de practische opleiding der technologen te verbeteren, door de jongelui gedurende hun studie gelegenheid te geven, zich in de bedrijven zelf te bekwamen in de vacantie. De commissie die hierover rapporteert (en waarin o.a. de latere Amsterdamse hoogleraar *Hondius Boldingh* zitting heeft [1])) meldt echter, dat de meeste chemische fabrieken, voornamelijk uit angst voor hun geheim, hier nauwelijks aan willen medewerken. Men raadt daarom aan, dat de studenten een half jaar in een machinefabriek zullen gaan werken, alvorens hun studie in Delft te beginnen. Ook kan men eerst werktuigkunde aan de M.T.S. gaan leren. Een conclusie die wij thans vrij bedenkelijk zouden vinden; trouwens: de industrie weet nu wel, dat geheimen die een student zo maar uit een fabriek kan afkijken, meestal niet zo erg belangrijk zijn.

Bij vrijwel alle discussies van 50 tot 30 jaar geleden valt men telkens weer terug op het stokpaardje, dat de technoloog niet „theoretisch" maar „practisch" moet zijn opgeleid; een tegenstelling die m.i. volkomen misleidend is, omdat voor al wie wil realiseren (en dat zijn de ingenieurs benevens alle academici die hun wetenschap gaan toepassen) geldt, dat hun theorie de onmisbare basis is, die voor de practijk van een heel leven toereikend moet zijn. Men kan daaruit beluisteren, dat de toenmalige opvatting over de scheikundige ingenieur of technoloog niet dezelfde was als thans. Men verlangde nl. een tussending tussen academisch chemicus en werktuigkundige; „Dit vak is eene combinatie van scheikundige en werktuigkundige vakken. Weinigen zullen het zoo ver brengen dat zij de kennis van een werktuigkundige ingenieur vereenigen met die van een doctor in de scheikunde" [6]).

Dat de scheikundige ingenieur geen all-round (en daardoor wat oppervlakkig) technicus is, die behalve van kranen, pakkingen, pompen, vloeren, ketels en stoomschuiven ook afweet van reageerbuizen en reacties, maar iemand wiens vak het is chemische stoffen en gebeurtenissen te realiseren en vooral te verbeteren en zich daarbij van de hulp van tal van hogere en lagere technici te bedienen, is blijkbaar pas later helemaal duidelijk geworden.

Prof. Dr. *Alph. Steger* heeft in 1918 [7]) een systematischer poging gedaan om het vak van de scheikundige ingenieur en de technoloog en hun opleiding nader te omschrijven. Hij maakt onderscheid tussen deze beide, en noemt de eerste de man die de scheikunde in het bedrijf dient en de tweede die, welke het chemische bedrijf leidt. De opleiding van die technoloog is dan echter weer zo van-alles-wat, dat het een verheven soort middelbaar technicus wordt. Wij zouden die chemische leider thans liever in de practijk uit de scheikundig ingenieur (die zich bij zijn studie tijdelijk ergens goed in heeft kunnen verdiepen, alleen om het verdiepen te leren) zien voortkomen.

Dat ons Technisch Hoger Onderwijs zich aanvankelijk heeft gevormd op de geschetste wijze is wel mede veroorzaakt door het feit, dat de Nederlandse Chemische Industrie aan het begin dezer eeuw hoofdzakelijk bestond uit enkele grote, grondstoffen verhandelende en ook wel veredelende bedrijven, en uit een aantal kleinere industrieën; in geen van beide bestond een zeer grote behoefte aan de chemische ingenieur, zoals die thans gevormd wordt in zijn verschillende aspecten [8]). Wij hadden nog geen complexe chemische bedrijven, waar stoffen uit andere worden gemaakt in vele trappen, waar grote installaties alleen tussenproducten fabriceren, en waar de winstmogelijkheden van vele procédé's juist daarin bestaan, dat zij gebruik maken van de (daardoor vaak

juist zo waardevolle) „afval" van andere procédé's. In de kleine op speciale (vaak met handel verband houdende) producten gerichte bedrijven van weleer, heeft veelal de technische leider de nodige wetenschap van buiten kunnen opdoen en heeft de soms aanwezige wetenschappelijke man vaak technicusje moeten spelen.

Met het groeien van onze chemische industrie houdt de groei van het onderwijs in de chemische techniek thans gelijke tred. Reeds van 1914 af valt een duidelijke koerswijziging waar te nemen in de chemische opleiding in Delft, waarvan de ontwikkelingen in de laatste jaren in het bijzonder vrij markant zijn. Een zeer duidelijk onderscheid met de chemische opleiding aan de universiteiten valt hier op te merken, vooral waar nu hetgeen over de chemie wordt gedoceerd niet meer los te maken is van hetgeen in de technische vakken wordt gedoceerd. Het practische werken in de industrie, wat in 1914 zoals gezegd nog niet te realiseren viel, is thans verplicht gesteld en de huidige industrieën vertonen veel bereidheid studenten in hun bedrijf te ontvangen. Ook op de internationale samenwerking binnen I.A.E.S.T.E. verband mag in dit opzicht gewezen worden.

Wanneer men de vele stukken, die in de laatste 50 jaar over het Hoger Technisch onderwijs zijn verschenen overziet, dan blijkt dat al die vragen: of de scheikundige ingenieur „all round" technicus moet zijn, en of hij niet te veel theorie voorgezet krijgt; of er een soort technoloog moet komen, die niet zo zeer voor nieuwe dingen bestemd is, maar onmiddellijk past in het lopende bedrijf; of de chemische ingenieur zijn eigen fabriek moet kunnen bouwen; of de ingenieur om te beginnen alle kunde van de M.T.S.-er moet bezitten, in onze tijd in geheel andere richting zullen worden opgelost. Die steeds terugkomende vraag naar practisch kunnen is anders beantwoord; gebleken is, dat, enkele uitzonderingen daargelaten, de meest efficiente practijkmensen in het bedrijf groeien, waartoe een ruim aantal jaren nodig is; maar dat ze bijna alleen ontstaan op grond van een in hen gedurende hun studie verworven breed en diep inzicht, d.w.z. op grond van wat men in die reeds verouderde disputen „theoretische" kennis noemde. Zonder dat is de „practische" instelling een vertrouwen op overgeleverde „know how", een steriel voortzetten van wat eens succes heeft gehad, zonder visie en zonder ontwikkeling.

Professor *Böeseken* (De Telegraaf 1917) beklaagt zich er over, dat in 1500 Nederlandse chemische fabrieken slechts 150 chemische ingenieurs werkzaam zijn en in 202 gasfabrieken slechts 14. Deze achterstand is nu (eindelijk) wel ingelopen. Maar nog steeds is het aantal beschikbare (goede) scheikundige ingenieurs en academici de beheersende factor voor de groei onzer chemische industrie.

Een andere vernieuwing aan de T.H. uit de laatste jaren, geheel in dezelfde richting als zojuist aangeduid, bestaat in de toenemende aandacht, welke wordt gevraagd door de „chemical engineering", de voor ons land nog vrij nieuwe richting, welke zich meer bezighoudt met de technische uitvoering der procédé's, welke in de scheikundige industrieën voorkomen, dan met de scheikunde zelf in nauwere zin. Het gaat hier om een onderdeel der techniek, dat voor de chemie onontbeerlijk is.

Wat tenslotte betreft de scheikunde zelf aan de T.H.: hieruit is thans een aantal zeer onderscheiden chemische vakken ontstaan, waaruit de studenten, die een gezamenlijke propaedeuse hebben doorlopen, kunnen kiezen. Ook de s.i. is thans geen Aristoteles meer, die zijn gehele wetenschap kent; „Zwar weiss er viel, doch will nicht alles wissen".

Uit de scheikunde, zoals die in de vorige eeuwen aan de Universiteiten is ontstaan, is de chemische industrie voortgekomen en uit deze industrie weer een chemische opleiding, nl. in ons land in de eerste plaats de middelbaar technische.

Het is niet onwaarschijnlijk, dat het gemis van een zuiver technisch georiënteerde chemische opleiding aan de T.H. te Delft er aanleiding toe geweest is, dat de in de industrie werkzame chemische ingenieurs juist van hun medewerkers, de M.T.S.-ers, een grondige kennis van de techniek hebben verlangd en zodoende de M.T.-opleiding sterk in technische richting hebben gestuurd.

Professor G. *Hondius Boldingh,* nog voor hij aan de Amsterdamse Universiteit verbonden werd, richtte tezamen met Dr. *van der Heiden* in Amsterdam de School voor de Suikerindustrie op, voorwaar een ver vooruitziend initiatief. Deze school voorzag in de behoefte aan wat wij thans „middelbare scheikundigen" noemen, de onmisbare helpers en uitvoerders voor de academici en tevens (toen in de eerste plaats) de afdelingschefs voor chemische bedrijven. De school was echter alleen bestemd voor een speciale tak van chemische industrie, destijds wellicht de belangrijkste. Veel leerlingen van deze school hebben echter sindsdien hun weg ook in andere bedrijven gevonden.

Reeds in 1911 was ook aan de Dordtse M.T.S. een afdeling Suikerindustrie opgericht, welke tot 1934 heeft bestaan. Van 1917 af is hieruit en hiernaast de afdeling Chemische Techniek ontstaan.

Later zijn scheikunde-afdelingen ontstaan aan de M.T.S.-en te Amsterdam (1919) en Heerlen (1930). De M.T.S., afdeling scheikunde of chemische techniek heeft zich in ons land van het begin reeds gekenmerkt door de genoemde degelijke oefening in de zuiver technische vakken. Kenmerkend voor die begintijd en voor de grote veranderingen sindsdien is in dit verband *H. de Groot* (Chem. Weekblad **14**, 702 (1917)) te citeren, die van het program van de nieuwe chemische afdeling der M.T.S. te Dordt zegt, dat het doel is: „de meest voorkomende analysen op de laboratoria van de gas-, zwavelzuur-, zoutzuur-, en salpeterfabrieken, kunstmeststofindustrieën, olie- en vetfabrieken enz. zelfstandig uit te voeren en onder leiding belast (te) kunnen worden met een deel van het bedrijf of met mechanische of bouwkundige veranderingen of uitbreidingen daarvan". Dit program was natuurlijk alleen op toen bestaande Nederlandse industrieën gericht. waar nog weinig sprake was van development of research. Resten van deze oorspronkelijke opzet zijn o.i. nog te herkennen in de programma's, ondanks de zeer ingrijpende wijzigingen, al zal men tegenwoordig ook geen M.T.S.-ers meer aantrekken speciaal voor analysewerk.

Er is wel heel veel veranderd in de programma's, wat meer nog uit de aard van de gedoceerde leerstof en de omvang daarvan blijkt dan uit de tabel der lestijden. Alle drie M.T.S.-en met afdeling Chemische Techniek houden nauw contact met de industrie, wat ook voor het plaatsen hunner leerlingen van belang is. Maar een principiële verandering van

Tabel I.

Leerplan 1917 en 1953 M.T.S. Dordt.

Chem. Weekblad **46**, 423 (1950).

	1917 Dordt				1953 Dordt				4e jr			
	1e jr	2e jr	4e jr	□)	1e jr	2e jr	4e jr	□)	1e jr	2e jr	B	A □)
A. *Exacte vakken*												
Lagere Wiskunde	5	3			6½				7			
Hogere Wiskunde		3				2½	½			3	1	2
Mechanica	3½	3	2		4	2			4	1		
Thermodynamica										1	1	2*
Natuurkunde	4½	2½			4	2	1		3	4	1	3
Anorg. en Phys. scheikunde	4	1	1½		4	3½	3		5	4	3	5
Organische scheikunde	1	2			½	1	1			5	3	4
Analytische scheikunde	2	1	1		1½	1	1			2	1	1
Microbiologie											1	2
B. *Algemene vakken*												
Nederlands	1	1			1							
Engels en Duits	2	2	4		2	2	4		2	2	2	
Litteratuuronderzoek										2	1	4
Sociale, adm. en hyg. bijvakken		2	2		1	3	4		1	2	3	
C. *Theoretisch-techn. vakken*												
Chem. technologie en warenkennis	1	3	5			3½	4			4	6	2
App. in chem. fabr.			2½			½	1					
Mechan. Technologie	1	2	1½		1	2	1					
Kennis van calorische werktuigen		4	1½		1½							
Techn. warmteleer						½	1					
Machine-onderdelen					3½							
Werktuigbouwkunde	2					2	2		2	1	4	
Electrotechniek			2				3**					
Bouwkunde	2	2	4½			1						
D. *Practische vakken*												
Werktuigbouwk. tekenen en construeren	3	6	7		3½	5	3½		4		4	
Werkplaatsoefeningen	3				2				3		3	
Pract. scheik. en chem. technologie	6	7	6		6	7½	10		9	9	10	12
Pract. natuurkunde	½					1						5
Lab. machines en mat.onderzoek			1½				1½			2		2
Totaal aantal lesuren per week	41½	41½	42		42	43	43½		41	42	44	44

□) Het 3e jaar wordt in de practijk (buiten de school) door gebracht.
*) Chemische thermodynamica.
**) Inclusief 1 uur practicum.

Tabel II.

Totaal aantal lesuren in 3 jaar.

	1917 Dordt	1953 Dordt	Plan 1950 B	Plan 1950 A
Wiskunde, Natuurkunde, Mech.	23½	22½	26	28
Scheikunde	13½	21½	24	28
Algemene vakken	14	17	15	13
Practica chemie, natuurk. en mat.	21	26	30	39
Chem. technologie en warenkennis	9	7½	10	6
Techniek (theorie)	25	20	7	3
Werkt.k.tekenen en werkplaats	19	14	15	8

de opzet en vooral een splitsing in twee o.i. noodzakelijke richtingen, is hieruit toch niet voortgekomen.

Het is interessant eens de opleidingen aan deze oudste M.T.S. met afdeling Chemische Techniek van 1917 tot 1953 in de vorm van de leerplannen, naast elkaar te zetten (tabel I).

In deze tabel is ter vergelijking ook opgenomen het plan, zoals een onzer (H.) dat in 1950 heeft gepubliceerd, voor een M.T.S. afdeling scheikunde met twee richtingen. B = bedrijfskant en A = algemene richting [9]), vooral bestemd voor ontwikkellaboratoria en proefafdelingen; tevens voor middelbaar research chemicus.

Men kan uit de cijfers voor Dordt duidelijk aflezen, dat reeds een belangrijke verschuiving van de zuiver technische naar de meer chemische opleiding heeft plaatsgehad.

Wij mogen wel verwachten dat de behoefte aan M.T.S.-ers afd. scheikunde nog verder zal stijgen; hoewel zich thans nog een aantal, vooral schooltechnische, problemen verzetten tegen een splitsing aan één school van het laatste jaar (3e schooljaar) in de richtingen A en B, mag men geloven in een toenemende behoefte aan middelbare chemici van de (nieuwe) A-richting, omdat juist in een groeiende chemische industrie en ook in wetenschappelijk-

technische chemische instituten een toenemende behoefte bestaat aan vrijwel zelfstandig werkende „uitvoerders" voor de aldaar werkzame academici.

Genoemd moeten zeker nog worden de schriftelijke cursussen (bijv. die der K.P.B.N.A.) welke van zo groot nut zijn voor aankomende middelbare chemici, welke reeds in een betrekking werkzaam zijn. Hoewel alle schriftelijke opleidingen noodgedwongen eenzijdig zijn, kunnen zij toch een enorme hulp zijn voor hen die na hun school- of cursus-opleiding verder willen komen; ook technische wetenschap en industrie profiteren van deze instellingen.

Zeer belangrijk is in ons land ook de opleiding tot analyst, welke op grond van het door onze vereniging bij besluit van 28 December 1919 ingesteld analystexamen, uitsluitend door particulieren en particuliere opleidingen wordt verzorgd, terwijl onze vereniging de duizende examens afneemt. Uit het artikel „50 jaar N.C.V." van Dr. T. van der Linden in dit nummer ziet men de hele geschiedenis van dit buitengewone succesvolle initiatief onzer jubilerende vereniging. Wij memoreren hieruit, dat voor het tweede deel (het eerste deel is slechts een soort propaedeuse, geen „graad") der tentamens voor de analytische-, wetenschappelijk laboratorium, klinische- en biologische richting in totaal een 23 000 candidaten zijn geëxamineerd, terwijl ca. 7200 diploma's behaald zijn. Bovendien zijn (in samenwerking met de Bond voor Materialenkennis) enkele tientallen materiaal- analysten afgeleverd. Het geldt hier als geheel een hoogst belangrijk particulier initiatief, zoals ons land gelukkig zo nu en dan vertoont; gevraagd mag echter worden of deze enorme aantallen er niet op wijzen, dat aan onze vaderlandse instituten voor de opleiding van middelbare chemici en van chemische hulpkrachten, toch niet iets ontbroken heeft in de laatste 30 jaar. Wij wagen het op te merken, dat de Nederlandse scheikundigen, welke door middel van hun vereniging handelden, de behoefte van handel, industrie en overheidsdiensten beter hebben aangevoeld dan de overheid zelf, althans dan de min of meer officiële onderwijsinstellingen, welke zich (ook) met scheikunde-onderwijs bezighouden.

Genoemd moet ook worden het tentamen voor Uitgebreide Theoretische Kennis van gediplomeerde Analysten, kortweg U.T.K. genoemd (zie hetzelfde opstel „50 jaar N.C.V."). Hierdoor kunnen analysten zich zelfs wat boven middelbaar niveau opwerken, voornamelijk door zelfstudie. Reeds 136 tentamina werden met goed gevolg afgelegd, hoewel het percentage afgewezenen nog hoog is.

Tenslotte nog een en ander over het Voorbereidend Hoger en Middelbaar Onderwijs (V.H.M.O.) voor zover het de chemie betreft.

Zoals goede chemici betaamt willen we beginnen met een qualitatieve en quantitatieve analyse om vervolgens te trachten tot een synthese te geraken!

Als qualitatieve analyse van het onderwijs in de scheikunde aan het V.H.M.O. willen we even aandacht geven aan de vraag: waartoe is dit onderwijs bedoeld?

Het is zeker een onderdeel van de algemene taak der school niet alleen zoveel mogelijk kennis bij te brengen, maar vooral: „jonge mensen te leren arbeiden en op te voeden, en dat opvoeden vooral is: wekken van zedelijke krachten, van verantwoordelijkheidsgevoel, opwekken tot activiteit [10]).

Wat de scheikunde zelf betreft mag niet vergeten worden dat het V.H.M.O. tenslotte geen instelling is die er op gericht moet zijn a.s. chemici af te leveren! Het is in de eerste plaats een instituut dat mee moet helpen aan de vorming van jonge mensen, vorming, wat kennis, inzicht en karakter betreft. Van deze jongeren is slechts een klein deel als chemicus, apotheker of arts direct belanghebbende bij het chemie-onderwijs voor zover het tenminste hun toekomstige werkkring betreft.

Wat het quantitatieve deel betreft valt in de eerste plaats de enorme groei van het aantal scholen voor V.H.M.O. op, gepaard met een nog sterker groei in aantal leerlingen (tabel III).

Tabel III.

Aantal dagscholen en aantal leerlingen.

	1900	1901	1930	1952
Aantal dagscholen				
Gymnasia	36	43	56	69
H.B.S.en	64	85	138	140
Lycea	—	1 *)	40	108
Aantal leerlingen				
Gymnasia	3.277	3.497	7.833	12.046
H.B.S.-B	8.550	13.021	23.605	36.149
Lycea	—	71	8.525	34.099

*) Het eerste Lyceum in ons land, het Nederlands Lyceum in den Haag, is in 1909 opgericht.

Naast deze dagscholen zijn er momenteel een tiental avondlycea in werking met ca. 1300 leerlingen.

Het reservoir waar wetenschap en techniek uit kunnen putten is in de loop van deze halve eeuw dus wel enorm in omvang toegenomen. Daarnaast is vooral voor de Gymnasia en de Gymnasiumafdeling van de Lycea het aantal wekelijkse uren dat Scheikunde werd gegeven sterk gestegen. Omstreeks 1900 was het 1 uur in de 5e klas en 1 uur in de 6e. Nu is dit aantal 2 uur in de 4e, 3 in de 5e en 4 in de 6e klas. Bij de H.B.S. is de wijziging lang niet zo opvallend. In 1867 bevatte het doorsnee programma (er was nog geen algemeen geldend) 2 uur in klasse 3, 2 uur in klasse 4, en 3 uur in klasse 5. Het normaal programma, in 1916—1917 ingevoerd [11]), 4 uur in de 4e klasse en 6 uur in de 5e klasse, waarvan 2 uur practicum. In 1927 komt een nieuw programma, waarin de scheikunde weer in de 3e klasse begint met 2 uur, vervolgens 3 uur in de 4e en 5 uur (practicum inbegrepen) in de 5e klasse. Tijdens de oorlog teruggebracht tot totaal 9 uren, sinds enige jaren weer 10. In deze zelfde periode is ook het karakter van de chemie sterk veranderd, zoals dat met alle vier de natuurwetenschappen (n.w.) natuurkunde, scheikunde, biologie en sterrenkunde, het geval is, speciaal bij de laatste twee. Ze zijn bezig, en dit is ook van betekenis voor het V.H.M.O., zich in stijgende mate van *beschrijvende* tot *verklarende* wetenschappen te ontwikkelen. De tanden, kiezen, meeldraden en stampers natuurlijke historie verandert of is veranderd in een echte biologie. Grote gedeelten der scheikunde, waaronder vele gebieden, zoals de anorganische chemie, welke zich lenen tot behandeling bij het M.O., veranderen van een soort verlichte warenkennis in een verklarende natuurwetenschap zonder daarbij het verband met het gewone leven en de techniek los te laten. In welke *mate* zich deze verandering moet doorzetten is een van de vele problemen waarvoor de docenten in dit vak geplaatst worden. Dat die ver-

andering heeft plaats gevonden en nog plaats vindt blijkt uit tabel IV, waarin het aantal pagina's is vermeld dat in het destijds bekende schoolboek van Prof. *Böeseken* aan verschillende onderwerpen werd gewijd.

Tabel IV.

Bladzijden tekst.

	1902	1911	1941
ionentheorie	3	5½	32
periodiek systeem	2	2½	5½
massawerking	0	6½	18
electr. chemie	0	4	3½
verd. oplossingen	½	2	6
atoombouw	0	0	12
kristalstructuur en -stelsels	0	0	5
kolloïden	0	ruim 1	13½
verdere tekst	290	310	

Deze tendens komt vooral aan de dag bij het leerboek van *van Arkel* en *Snijder* [12]), waar het periodiek systeem der elementen en de theorie van *Kossel* centraal gesteld zijn en dat van Drs. *G. Faasse* [13]), waarin ook een tweede kenmerkende verandering, die zich aan het voltrekken is, aan de orde komt: De poging om de zelfwerkzaamheid der leerlingen te vergroten.

Beide strekkingen komen in alle leerboeken min of meer duidelijk tot uiting. De theorie neemt veel meer plaats in, vragen en opgaven tussen de tekst prikkelen de leerling tot nadenken, practicumproeven, niet uitsluitend over ionenreacties, worden meer en meer ingelast.

De in Mei 1930 opgerichte Vereniging van leraren in natuur- en scheikunde (Velines) en haar orgaan Faraday hebben gedurende hun bestaan actief meegewerkt aan de discussies over deze problemen, evenals de oudere groep van leraren in wiskunde en natuurwetenschappen aan Gymnasia en Lycea (Liwenagel).

Het „Werkboekje voor Scheikunde" [14]) is een consequente poging om het principe van zelfwerkzaamheid in practijk te brengen. De grondgedachte was de gehele leerstof aan te bieden in een aantal vragen, lesproeven en voorschriften voor practische oefeningen, zó, dat les en practicum één geheel vormen van begin tot einde [15]).

De leerling moet er met de docent samen een gesloten eenheid uit vormen, hij moet niet alleen leren *doen*, ook leren *denken* [16]) en met anderen leren *samenwerken*. De leerling maakt zelf zijn leerboek. Andere belangrijke tendenties zijn de beperking van de leerstof tot dat materiaal wat werkelijk gekend, maar dan ook *goed* gekend moet worden, het aansluiten van de kennis die de leerling reeds heeft en de aanbieding van de leerstof als een organisch geheel, zover dat enigszins mogelijk is. De wenselijkheid van een vernieuwing van het scheikunde-onderwijs in deze richting wordt door velen erkend.

J. Koning schreef in zijn dissertatie „Enige problemen uit de didactiek der n.w. in het bijzonder van de Scheikunde [17]) pag. 211; „wat we nodig hebben is een *werkboek*, waarin de leerling zelf zijn waarnemingen kan noteren, beschrijvingen kan geven van zelfgedane of gedemonstreerde experimenten, waarin hij verzamelde gegevens kan rangschikken in tabellen en schema's en dat hij zelf kan illustreren; een werkboek dus, dat een leerboek wordt, dat de leerling voor een belangrijk deel zelf heeft geschreven".

Dat een neiging bestaat om het practicum meer dan de bekende ionenreacties te laten omvatten, bleek uit een enquête, gehouden door *J. Postma* [18]), maar uit de 32 binnengekomen antwoorden bleek dat toch nog 59 % van de beschikbare tijd aan ionenreacties besteed werd. Het aantal practicum-uren voor de H.B.S.-B, 2 uur per week in de 5e klasse, kan echter met moeite gehandhaafd worden, omdat de examen-eisen een sterke rem vormen. Tal van docenten zouden gaarne practica ook in lagere klassen geven, maar achten dit niet mogelijk of komen er op terug om bovengenoemde reden.

Deze klacht is reeds oud. *Ernst Cohen* schreef in Chemisch Weekblad [19]) over het Scheikunde-onderwijs aan de H.B.S.-B: „De nieuwe methode (nl. die, waarbij van door de leerlingen verrichte proeven wordt uitgegaan) wordt zoal niet belet, dan toch zeer bemoeilijkt door het eindexamen waaraan de leerlingen zich bij het verlaten der H.B.S. moeten onderwerpen".

Het aantal onderwerpen dat op de scholen voor V.H.M.O. wordt behandeld is, zoals reeds gezegd, vooral voor de Algemene Scheikunde, sterk toegenomen. Ionentheorie, beweeglijk evenwicht, kolloïdale toestand, atoombouw, om slechts enkele maar zeer belangrijke onderwerpen te noemen, die aan het begin van deze eeuw niet of nauwelijks en nu (tamelijk) uitvoerig worden besproken.

Voor de Gymnasia levert deze uitbreiding betrekkelijk weinig moeilijkheden op, de docent is daar veel vrijer in de keuze van de stof die hij meent te moeten behandelen, omdat daar geen scherp omschreven eindexamenprogram bestaat en dit examen uitsluitend mondeling wordt afgenomen.

Het eindexamen H.B.S.-B.

is zonder twijfel een van de zorgenkinderen van ons scheikunde-onderwijs of een van de struikelblokken bij de pogingen dit onderwijs aan de eisen van de tijd te laten voldoen. Het huidige eindexamenprogramma heeft zijn ontstaan te danken aan het werk van een commissie, in 1933 ingesteld door de onderwijscommissie van de Ned. Chem. Vereniging (commissie Scheffer). Een eerbiedwaardige lijst van onderwerpen en stoffen, die voor het eindexamen gekend moeten worden zijn als „minimumeisen" in vier hoofdstukken Algemene Zaken (Algemene Scheikunde), Anorganische Scheikunde, Organische Scheikunde en kennis van enkele stoffen en werkwijzen van maatschappelijk belang, samengebracht. In 1936 is dit programma ingevoerd en in principe geldt het nog.

Noch het rapport *Bolkestein* (1937—1938), noch de tussentijdse rapporten *de Lange* [20]) en *de Gee* [21]), noch de wijzigingen van het rapport 1952 hebben principiële veranderingen tengevolge gehad. Van drastische beperking — de *minimumeisen* van het rapport 1936 werden herhaaldelijk *maximumeisen* genoemd [22]) — is geen sprake geweest. Invoering van een vereenvoudigd schriftelijk examen aangevuld met een verplicht mondeling [23]) ook over keuze-onderwerpen, vindt warme voorstanders, doch is tot nu toe niet verwezenlijkt, en wat de keuze van de feiten die gekend moeten worden betreft, kan men zich met Dr. *Koning*, afvragen (pag. 215); „Waarom juist *deze* feiten gekend moeten worden en geen andere, is in het minst niet duidelijk".

Tabel V.

Aantal klassen en leerlingen H.B.S.-B en Gymnasium-B 1930 en 1951.

Schooltype	Leerjaar	Klassen met									
		1930 minder dan 20 l.	1951	1930 20 tot 25 l.	1951	1930 25 tot 30 l.	1951	1930 meer dan 30 l.	1951	1930 tot aant. klassen	1951
Gymnasia	Vb		15		4		7		1		27
	V gecomb.	61	33	13	4		3			74	40
	VIb		14		9		2				25
	VI gecomb.	66	31	5	5		3			71	39
H.B.S.-B	IVb	126	86	38	57	2	30		1	166	174
	Vb	142	93	11	62		11			153	166
	VIb		10								10
Lycea afd. Gymn.	Vb		8		1				1		10
	V gecomb.	35	60	1	12		5		2	36	79
	VIb		6								6
	VI gecomb.	31	65		8		2		1	31	76
afd. H.B.S.	IVb	33	66	7	41	2	21		1	42	129
	Vb	36	79	3	23		14		1	39	117
	VI	12	14		4		2			120	20

Dat dit examen niet alleen in de kring van leraren als een belemmering wordt aangevoeld, maar ook daarbuiten, blijkt uit de reeds geciteerde publicatie van het hoofdbestuur van de Nederlandse Maatschappij voor Nijverheid en Handel, dat overigens niet alleen op de scheikunde betrekking heeft: „Meer speciaal voor het middelbaar onderwijs geldt dat het al te zeer beheerst wordt door de exameneisen, en deze worden steeds zwaarder. Dat daardoor ook de waarborg groter wordt dat de school mensen vormt, zoals de maatschappij ze nodig heeft, kan echter niet gezegd worden. De eisen aan kennis van feiten en details gesteld, nemen toe. Een ononverzichtelijke veelheid van parate kennis wordt voor het eindexamen gevraagd. Is dit alles nodig voor de verdere ontwikkeling en studie, voor de *practijk* van het leven, voor de maatschappij?"

Behalve het eindexamen vormen nog ten minste twee andere factoren een belemmering voor de noodzakelijke hervorming van het scheikunde-onderwijs.

Grote klassen.

De tweede factor die naast het eindexamen grote invloed heeft is de overvulling van de klassen. Hogere klassen met meer dan 20 leerlingen — het maximum aantal waarmee behoorlijk practisch gewerkt kan worden — zijn uit den boze. En dit aantal is nog groot, zoals uit de hier volgende gegevens blijkt! (Tabel V).

Leraarsopleiding.

In de derde plaats moet de nog steeds zeer gebrekkinge of totaal afwezige leraarsopleiding genoemd worden. Dit is een lijdensgeschiedenis bijna zonder einde. 19 September *1827* is bij Koninklijk Besluit een paedagogische opleiding voor toekomstige Gymnasiumleraren afgekondigd [24]). Het heeft tot 28 Augustus *1952* moeten duren voor er in het Staatsblad No. 455 een schema voor leraarsopleiding bekend werd gemaakt. Weliswaar niet voor ingenieurs, eerst in 1955 in werking tredend en goed voorzien van uitwijkmogelijkheden, maar in ieder geval een positief begin. Tot nu toe zijn we niet verder gekomen dan aanstelling van een aantal buitengewone hoogleraren in de paedagogiek, in 1918 Prof. *R. Casimir* te Leiden, in 1919 Prof. *Ph. Kohnstamm* aan de Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam, in 1923 Prof. *J. Waterink,* gewoon hoogleraar aan de Vrije Universiteit te Amsterdam; ook aan de R.K. Universiteit te Nijmegen kwam een leerstoel voor dit vak [25]). Daarnaast zijn (veel) later docenten in de didactiek van het Scheikunde-onderwijs aangesteld. Aan de Gemeentelijke Universiteit in Amsterdam zijn de colleges gegeven van November 1939 tot 1942 en daarna van 1945 tot nu toe. Het gemiddelde bezoek bedroeg 10 studenten, een enkel jaar 1940—1941 zelfs 35. Aan de Vrije Universiteit is het college ook in de herfst van 1933 ingesteld tot Februari 1943. Na de oorlog is het niet hervat. Gemiddeld bezoek: vier studenten. In Groningen is het in 1935 ingesteld, aantal studenten 3 à 5. Na de onderbreking, door de oorlog veroorzaakt, is het college hervat tot 1947. Daarna is het niet meer gegeven. In Leiden is het ingesteld in 1937 en tot 1940 gegeven, daarna niet meer. Aantal bezoekers gemiddeld 10. In Utrecht tenslotte is het in 1938 tot 1942, in 1945 weer hervat tot nu toe. Aantal bezoekers varieerde nogal sterk tussen 2 (in 1945—1946) en 18 (1938—1939 het eerste jaar), bedroeg gemiddeld 5 à 6 en beweegt zich nu in stijgende lijn. Aan de Technische Hogeschool in Delft wordt dit college niet gegeven, niettegenstaande er in 1952 128 leraarsbetrekkingen door scheikundige ingenieurs worden vervuld.

Aangezien deze colleges facultatief zijn en niet meer dan 1 uur per week gedurende 1 jaar gegeven worden, kan men dus rustig zeggen, dat de opleiding van de toekomstige scheikunde-leraren nog veel, zo niet bijna alles, te wensen over laat.

Toch is, wanneer het V.H.M.O. aan zijn doel wil beantwoorden een goede leraarsopleiding noodzakelijk. *Natuurlijk zal elke goede opleiding van leraren zonder gunstig gevolg blijven, indien niet hun economische en maatschappelijke positie belangrijk wordt verbeterd.* Dit wordt door velen ingezien, maar de moeilijkheden om tot realisatie van een dergelijke opleiding en verbeterde positie te komen zijn groot.

De staatscommissie tot reorganisatie van het Hoger Onderwijs — en zij niet alleen! — heeft er veel tijd en moeite aan besteed de grootste hinderpaal om tot overeenstemming te komen: een al of niet speciaal doctoraalexamen voor leraren, uit de weg te ruimen. Helaas nog zonder resultaat.

De vrees dat een speciale leraarsopleiding het wetenschappelijke karakter van de opleiding en het aanzien van de leraar (nog meer) zou verlagen, terwijl bovendien de overgang van het leraarsambt naar industrie of andere werkkring er aanmerkelijk door verzwaard zou worden, maakt dat men in leraarskringen in het algemeen afwijzend staat tegenover het leraarsdoctoraal. Het is echter de vraag of de opleiding die nu gegeven wordt en die speciaal gericht is op het later gaan uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek en researchwerk in de chemie de enige vorm is van wetenschappelijke opleiding en het is zeer zeker de vraag of de toekomstige leraar, die toch zeker een algemeen overzicht van zijn vak moet hebben, die niet vreemd mag staan tegenover de geschiedenis en de maatschappelijke betekenis van zijn vak, die op de hoogte moet zijn van de betrekkingen tussen zijn vak en de andere natuurwetenschappen (*coördinatie*) niet veel meer gediend is met een andere, *ook* wetenschappelijke opleiding, die met zijn toekomstige ambt rekening houdt en de eventuele weg naar de industrie toch niet belemmert.

Wij willen gaarne een aantal collega's dank zeggen voor het verstrekken van litteratuuropgaven, andere gegevens en opbouwende critiek; hieronder noemen wij: Dr. *S. C. Bokhorst*, Prof. Dr. *E. van Dalen*, Prof. Dr. *R. J. Forbes*, Dr. Ir. *F. Goudriaan*, Prof. Dr. Ir. *P. M. Heertjes*, Dr. *T. van der Linden* en Dr. *P. H. Okken*.

---

1) Ingenieur **19**, 123 (1904).
2) Ingenieur **19**, 149 (1904).
3) Ingenieur **15**, 747 (1900).
4) Tijdschr. Mij. v. Nijverheid (1903) 481.
5) Chem. Weekblad **11**, 566 (1914).
6) Tijdschr. Mij. v. Nijverheid **82**, 298 (1914).
7) Ingenieur **33**, 515 (1918).
8) In Duitsland was in het begin dezer eeuw de scheikundige ingenieur reeds volkomen ingeburgerd. Vergelijk Tijdschr. Mij. voor Nijverheid (1903) 481; de T.H. in Berlijn had voor de scheik. afd. in 1899 reeds 276 studenten, 6 professoren, 8 leraren, 13 privatadocenten en 15 assistenten.
9) Deze richting wordt thans ongeveer volgens het plan aan de Eindhovense M.T.S. gerealiseerd.
10) Maatschappij belangen, orgaan van de Nederlandse Mij. voor Nijverheid en Handel, Jan. 1939.
11) Zie voor de ontwikkeling van het M.O. *A. Bartels:* 75 jaar M.O. 1863—1938, J. B. Wolters, Groningen, 1947.
12) *Van Arkel* en *Snijder*, Leerboek der Scheikunde, gegrond op atoommodel en periodiek systeem, P. Noordhoff, Groningen, 1937.
13) Drs. *G. Faasse*, Leer- en Werkboek voor het Scheikundeonderwijs, W. Versluys, Amsterdam 1952. Chem. Weekblad **49**, 367 (1953).
14) Ir. *P. Schut*, Werkboek voor Scheikunde, J. B. Wolters, Groningen, 1931.
15) Over deze, in eerste opzet inductieve methode zijn interessante discussies gevoerd o.a. in het Chem. Weekblad **28**, 393 e.v. (1931) Dr. *van Laar* contra Dr. *van Mels*. Verder zijn tal van artikelen in Faraday aan deze materie gewijd, waaronder die van Ir. *J. F. Roest*, „In welke richting moet ons Scheikunde-onderwijs gestuwd worden", Faraday 1931, Januari en Maart 1932; Dr. *A. L. W. de Gee*, Een moderne Scheikunde-leergang voor de middelbare school, Faraday Mei 1952; Dr. *A. N. Brunt* over de didactiek van het Scheikunde-onderwijs, Faraday '34; enz. enz.
16) In deze richting is ook het „Werkboekje voor Scheikunde" geschreven door *A. G. J. Kaptein*, Dr. *J. Koning*, *J. de Miranda*, Dr. *J. G. Vogel;* J. B. Wolters, Groningen 1951. Zie ook: Dr. *J. G. Vogel*, Psychologische analyse van het chemisch denken op de Middelbare School, Paedagogische Studiën XXIII Mei 1946.
17) *Retèl* en *Felkers*, Dordrecht 1948.
18) Weekblad voor V.H.M.O. 1-12-1938 en 23-2-1939.
19) Chem. Weekblad **3**, 529 (1906).
20) Faraday Mei 1946 en April 1948.
21) Faraday September 1949.
22) Rapport *Bolkestein*, blz. 6: „De minimumeisen die voor enkele jaren voor de H.B.S.-B zijn opgesteld, zijn nog wel zeer omvangrijk. Het komt de commissie voor, dat zij dichter staan bij wat maximaal kan en zal worden gevraagd, dan bij wat minimaal van allen moet worden geëist".
23) Of desnoods vrijstelling wanneer voor het schriftelijk ten minste het cijfer 8 is behaald.
24) Ir. *P. Schut*, Gelukkig, eindelijk! Chem. Weekblad **48**, 917 (1952).
25) *A. Bartels*, 75 jaar M.O., bladz. 163.

Research in Nederland vóór vijftig jaar en nu

door H. R. Kruyt. 66.001.5(492),,190/195"

De Redactie heeft mij gevraagd over het bovenstaande onderwerp een artikel te schrijven. Ik wil daaraan gaarne voldoen, doch stel mij voor dat niet te doen in de vorm van statistische gegevens van toen en nu, maar liever de algemene indrukken omtrent het gestelde probleem in ogenschouw te nemen. Daarbij wil ik mij niet strikt aan de jaartallen 1903 tot 1953 houden, maar liever de eerste decade van deze eeuw vergelijken met de huidige toestand.

Het woord „research" kan verschillende betekenissen hebben. Soms bedoelt men ermede alle (natuurwetenschappelijk) onderzoek, zowel het zuiver wetenschappelijke als het speurwerk, dat op maatschappelijke toepassing gericht is. Hoewel er iets voor te zeggen is de term alleen in de laatste zin te gebruiken, lijkt het mij thans toch beter de ruimere betekenis te aanvaarden. Voor het zuiver wetenschappelijke onderzoek heeft men eigenlijk geen aparte term nodig, maar in dit Herdenkingsnummer lijkt het mij toch goed zowel het gerichte als het niet gerichte onderzoek in mijn beschouwing te betrekken. De reden daartoe zal straks blijken.

Het zuiver wetenschappelijke onderzoek was toen en is nu bovenal geconcentreerd in de laboratoria van de Universiteiten en Hogescholen.

Toen, evenals nu, heerste er een opgewekt wetenschappelijk leven en als zodanig is er dus weinig verschil. Maar hoewel het onderzoek altijd bij het Hoger Onderwijs hier te lande levend geweest is, ontbreken nu toch de uitzonderlijke figuren, die een halve eeuw geleden op het universitair chemische onderzoek enorme invloed hebben uitgeoefend. Een figuur als *van 't Hoff* uit het einde der 19de eeuw en een als *Bakhuis Roozeboom* uit het begin der 20ste eeuw missen wij. Aan de andere kant is het leven aan Universiteiten en Hogescholen veel uitgebreider dan 50 jaar geleden. Het aantal studenten is enorm toegenomen en ook het aantal docenten is belangrijk uitgebreid. De chemie was nergens door meer dan twee hoogleraren vertegenwoordigd, de bezetting thans is overal veel ruimer; de hoeveelheid gepresteerd werk is daardoor belangrijk toegenomen. Daarentegen is de beoefening der zuivere wetenschap buiten Universiteiten en Hogescholen er zeer op achteruit gegaan, het aantal particuliere onderzoekers is geleidelijk kleiner geworden, het onderzoek in buiten-universitaire organisaties is intussen toegenomen; maar daarover straks nader. Een halve eeuw geleden kwam er nog belangrijk werk uit de kringen der leraren en uit de Keuringsdiensten; de leraren zijn thans echter dermate met lessen belast, dat voor zelfstandig wetenschappelijk werk weinig gelegenheid meer overblijft. De Keuringsdiensten zijn in de 30er jaren zodanig gereorganiseerd, dat ook daar fundamenteel onderzoek op de achtergrond geraakt is. Weliswaar is dat in nieuwe organisaties weer opgebloeid, maar de zelfstandige onderzoeker is er toch erg bij in het gedrang gekomen. Combinaties zoals *Hoogewerff* en *van Dorp* of *Lobry de Bruyn* en *Albarda van Ekenstein* komen thans nauwelijks meer voor. De ontwikkeling is zo zeer in de weg van de organisatie gekomen, dat zulke zelfstandig werkende groepjes niet meer in die mate werkzaam zijn.

Maar het georganiseerde onderzoek is reusachtig toegenomen. Het gerichte onderzoek heeft grote uitbreiding gekregen door de voortgaande industrialisatie der laatste halve eeuw. Research-laboratoria als die van Philips' Gloeilampenfabrieken, de Bataafse Petroleum Maatschappij, de Kunstzijde Industrie, Organon en de Staatsmijnen, om van kleinere groepen niet te spreken, waren een halve eeuw geleden onbekend. Bovendien hebben deze, hoewel het gerichte onderzoek natuurlijk de eerste plaats inneemt, niet geschroomd fundamenteel werk aan te vatten, ja zelfs er afzonderlijke instituten voor te scheppen, zoals bij voorbeeld het Cellulose Laboratorium van de N.V. Research op kunstzijdegebied. Bovendien worden deze moderne researchinstellingen gesteund, doordat zij vaak behoren tot internationale concerns, zodat hun contacten zich ver buiten de landsgrenzen uitstrekken.

Ook in de middelgrote en kleinere industrie wordt veel gerichte research bedreven. Bovendien houden al deze research instellingen verband met de Organisatie T.N.O., die straks nader ter sprake komt.

In 1945 had ik een bespreking met de Ministers *Schermerhorn* en *van der Leeuw*, die zich terecht ongerust maakten over de achterstand op wetenschappelijk gebied waarin Nederland door de oorlog geraakt was. In deze bespreking kwamen wij tot de conclusie dat, terwijl er voor het toegepast-natuurwetenschappelijke onderzoek een organisatie met grote mogelijkheden bestond, er op het gebied der zuivere wetenschap voorzieningen getroffen moesten worden, opdat wij niet in een achterlijke toestand zouden blijven. Het gevolg van deze besprekingen is geweest de vorming en de oprichting van de Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.), die in 1950 haar wettelijke vorm gekregen heeft. Boven is gezegd, dat het zuiver wetenschappelijke onderzoek in Nederland voornamelijk bloeide aan de Universiteiten en Hogescholen; een herleving had dus ook langs die weg tot stand gebracht kunnen worden. Maar men heeft toch terecht ingezien, dat zonder miskenning van een bredere armslag voor het universitaire onderwijs gelijktijdig onderzoekingen uit een algemeen fonds gesteund moesten kunnen worden. Dat is dus de taak van Z.W.O., zij ondersteunt individuele maar ook collectieve vormen van onderzoek, niet slechts op het gebied der natuurwetenschappen, maar ook op dat der geesteswetenschappen. Haar aandacht is allereerst gericht op de Universiteiten en Hogescholen, maar ook op het zuiver wetenschappelijke werk, dat door zelfstandige geleerden wordt verricht. Bovendien heeft zij tot taak onderzoek te coördineren, dat op verschillende plaatsen wordt aangevat en dat met vrucht gemeenschappelijk kan worden verricht. Zo is op het gebied van de chemie een Stichting voor fundamenteel onderzoek der materie met röntgen- en electronenstralen, der atoomconfiguraties in mole-

culen en kristallen tot stand gebracht, die met steun van Z.W.O. dit belangrijke moderne terrein van de physische chemie samenbundelt. Anderzijds steunt Z.W.O. organisaties op het gebied van de natuurkunde en van de wiskunde, die in de na-oorlogse tijd tot stand zijn gekomen.

De werkwijze van Z.W.O. is deze. Men dient bij haar aanvragen in tot steun van bepaalde onderzoekingen; deze worden voorgelegd aan een der adviescommissies, welke op aanbeveling der Kon. Akademie van Wetenschappen zijn gevormd. Zo is er een commissie voor de exacte natuurwetenschappen, waaronder de scheikunde ressorteert en waarin een aantal scheikundigen van verschillende Universiteiten respectievelijk Hogescholen zitting hebben. Deze werkwijze bevordert dus, dat slechts die onderzoekingen gesteund worden, die een algemene instemming in den lande verkregen hebben.

Zoals gezegd Z.W.O. dient om het zuiver wetenschappelijke onderzoek te steunen. De Universiteiten en Hogescholen hebben natuurlijk zorg te dragen, dat het wetenschappelijke onderzoek bij haar zich voldoende kan ontwikkelen. Maar deze algemene vraagstelling wordt ondersteund voor speciale onderzoekingen, die dikwijls te kostbaar zijn voor het budget van een Universiteit.

Is de Organisatie voor Z.W.O. feitelijk pas in 1950 tot stand gekomen, zij heeft in zekere zin al van 1946 af als ministeriële commissie gewerkt. De andere Organisatie, die voor het *toegepast* natuurwetenschappelijke onderzoek (T.N.O.), is formeel door de Wet van 1930 in het leven geroepen, doch is eerst in het midden der dertiger jaren effectief geworden. Bovendien heeft zij in de eerste jaren grote moeilijkheden moeten overwinnen, zodat in zekere zin eigenlijk pas in 1940 het werk een enigszins afgeronde vorm verkreeg. Toen kwamen de oorlogsjaren, zodat de werkelijke vrije ontwikkeling van T.N.O. ook nog betrekkelijk jong is.

De Centrale Organisatie T.N.O. is een kop-organisatie; het feitelijke werk geschiedt in de bizondere organisaties, waarvan er thans vijf bestaan, namelijk in de volgorde van hun ontstaan: de Nijverheidsorganisatie, de Voedingsorganisatie, de Landbouworganisatie, de Rijksverdedigingsorganisatie en de Gezondheidsorganisatie.

Een aantal werkzaamheden van algemene aard ressorteren rechtstreeks onder de kop-organisatie: de Centrale Organisatie T.N.O.

De Nijverheidsorganisatie, die voluit heet de „Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten behoeve van Nijverheid, Handel en Verkeer", is de oudste; enkele vroegere, reeds bestaande Rijksinstituten zijn bij haar ondergebracht. Terwijl Z.W.O. bedoeld is bepaalde onderzoekingen te ondersteunen zonder daartoe instituten in het leven te roepen, volgt T.N.O. een geheel andere lijn door in samenwerking met het bedrijfsleven instituten op te richten, alwaar het toegepast natuurwetenschappelijke onderzoek bedreven wordt. Voor de Nijverheidsorganisatie geschiedt dit veelal in samenwerking met de Technische Hogeschool te Delft, alhoewel een juist onderscheid in acht wordt genomen tussen het onderwijsinstituut en het instituut ten behoeve van de nijverheid zelve. Maar er is een uitnemende symbiose tot stand gebracht, waardoor er geen tegenstelling maar integendeel een grote samenwerking met de Hogeschool is bereikt.

De T.N.O.-instituten bedrijven research op verschillende bases: in de eerste plaats verrichten zij „vrij speurwerk", d.w.z. die research, die zij menen, dat in het algemeen belang van de Nederlandse volkswelvaart gedaan moet worden.

Haar instituten op het gebied van de textielindustrie (algemener de vezelindustrie, waarbij ook de papierindustrie thuis behoort), het Kunststoffeninstituut, het Lederinstituut, het Rubberinstituut, het Keramisch Instituut enz. bedrijven dus in de allereerste plaats het algemene researchwerk ten algemene nutte. Daarnaast verrichten zij opdrachten, welke haar uit een bepaalde onderneming, respectievelijk uit een bepaalde bedrijfstak worden opgedragen. Deze instituten moeten dus staan onder leiding van directeuren met grote research-ervaring. Zij moeten een staf opbouwen van academisch gevormde onderzoekers, die het werk met de steun van hulpkrachten kunnen uitvoeren. Hier volgt een lijst van de instituten, die thans onder de Nijverheidsorganisatie ressorteren:

Analytisch Instituut T.N.O.
Bouwmaterialen-instituut T.N.O.
Corrosie-instituut T.N.O.
Houtinstituut T.N.O.
Metaalinstituut T.N.O.
Verfinstituut T.N.O.
Keramisch Instituut T.N.O.
Kunststoffeninstituut T.N.O.
Lederinstituut T.N.O.
Rubberinstituut T.N.O.
Proefstation voor Verpakkingen T.N.O.
Vezelinstituut T.N.O.
Instituut voor Warmte-economie T.N.O.
Brandveiligheidsinstituut T.N.O.
Instituut voor Grafische Techniek T.N.O.
Nationaal Luchtvaartlaboratorium *)
Meetinstituut Bemetel-T.N.O.
Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation;
Studiecentrum T.N.O. voor Scheepsbouw en Navigatie
Proefstation voor de Wasindustrie
Waterloopkundig Laboratorium *)
Laboratorium voor Grondmechanica *)
Commissie inzake het onderzoek van Constructies.

Al deze instituten zijn bedoeld voor gerichte research. Maar dat neemt niet weg, dat aan gerichte research dikwijls fundamentele vragen ten grondslag liggen, wier oplossing noodzakelijk is om tot practische doelstellingen te komen. Deze fundamentele research wordt door de T.N.O.-instituten wel degelijk ter hand genomen, wanneer de leiding gevoelt, dat daaraan behoefte bestaat. Vandaar dat uit de T.N.O.-instituten niet slechts rapporten aan opdrachtgevers, niet slechts publicaties over rechtstreeks gerichte research, maar eveneens resultaten van fundamenteel onderzoek verschijnen.

Wat zo even gezegd is voor de Nijverheidsorganisatie geldt evenzeer voor de Voedingsorganisatie. Het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek te Utrecht met zijn Afdeling voor Graan-, Meel- en Broodonderzoek te Wageningen verricht belangrijke onderzoekingen zowel op het gebied van fundamenteel als van gericht onderzoek. Bovendien steunt de Voedings-

*) Deze instituten behoren tegenwoordig formeel niet tot T.N.O., maar houden er nochtans contact mede.

organisatie het Nederlands Instituut voor Volksvoeding te Amsterdam, dat soortgelijke problemen behandelt en waarmede een coördinatieschema is vastgesteld.

De Landbouworganisatie functionneert anders dan de genoemde voorafgaande organisaties. Het landbouwkundige onderzoek in Nederland is namelijk veel ouder dan de Organisatie T.N.O. Wel zijn enkele instituten aan haar overgedragen (o.a. het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen) maar er zijn een groot aantal instituten op landbouwkundig gebied, die slechts onder een zeker coördinatieschema van de T.N.O.-organisatie vallen. Maar dit is alles in ontwikkeling en ongetwijfeld zullen hier practische wegen op den duur gevonden worden. Het belangrijkste is intussen, dat op het gebied der landbouwwetenschap, der landbouwscheikunde in het bizonder, uitnemende onderzoekingen gedaan worden ten behoeve van akker-, weide- en tuinbouw. Een Bosbouwproefstation T.N.O., een Instituut voor Toegepast-Biologisch Onderzoek in de Natuur en andere vullen deze taak aan.

Aan de Rijksverdedigingsorganisatie T.N.O. is de research opgedragen ten behoeve van leger en marine. Daarvoor heeft zij eigen instituten o.a. een scheikundig instituut, maar zij kan bovendien gebruik maken van de andere T.N.O.-instituten, hetgeen reduplicatie voorkomt.

De Gezondheidsorganisatie, de jongste tak van T.N.O., steunt het toegepast geneeskundige onderzoek; de grens met Z.W.O. is soms moeilijk te bepalen, maar een contactcommissie zorgt voor de goede verhoudingen. De chemie speelt uiteraard in deze organisatie slechts een ondergeschikte rol.

Naast de instituten, die onder de bizondere organisaties ressorteren, dient nog vermeld te worden de Technisch Physische Dienst T.N.O.-T.H., waaraan de Hoogleraren in de natuurkunde te Delft deel nemen, die het physische onderzoek ten behoeve van de industrie vervult en bovendien de andere T.N.O.-instituten in natuurkundige vraagstukken ter zijde staat. Desgelijks heeft T.N.O. te Utrecht een instituut voor organisch-chemische onderzoekingen (O.C.I.), waar algemeen organisch-chemisch onderzoek ten behoeve van het bedrijfsleven geschiedt en dat in algemene organisch-chemische problemen de T.N.O.-instituten ter zijde staat.

Op het gebied der kernsplitsing wordt in Nederland en daarbuiten met grote aandacht gewerkt. Via de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie heeft in het Instituut voor Kernonderzoek te Watergraafsmeer en in dat te Kjeller in Noorwegen belangrijk werk plaats, terwijl het te Genève te stichten Internationaal Instituut voor Kern-Physisch Onderzoek op belangrijke Nederlandse medewerking kan rekenen. Het werk is uiteraard hoofdzakelijk physisch, maar ook van chemische zijde wordt steun verleend, aangezien scheikundige problemen daarbij een belangrijke rol spelen.

Bij een overzicht over research in de afgelopen halve eeuw zou zeker plaats zijn voor het speurwerk, dat in Nederlands-Indië verricht is. Ongetwijfeld is in die jaren aldaar uitnemend scheikundig researchwerk verricht. Daarbij zij allereerst gedacht aan het speurwerk op het gebied der suikerindustrie, op dat van de rubber, op bodemkundig terrein en op hygiënisch terrein in het Eykman-Instituut. Uitnemend en baanbrekend werk is daar verricht. In de laatste jaren is getracht een Organisatie voor Natuurwetenschappelijk Onderzoek (O.N.O.) te doen leven. Na de souvereiniteitsoverdracht is het natuurwetenschappelijke onderzoek echter in verval gekomen. Wanneer men zich rekenschap geeft van het uitnemende werk, dat door Nederlanders in de voorafgaande halve eeuw in Indonesië is verricht, kan men slechts betreuren, dat gemis aan vertrouwen dit werk in hoge mate verlamd heeft en dat de waardering voor het in het verleden gepresteerde niet tot een nauwere samenwerking tussen Nederland en Indonesië heeft geleid. Men kan niet nalaten te hopen, dat op den duur deze culturele banden zullen worden hersteld ten bate van de beide betrokken landen.

Ongetwijfeld zal elders in dit nummer gesproken worden over de internationale verhoudingen op het gebied der chemie. Hier is dus een behandeling van dit vraagstuk in de afgelopen halve eeuw niet op zijn plaats. De invloed van de internationale samenwerking via de International Union of Pure and Applied Chemistry is zodanig, dat zij in het kader dezer mededeling niet naar voren gebracht behoeft te worden. Maar het is toch nuttig er op te wijzen, dat in de jaren na de oorlog een andere internationale samenwerking op researchgebied is ontstaan, althans tussen wat men noemt de Marshall-landen enerzijds en Amerika en Canada anderzijds. De *Organisatie voor Economische Europese Samenwerking* (gewoonlijk met de letters O.E.E.C. aangegeven) heeft sinds enige jaren een onderafdeling die het woord „Cooperative Research" als naam gekregen heeft. Daarin wordt getracht research in de Marshall-landen te coördineren en bepaalde onderzoekingen gemeenschappelijk te verrichten. Nederland heeft in deze organisatie van den beginne af een belangrijke rol gespeeld en op verschillende gebieden leidend werk verricht. Er zij gedacht aan de toepassing der windenergie, de onderzoekingen met de „Low Shaft Furnace" en meer scheikundig de ontzouting van brak water, veelal langs electro-dialytische weg. Internationale samenwerking is altijd een moeilijk ding, maar de eerste stappen op deze weg zijn toch bemoedigend.

In het voorafgaande overzicht is sterk naar voren gekomen, dat het onderzoekingswerk in de loop der verstreken halve eeuw een verschuiving heeft ondervonden. Was het vroeger het werk van op zich zelf staande geleerden, in de loop dezer halve eeuw is de georganiseerde research meer en meer op de voorgrond gekomen. Dit hangt ongetwijfeld ook samen met de veel kostbaardere installaties, die thans vereist worden in vergelijking met 50 jaar geleden. Toch lijkt het belangrijk hier op te merken, dat de persoonlijke kracht van de wetenschappelijke onderzoeker nu niet minder belangrijk is dan een halve eeuw geleden. Ook in de georganiseerd research komt de individuele kracht van de leiding gevende onderzoeker en van zijn staf even zeer op de voorgrond als dat vroeger het geval was bij de meer individuele onderzoeker. Het aantal problemen, dat om oplossing vraagt, is veel groter dan vroeger. Het aantal beschikbare krachten is daar niet mede in overeenstemming. Een gebrek aan bekwame onderzoekers is hier te lande, evenzeer als in het buitenland, nijpend. Maar bij ons is het versterkt door het hiaat in de opleiding aan de Universiteiten en Hogescholen, dat zich in de laatste oorlogsjaren heeft voorgedaan. Bovendien is er een grote

zuigkracht van de zich ontwikkelende industrie, waardoor de Universiteiten en Hogescholen grote moeite hebben hun docentencorps en hun staf op peil te houden. Dit is ongetwijfeld een hoogst ernstig probleem, want Universiteiten en Hogescholen zullen te allen tijde direct of indirect de bakermat van het researchwerk blijven. Men kan zich niet onttrekken aan de indruk, dat onze instelingen van Hoger Onderwijs zich onvoldoende hebben aangepast aan de tijdsomstandigheden. Posities in de industrie zijn vaak veel aantrekkelijker dan die aan onze instellingen van Hoger Onderwijs; daarbij wordt niet alleen aan salariëring, maar ook aan mogelijkheid tot onderzoek gedacht.

Moge dus in de afgelopen 50 jaren de research in Nederland zich in vele opzichten goed ontwikkeld hebben, wij mogen de ogen niet sluiten voor de moeilijkheden, die ons zouden kunnen beletten de positie te handhaven, waarin de Nederlandse research zich op scheikundig gebied tot nog toe heeft kunnen verheugen.

De belangrijkste bijdragen van Nederlandse chemici in de laatste halve eeuw

door H. J. Backer.

54(492)„71" „190/195"

Het is allerminst een eenvoudige taak, waarvoor de referent zich ziet geplaatst. Een evenwichtige analyse van de verschillende onderdelen der chemie is in deze algemene revue niet mogelijk; daarvoor zij men verwezen naar de afzonderlijke vakkundige overzichten welke in de loop van het jubileumjaar nog zullen verschijnen.

Derhalve behoeft deze schets slechts een aantal caleidoscopische flitsen te tonen. Bij de hantering van een caleidoscoop hangt het van min of meer toevallige omstandigheden af, welk beeld ons voor de ogen wordt getoverd. Ook hier is veel achterwege gebleven, dat in belangrijkheid niet onderdoet voor datgene wat wel is vermeld.

De noodzakelijkheid tot beperking heeft er toe geleid de toegepaste chemie niet te refereren. Men zoeke dus niet naar de technische en pharmaceutische chemie of naar de landbouwchemie. Deze onderdelen treft men aan in het uitvoerig verslag van de Nederlandse Chemische Vereniging over de chemie in oorlogstijd [1]), van welk overzicht de referent een dankbaar gebruik heeft gemaakt. De schaars gekozen verwijzingen naar de overvloedige litteratuur, bij voorkeur naar het Chemisch Weekblad, beogen geen ander doel dan de lezer in staat te stellen zich nader te oriënteren.

Voor de eerste helft van de verslagperiode is men bijna uitsluitend aangewezen op het werk in de academische centra; slechts in sporadische gevallen vindt een chemicus in het practicumvertrek van een school of in een particulier laboratorium de mogelijkheid en tevens de energie tot wetenschappelijk werk.

Omstreeks 1920 ontwikkelde zich het natuurkundig laboratorium van Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven tot een zelfstandig centrum van onderzoek, waarbij onder de leiding van de physicus *G. Holst* de gelegenheid tot wetenschappelijke publicaties, ook op chemisch gebied, werd geboden. Een tiental jaren later kwam op gelijke wijze het laboratorium van De Bataafsche Petroleum-Maatschappij te Amsterdam tot snelle ontplooiing en sedert de oorlog heeft ook het centrale laboratorium van de Staatsmijnen te Geleen zich dienovereenkomstig ontwikkeld. De grote pharmaceutische en voedingsmiddel-industrieën en de moderne T.N.O.-Instituten hebben deze goede voorbeelden gevolgd. Steeds meer beseffen de industrieën het belang van fundamenteel onderzoek en van de mogelijkheid tot publicatie.

Wie dus een bericht over de volgende halve eeuw schrijft, zal buiten twijfel voor de technische centra van wetenschappelijk onderzoek een grotere plaats moeten inruimen dan thans mogelijk is geweest.

Oude centra van onderzoek.

Laten we de belangrijkste bijdragen der Nederlandse chemici gedurende de laatste halve eeuw de revue passeren, dan gaan onze gedachten vanzelf terug naar de voorafgaande periode, waarin de voedingsbodem voor dit werk ligt.

Te Leiden vormde zich in het laatste vierde deel van de negentiende eeuw een actief centrum van chemisch onderzoek. *A. H. van der Boon Mesch* (1804—1874), die van 1829 tot het einde van 1873 hoogleraar te Leiden was, werd opgevolgd door de ervaren didacticus *J. M. van Bemmelen* [2]) en de jonge voortvarende *A. P. N. Franchimont* [3]).

Van Bemmelen, die de studie in zijn woonplaats Leiden had aangevangen, was naar Groningen gegaan, om als assistent van Prof. *P. J. van Kerckhoff* (1813—1876) een dissertatie [4]) te bewerken. Hij werd daar leraar aan de landbouwschool, daarna de eerste directeur van de juist opgerichte H.B.S. (1864) en vervolgens directeur van de H.B.S. te Arnhem (1869). De werkkring aan de landbouwschool bracht hem tot onderzoekingen, die voor zijn studierichting beslissend zouden worden, nl. over het absorptievermogen der akkeraarde [5]); tevens bestudeerde hij, samen met zijn zwager *J. D. Boeke,* de verbetering van zure gronden in de Haarlemmermeer [6]).

Een regeringsopdracht tot een onderzoek van de grond der drooggelegde IJ-polders [7]) had vèrstrekkende gevolgen. Dr. *J. D. Boeke,* leraar in de chemie (later directeur) aan de H.B.S. te Alkmaar, vestigde de aandacht op zijn veelbelovende jonge leerling *H. W. Bakhuis Roozeboom* [8]), die in de zomer van 1873 *van Bemmelen* bij het werk te Arnhem ging helpen. Toen *van Bemmelen,* hoogleraar te Leiden geworden, een assistent nodig had, wendde hij zich weer tot *Bakhuis Roozeboom;* deze trad in 1878 in functie en kon, dank zij de medewerking der faculteitsleden, spoedig zijn academische examens afleggen.

Van Bemmelen had het vermogen om veelbelovende jongemannen aan te trekken en voort te stuwen. Naast *Bakhuis Roozeboom* denke men aan *Schreinemakers* [9]), die als onderwijzer te Leiden kwam om zijn mathematische kennis te ontwikkelen, en niet minder aan *Lorentz,* die in 1869 onder *van Bemmelen's* directoraat het eindexamen van de H.B.S. te Arnhem aflegde.

Het merendeel van *van Bemmelen's* leerlingen werkte op het door *Roozeboom* ontgonnen terrein, o.a. *B. R. de Bruyn, C. Hoitsema, P. A. Meerburg* [10]), *F. A. H. Schreinemakers, W. Stortenbeker* [11]).

Franchimont, die dadelijk na de promotie bij *van der Boon Mesch* (1871) naar Bonn trok en spoedig assistent werd van *Kekulé,* maakte daar naam door de ontdekking van het triphenylmethaan [12]). In *Kekulé's* laboratorium was hij getuige van de eerste ontwikkeling van de structuurchemie. Een daaropvolgend verblijf te Parijs (1872—'73) bij *Wurtz* voltooide zijn wetenschappelijke opleiding. Tevens had hij het pad gebaand voor *van 't Hoff,* die een jaar later zijn voetspoor over Bonn (1872) en Parijs (1873—'74) volgde.

Toen *Franchimont* de nieuwe leerstoel te Leiden bezette, ontstond er na enkele jaren een organisch-chemische school. Zijn grote experimentele qualiteiten, zijn nauwgezet waarnemingsvermogen, onvermoeide stuwkracht en hartstochtelijke liefde voor het vak waren een voorbeeld voor zijn leerlingen, waarvan uit die periode onder meer kunnen worden genoemd *H. van Erp, A. F. Holleman, E. A. Klobbie*[13]), *C. A. Lobry de Bruyn*[14]), *P. J. Montagne*[15]), *P. van Romburgh*[16]), *J. C. A. Simon Thomas*[17]).

Iets later was ook in Amsterdam een school gevormd onder de bezielende leiding van de geniale *J. H. van 't Hoff*[18]), die, jong vermaard geworden door zijn stereochemische „voorstel"[19]), in 1877 op 25-jarige leeftijd, op voorspraak van *J. W. Gunning* (1827—1900), lector werd te Amsterdam en het volgende jaar hoogleraar. Uit deze periode (1877—1895)[20]) kwamen onder meer voort *Ernst J. Cohen*[21]), *Ch. M. van Deventer*[22]), *W. P. Jorissen, J. J. van Laar*[23]), *L. Th. Reicher*[24]), *J. J. A. Wijs*[25]).

In 1884 verschenen de „Etudes de dynamique chimique", waarin ook het beginsel van het beweeglijk evenwicht werd uitgesproken; weldra volgden de beroemd geworden verhandelingen in de Zweedse Akademie over de theorie der verdunde oplossingen[26]). Nog onlangs, bij de herdenking van het eeuwfeest van *van 't Hoff*'s geboorte, is de grote betekenis van zijn werk in het licht gesteld[27]).

Toen *van 't Hoff* naar Berlijn trok (1895), waar hij zijn onderzoek over evenwichten bij zouten voortzette, vond Amsterdam een waardig opvolger[28]) in *H. W. Bakhuis Roozeboom* (1896), sedert 1892 lector te Leiden[29]).

Tot de leden van *Roozeboom's* Amsterdamse staf behoorden *Ernst Cohen, J. J. van Laar* en *A. Smits*[30]), terwijl *F. M. Jaeger*[31]), leraar te Zaandam, sedert 1904 als privaat-docent medewerkte. In de korte maar vruchtbare periode van zijn professoraat (1896—1907) heeft *Roozeboom* talrijke leerlingen gevormd. Hiertoe behoren onder meer *A. H. W. Aten*[32]), *E. H. Buchner, D. J. Hissink, H. R. Kruyt, W. Reinders*[33]) en *F. E. C. Scheffer*.

Gunning werd bij zijn aftreden in 1896 opgevolgd door *C. A. Lobry van Troostenburg de Bruyn*[14]), die sedert zijn Leidse promotie (1883) werkzaam was geweest als chemicus bij de Marine. In deze functie ontdekte hij de explosiviteit van ammoniumnitraat; hij maakte kristallijn hydroxylamine en watervrij hydrazine en verbeterde de bereiding van knalkwik.

Lobry de Bruyn heeft nog korter dan *Bakhuis Roozeboom* het hoogleraarschap mogen bekleden. Na een actieve ambtsperiode, waarin hij als leerlingen had o.a. *F. H. van Leent, J. J. Blanksma*[34]), *C. L. Jungius, A. M. A. A. Steger*, overleed hij reeds op 47-jarige leeftijd (1904).

Holleman, die in 1893 te Groningen de leerstoel overnam van *R. S. Tjaden Modderman* (1831—1924), vormde er een aantal leerlingen waaronder *J. Böeseken*[35]), *F. H. van der Laan, A. van Raalte, H. A. Sirks, G. L. Voerman*[36]).

In de beginjaren van deze eeuw waren er aan alle universiteiten mutaties in het docentencorps.

Te Amsterdam werd *Lobry de Bruyn* opgevolgd (1905) door *A. F. Holleman*, die daar een uitgebreide schare chemici heeft opgeleid tot aan zijn aftreden in 1924. De vacature *Bakhuis Roozeboom* werd vervuld door *A. Smits*[30]) (1907).

Te Groningen was na *Holleman's* vertrek (1905) *J. F. Eykman*[37]) benoemd tot hoogleraar voor de chemie, terwijl *J. Böeseken*[38]) lector werd. Toen deze *S. Hoogewerff*[39]) te Delft opvolgde (1907), werd het lectoraat aan de Groninger Universiteit bezet door *F. M. Jaeger*[31]) (1908), die reeds het volgend jaar werd aangesteld als hoogleraar.

Te Leiden droeg *van Bemmelen* (1901) de leerstoel over aan zijn leerling *F. A. H. Schreinemakers*[9]), terwijl enige jaren later *W. P. Jorissen* optrad als lector (1908).

Te Utrecht kwam er in 1902 een dubbele vacature wegens het aftreden van *H. C. Dibbitz* en *Ed. Mulder*. Hun plaatsen werden ingenomen door *Ernst Cohen*[21]) en *P. van Romburgh*[16]).

Het is thans ook bijna een halve eeuw geleden, dat te Delft een belangrijke verandering tot stand kwam door de wet van 1905, welke de Polytechnische School omzette in de Technische Hogeschool. *Hoogewerff* was de eerste rector (1905—'07).

Een van de belangrijkste gevolgen van de nieuwe wet was de verkrijging van het recht van promotie. Vooral bij de chemie heeft dit in hoge mate bijgedragen tot de ontplooiing van het wetenschappelijke onderzoek te Delft; reeds ruim een tiental jaren later zijn er dissertaties bewerkt van blijvende waarde. De gelijktijdige toekenning van het jus promovendi aan de Vrije Universiteit te Amsterdam heeft voor de chemie pas vruchten afgeworpen sinds 1929, toen *J. Coops* optrad als hoogleraar.

Het hierboven geschetste historische beeld moge dienen als achtergrond voor de beschouwing van de Nederlandse praestaties van deze eeuw op verschillende terreinen der chemie.

Phasenleer.

Tot de belangrijkste bijdragen, welke ons land aan de chemische wereld heeft gegeven, behoort de phasenleer, waarvan, naast *Gibbs, Bakhuis Roozeboom* algemeen als de grondlegger wordt beschouwd.

Na een beknopt onderzoek over de dissociatie van het tertiobutylbromide en het nog onbekende ammoniumtribromide[40]), wierp hij zich op de systematische studie der hydraten van gassen als SO_2, Cl_2, Br_2, HCl. Een onduidelijkheid in de dissociatiekromme van het chloorwaterstof-hydraat leidde *Roozeboom* tot de studie van het broomwaterstofzuur, waarbij ontdekt werd, dat het kristallijne dihydraat in evenwicht kan zijn met twee verschillende oplossingen.

Toen *van Bemmelen Roozeboom's* eerste resultaten over de evenwichten in het stelsel HBr-H_2O aan de Akademie mededeelde[41]), wekten deze de belangstelling van *J. D. van der Waals*, die zich met soortgelijke problemen bezig hield en weldra een thermodynamische interpretatie gaf[42]). Op een samenkomst te Leiden, welke ook *Lorentz, Kamerlingh Onnes* en *van Bemmelen* bijwoonden, vestigde *van der Waals Roozeboom's* aandacht op de theoretische verhandeling van *J. W. Gibbs*[43]), waarin de „phasenregel" werd afgeleid.

Roozeboom bestudeerde de weinig toegankelijke publicaties van *Gibbs* en paste de theorie toe op zijn onderzoekingen, waarbij hij ook het ammoniakaat van ammoniumbromide ter hand nam. In 1887 kon hij

reeds een uitvoerig overzicht geven van de mogelijke vormen van heterogeen chemisch evenwicht [44]).

Met *Stortenbeker* [45]) onderzocht hij het stelsel Cl_2-I_2, waarbij onder meer bleek dat het joodmonochloride voorkwam in twee modificaties (robijnrode naalden F 27.2° en bruinrode lamellen F 13.9°). Hierna bestudeerde hij de evenwichten van zouten als $CaCl_2$ en Fe_2Cl_6 met water, waarbij hij verschillende hydraten ontdekte.

Met het astrakaniet (natriummagnesiumsulfaattetrahydraat) vatte *Roozeboom* het onderzoek der ternaire stelsels aan [46]); hij bepaalde de loop der quadrupellijnen en de plaats van het quintupelpunt (21.5°). Een volgend ternair stelsel, PbI_2-KI-H_2O, onderzocht hij samen met *Schreinemakers*, die aldus zijn baanbrekend werk begon. Hierop volgde de gemeenschappelijke studie van Fe_2Cl_6-HCl-H_2O.

In 1901 heeft *Roozeboom* de phasenleer in haar toepassing op chemische evenwichten samengevat in een helder geschreven, klassiek geworden boek [47]). Het tweede deel, waaraan *Roozeboom* begonnen was (1904), is voltooid door zijn leerlingen *Buchner* [48]) en *Aten* [32]) (II 2/3, 1918). Het derde deel, dat de ternaire stelsels behandelt, is geschreven door *Schreinemakers* (1911—'13).

Het onderzoek van *J. W. Retgers* [49]) over isomorphie en isodimorphie gaf *Roozeboom* aanleiding om, samen met *Stortenbeker*, ook mengkristallen in zijn studie te betrekken.

Te Amsterdam zetten hij en zijn leerlingen het onderzoek van binaire stelsels met mengkristallen voort, bijv. bij KNO_3-$NaNO_3$ en bij $NaNO_3$-$AgNO_3$ *(D. J. Hissink)*. Verder bestudeerde hij systemen van twee elementen: S-Se *(W. E. Ringer)*, S-Cl *(A. H. W. Aten Sr.)*. In het ingewikkelde systeem ijzer-koolstof, waarin talrijke vaste phasen voorkomen, heeft *Roozeboom's* onderzoek klaarheid gebracht.

Schreinemakers, die zich in de theoretische phasenleer specialiseerde, heeft zich vele jaren toegelegd op de studie der ternaire (o.a. met *G. J. van Meurs*) en quaternaire stelsels [50]) (o.a. met *A. J. C. de Waal* en *D. H. Cocheret*). In 1912 begon hij met ternaire systemen, welke dampen bevatten. In latere jaren (1924) ging hij over tot de studie van de osmose [51]), waarbij phasen door een halfdoorlatende wand zijn gescheiden. Hierbij kwam hij langs theoretische weg tot de mogelijkheid van een beweging der opgeloste stof naar een phase van hogere osmotische druk.

De „restmethode" van *Schreinemakers* is van grote waarde gebleken voor de analyse van vaste phasen [52]).

Schreinemakers was van aanleg mathematicus. Na zijn onderwerp scherp te hebben begrensd, ontwikkelde hij de problemen systematisch, streng-logisch en volledig. Hij had de gave zijn scherp mathematisch inzicht dienstbaar te maken aan physisch-chemische problemen.

Als zelfstandige wetenschap wordt de phasenleer thans gewoonlijk niet meer beschouwd, maar de resultaten van het levenswerk van *Bakhuis Roozeboom* en *Schreinemakers* zijn algemeen eigendom geworden van de chemische wereld [53]). Dat het vak zijn betekenis niet heeft verloren blijkt ook uit het moderne werk van *Scheffer* [54]); diens onderzoek over het oplossende vermogen van supercritische dampen opent theoretische en practische perspectieven [55]).

A. J. Rutgers (Gent), die voor zijn promotie bij *Ehrenfest* te Leiden de thermodynamica der thermoelectriciteit in kristallen [56]) had bestudeerd, gaf, met *Wouthuysen*, een thermodynamische behandeling van onscherpe phasenovergangen [57]). De thermodynamische studie van de magnetische verstoring der supergeleiding heeft geleid tot de vergelijking van *Rutgers* [58]) voor de richting der overgangslijn tussen de normale en de supergeleidende phase in het sprongpunt.

Betreffende de theorie van de thermodynamische potentiaal zij nog verwezen naar *van Laar's* voordrachten [59]).

In een relaas over de chemische thermodynamica mag een eregroet aan de nagedachtenis van onze grote physici niet ontbreken, aan *van der Waals*, die de toestandsvergelijking, de wet der overeenstemmende toestanden en de theorie der later naar hem genoemde intermoleculaire krachten opstelde, aan *Kamerlingh Onnes*, die het helium tot vloeistof verdichtte, aan *Lorentz*, die de statistiek toepaste op de thermodynamica [60]) en ook leiding gaf aan een onderzoek over het graphische gebruik van de thermodynamische potentiaal [61]).

Als onderdeel van de phasenleer worde de oudbekende *allotropie* (polymorphie) besproken. Na het klassieke onderzoek door *van 't Hoff* en *Reicher* [62]) over de omzetting van rhombische in monocliene zwavel (95.6° C), hetgeen *van 't Hoff's* berekening bevestigde, heeft men in Nederlandse laboratoria talrijke „overgangspunten" bepaald.

Aan het verschijnsel der allotropie zijn uitvoerige onderzoekingen gewijd door twee Amsterdamse medewerkers van *Bakhuis Roozeboom* [63]), *Cohen* en *Smits*.

Ernst Cohen, die in 1893 bij *van 't Hoff* promoveerde en tien jaar later hoogleraar werd te Utrecht, heeft zich ononderbroken geïnteresseerd voor het reeds te Amsterdam aangevangen onderzoek [64]) omtrent de geheimzinnige omzetting van wit in grauw tin. Het bleek hem, dat beneden 13° C (eerst dacht men 20°) het grauwe tin bestendig is en boven deze temperatuur het witte tin. Deze lang bekende omzetting in grauw tin, door *Cohen* wegens het besmettingsgevaar „tinpest" genoemd, heeft hij van alle zijden bestudeerd [65]), bijv. door de verandering van de potentiaal tegen een oplossing van tinzout te meten en ook door de toeneming van het specifieke volumen (25 %) te controleren.

Een ernstige moeilijkheid bij dergelijke onderzoekingen ligt in de enorme katalytische invloed van kleine onzuiverheden op de omzettingssnelheid, zoals ook bleek bij de overgang van rood in geel kaliumpicraat (47° C). Bij de vorming van het grauwe tin heeft *Cohen* de invloed kunnen constateren van slechts enkele honderdste procenten van een vreemd metaal; aluminium werkt versnellend, terwijl bismuth de omzetting vertraagt [66]).

Ook van de „voorgeschiedenis" hangt de snelheid af, doordat er kernen van de metastabiele phase aanwezig kunnen zijn.

Bij cadmium mat *Cohen* de potentiaal van de drie allotrope vormen ten opzichte van cadmiumamalgaam; aldus bepaalde hij de omzettingstemperaturen (60°, 95° C) en de omzettingswarmte. *Cohen* was er van overtuigd, dat allotropie — vooral de vaak moeilijk waarneembare monotropie — een algemeen verschijnsel is voor alle stoffen. Hij drukte zich krachtig uit door te zeggen, dat alle in de litteratuur vermelde physische constanten toebehoren aan de toevallig verkregen modificaties [66a]).

A. Smits, die in 1906 hoogleraar te Delft werd en in 1907 te Amsterdam *Bakhuis Roozeboom* opvolgde, heeft van geheel andere zijde de allotropie benaderd, nl. op grond van oorspronkelijke, theoretische beschouwingen. Hij verklaart de allotropie door te onderstellen, dat ook zuivere phasen verschillende molecuulsoorten bevatten, die in gevarieerde hoeveelheden aanwezig zijn bij de allotrope vormen [67]). Ook bij vloeistoffen is volgens hem allotropie door dezelfde oorzaak mogelijk. De door *Keesom* en *Wolfke* (1927) gevonden twee vloeistofphasen van helium beschouwde *Smits* als passend in zijn theorie, welke uitvoerig is behandeld in een handboek [68]).

Bij een studie over de allotropie van zirconium in het laboratorium van Philips bleek de grote invloed van onzuiverheden op de omzetting van de compacte hexagonale α-vorm in de centro-cubische β-modificatie. Bij aanwezigheid van zuurstof of stikstof wordt het overgangspunt (865° C) uitgerekt tot een lang traject [69]).

De directe waarneming van een allotrope omzetting van ijzer met behulp van electronenstralen (electronenemissie-microscoop) is gelukt aan *Burgers* met medewerking van *Ploos van Amstel* [70]).

Algemene en anorganische chemie.

Van 't Hoff's ontdekkingen en het originele door hem geleide werk deden *van Deventer* [71]), in jeugdige bewondering voor zijn leermeester, spreken over de „Nederlandse Chemie". De destijds ongewone komst van buitenlanders, zoals *Svante Arrhenius, Bancroft, Bredig* en *Meyerhoffer*, was trouwens een aanwijzing voor *van 't Hoff's* faam ook buiten ons land.

Het is opmerkelijk, dat de invloed van die beperkte Amsterdamse periode [20]), die ook in *van 't Hoff's* leven een hoogtij betekende, nog steeds doorwerkt.

In de Amsterdamse tijd ligt ook de basis voor de levensarbeid van *Ernst Cohen* en van *W. P. Jorissen*, die beiden door werk en woord steeds van hun verering voor hun leermeester hebben doen blijken.

De autoxydatie, geïnduceerde oxydatie en explosieve reacties hebben altijd de belangstelling van *Jorissen* [72]) vastgehouden; ten slotte overzag hij deze vraagstukken van het standpunt van de theorie der kettingreacties. Ook bestudeerde hij de practisch belangrijke problemen van het verhinderen van explosies en het doven van vlammen, o.a. door verschillende zouten, waarbij voor de halogeniden der alkalimetalen het verband met het periodieke systeem bleek [73]).

De theorie van de osmotische druk is door *van Laar* mathematisch nader ontwikkeld en door *Schreinemakers* in verband gebracht met de leer der evenwichten.

In navolging van het onderzoek der estervorming en verzeping door *van 't Hoff* en *Reicher*, heeft men hier vaak dergelijke bepalingen gebruikt bij de studie van fundamentele vraagstukken. Onder de, tijdens de verslagperiode in Nederland bewerkte organisch-chemische dissertaties vindt men er omstreeks vijftig, waarin snelheidsmetingen (hydrolyse, additie, substitutie, isomerisatie) een essentieel onderdeel vormen. En zou het kortstondige assistentschap bij *van 't Hoff* (1877) ook niet „richtend" hebben gewerkt bij de inlassing van physisch-chemische methodes in *Holleman's* wetenschappelijke arbeid en in zijn leerboek der organische chemie, dat mede hieraan zijn internationale verspreiding dankt?

P. Debye(thans: Ithaca, N.Y.), die in 1884 te Maastricht is geboren en korte tijd hoogleraar was te Utrecht (1912—'14), heeft de ionentheorie verrijkt met het beginsel der activiteit [74]) (theorie van *Debye-Hückel* over de electrostatische wisselwerking tussen positieve en negatieve ionen). Bij de verklaring van het electrische geleidingsvermogen nam hij de effecten der kataphorese en relaxatie in aanmerking.

Een nieuwe richting van onderzoek ontstond, toen *van Arkel* en *de Boer* de theorie van *Kossel* toepasten op het verschijnsel der chemische binding [75]). Ook de betrekkelijke bestendigheid van complexe verbindingen kon daardoor beter worden begrepen; de gewonnen inzichten werden met goed gevolg toegepast op de scheiding van zirconium en hafnium [76]).

Voor de bereiding van metalen werd een nieuwe methode gevonden in de thermische dissociatie van vluchtige jodiden [77]); *de Boer* en *Fast* hebben dit hulpmiddel benut ter afscheiding van titanium, zirconium en hafnium in zuivere toestand.

De physische eigenschappen van vaste stoffen zijn in het laboratorium van Philips te Eindhoven bestudeerd onder leiding van *de Boer* en *Verwey;* te vermelden zijn de halfgeleiding (*P. W. Haayman, F. C. Romeyn, F. A. Kröger*), de luminescentie (*H. A. Klasens, F. A. Kröger*), het magnetisme (*J. H. van Santen, E. W. Gorter*), de diëlectrica (*G. H. Jonker, J. H. van Santen*).

Een uitgebreid onderzoek van *Verwey* en enige medewerkers [78]) betrof de metaaloxyden van het spinel-type, waartoe het mineraal spinel en de ferrieten behoren. De treffende onderlinge verschillen in magnetisch en electrisch gedrag (Fe_3O_4 is een geleider, Mn_3O_4 een isolator) vinden een gerede verklaring in de structuur van het kristalrooster. In het laboratorium der B.P.M. zijn katalysatoren van het spinel-type bestudeerd [79]).

Eykman [37]) heeft zorgvuldige refractometrische bepalingen verricht met toestellen van eigen vinding en ten dele van eigen hand [80]).

Nauwkeurige methodes voor de bepaling van physische constanten, in het bijzonder verbrandingswarmten, danken we aan *Coops* [81]) en diens medewerkers.

Op *electrochemisch* gebied zijn vermeldenswaard de onderzoekingen van *Ernst Cohen* over normaalelementen, van *Reinders* [82]) over de potentialen van legeringen tegenover ionen, van *Böttcher* over de electrische polarisatie [83]) en die van *Aten Sr.* [32]) over de capillair-electrometer en polarograaf als hulpmiddelen bij de analyse.

Rutgers deed, met zijn medewerker *M. de Smet*, electrokinetische onderzoekingen [84]) over electroendosmose, stromingspotentialen en wandgeleiding; aan de vergelijking van *von Helmholtz-Smoluchowski* voor stromingspotentialen werd een correctieterm toegevoegd; voor het grensvlak glas–water in electrolyt-oplossingen zijn uitgebreide metingen van de electrokinetische potentiaal verricht.

Van het terrein der *photochemie* is te vermelden de studie van *Reinders* en *Hamburger* [85]) over het latente beeld; de aanwezigheid van slechts vier zilveratomen per kiem bleek al toereikend te zijn voor de ontwikkeling.

Verder zij gewezen op de onderzoekingen van *Trivelli* [86]) (Rochester, N.Y.) over de photographische plaat, van *Lifschitz* [87]) over het photochemische gedrag van triphenylmethaan-derivaten en ten slotte op de studie van de photochemische ontleding van diazoniumzouten, verricht door *de Jonge* en medewerkers [88]) in het laboratorium van Philips.

In dit verband mogen nog worden gememoreerd de, grotendeels in octrooien vastgelegde onderzoekingen over de diazotypie [89]) door *van der Grinten* [90]).

Colloïden.

Ook is in ons land baanbrekend werk verricht op het gebied der colloïden. Een der grondleggers, speciaal wat betreft de absorptie, was *van Bemmelen* [91]), die, naar aanleiding van zijn te Groningen uitgevoerd onderzoek over de akkeraarde, ook het kiezelzuur-gel uitvoerig bestudeerde. Zijn aandacht richtte zich vooral op de hydro-gels van metaaloxyden, de opneming en onttrekking van water bij verschillende dampspanningen en de structuurveranderingen. Men zoeke de waarde van *van Bemmelen's* werk niet in de subtiliteit der hydratatie-experimenten, die zich nauwelijks lenen tot grote nauwkeurigheid, maar veeleer in de met vooruitziende blik ontworpen en standvastig volgehouden denkbeelden, welke pas later tot erkenning zijn gekomen [92]).

Aan *Graham's* nomenclatuur [93]) ontleende *van Bemmelen* de afkortingen gel en sol [94]); de uitdrukking absorptieverbinding is door hemzelf ingevoerd.

Sinds, veertig jaar geleden, *Kruyt* [95]) zich wierp op de chemie der colloïden, heeft hij dit vak nieuw leven ingeblazen; in de Utrechtse school hebben talrijke chemici hun opleiding genoten. Een belangrijk deel van *Kruyt's* onderzoek had betrekking op de stabiliteitsvoorwaarden van lyophobe colloïden [96]). Daarna bestudeerde hij de invloed van de lading en de hydratatie op de stabiliteit van lyophiele colloïden.

Kruyt heeft de kunst verstaan, om buiten het enge vakgebied de belangstelling te wekken voor de colloïden, ook bij biologen en medici.

Het probleem der „zwelling" is van verschillende zijden benaderd door *Katz* [97]), die zijn bevindingen ook dienstbaar heeft gemaakt aan het economische vraagstuk van oudbakken brood.

Buchner heeft met zijn leerlingen een aantal onderzoekingen gedaan over de lyotrope reeks [98]), *Bungenberg de Jong* wijdde zich onder meer aan de studie der co-acervatie [99]) (ontmenging van colloïdale oplossingen).

Bij zijn onderzoekingen over de photographische ontwikkeling heeft *Reinders* gewezen op de betekenis van de redox-potentiaal [100]).

Waarnemingen over de adsorptie van jodium op dunne zoutlaagjes brachten *de Boer* tot een uitvoerige studie der absorptieverschijnselen [101]) en hierdoor tot een beter begrip van de electronenemissie, de photoelectriciteit en de katalyse.

Verwey en *Overbeek* [102]) hebben een theorie gegeven betreffende de stabiliteit van lyophobe colloïden, waarbij ze een bijzondere studie maakten van de ver-reikende, afstotende krachten tussen de colloïdale deeltjes, welke door een electrische dubbellaag zijn omgeven.

Tendeloo onderzocht onder meer adsorptie-electroden en de titratie van geadsorbeerde zuren [103]).

De electrophoretische bedekking van metalen uit watervrije suspensies is uitgevoerd door *de Boer, Hamaker* en *Verwey* [104]). Dit onderzoek heeft mede de stoot gegeven tot een nadere beschouwing van de stabiliteit bij colloïden; de invoering der potentiaalkrommen door *de Boer* verduidelijkte het wisselspel van de aantrekkende en afstotende krachten. *Verwey, Hamaker* en later ook *Overbeek* hebben de nieuwe inzichten meer uitvoerig bestudeerd.

Rutgers ontwikkelde met zijn Gentse medewerkers de methodiek van de centrifugeringspotentialen ter meting van de electrokinetische potentiaal van colloïdale deeltjes [105]) en constateerde het bestaan van het Debye-effect (ultrasonore vibratiepotentialen) in colloïdale oplossingen van arseentrisulfide [106]). Verder werd een electrophorese-apparaat met stilstand in de as geconstrueerd [107]).

De studie der *macromoleculen* sluit nauw aan bij die der colloïden. Verscheidene chemici hebben medegewerkt aan een uitgebreid rapport over viscositeit [108]), waartoe de physicus *J. M. Burgers* enige fundamentele bijdragen leverde. Formules voor de viscositeit als afhankelijke van de concentratie zijn gegeven door *Houwink* en *Klaassens* [109]), *Bredée* en *de Booys* [110]) en door *Eilers* [111]).

P. H. Hermans [112]) heeft grondige aandacht gewijd aan het mechanisme der deformatie van cellulose-gels.

J. J. Hermans [113]) bestudeerde voor colloïdale oplossingen van kettingmoleculen de door stroming ontstane dubbele breking en de lichtverstrooiing, waarbij hij een kluwen-structuur onderstelde. Hij onderzocht het titrimetrisch gedrag van colloïdale poly-electrolyten (ionen-uitwisselaars) en van theoretisch standpunt het Debye-effect in colloïdale oplossingen.

Staverman [114]) heeft de thermodynamica der irreversibele processen toegepast op het visco-elastische gedrag van kunstharsen.

Kappelmeier [115]) gaf een theorie over het droogproces van oliën, waarbij hij een analogie met de dieensynthese onderstelt.

Waterman [116]) vond dat zwaveldioxyde de polymerisatie van vette olie katalyseert, hetgeen van belang is voor de omzetting van lijnolie in standolie; hij schrijft dit proces toe aan een verschuiving der dubbele bindingen naar geconjugeerde ligging.

Het werk van *Stevels* [117]) is gespecialiseerd op de physische eigenschappen van glas in verband met de structuur.

Te Delft hebben *van Rossem* en *Houwink* met hun medewerkers uitgebreide onderzoekingen gedaan op het gebied van rubber [118]).

Houwink [119]) heeft, in samenwerking met *Burgers*, gewezen op de verwantschap in elastische en plastische eigenschappen van allerhande stof-typen, zowel organische macromoleculen en minerale colloïden als kristalloïden, in het bijzonder metalen.

De Boer heeft een studie gemaakt over de betekenis der van der Waals-krachten voor de mechanische eigenschappen van kunststoffen [119a]), de stabiliteit van colloïden en de adsorptieverschijnselen.

Kristalonderzoek.

Het kristallographische onderzoek als hulpmiddel voor de chemische identificatie is ingeleid door de Delftse hoogleraar in de microchemie *Behrens* [120]) en sedert vooral ontwikkeld door *Retgers* [49]), *Storten-*

beker [11]), *Jaeger* [121]) en *Terpstra* [122]). De laatstgenoemde heeft met zijn leerlingen ook vele bijdragen geleverd tot de classificatie der kristallen volgens het systeem, dat *Barker* heeft ontworpen op grond van *Fedorow's* denkbeelden [123]).

Zodra het röntgenographische kristalonderzoek, dank zij de ontdekking van *von Laue* en *Bragg*, zijn intrede deed (spoedig gevolgd door de poedermethode van *Debye en Scherrer*), hebben *Jaeger* en *Bijvoet* de betekenis voor de structuurchemie begrepen. O.a. bestudeerde *Jaeger* met *van Melle* (thans: Houston, Texas) de structuur van kunstmatige ultramarijnen [124]).

Thans bezit ons land verschillende centra voor röntgenographisch onderzoek, o.a. te Amsterdam (*C. H. MacGillavry*), Delft (*W. G. Burgers, H. B. Dorgelo*), Groningen (*P. Terpstra, E. H. Wiebenga*), Leiden (*A. E. van Arkel*), Utrecht (*J. M. Bijvoet*), en te Eindhoven het natuurkundige laboratorium [125]) van Philips.

De „kristallisatie" (oriëntering der moleculen) bij het rekken van rubber is in 1925 ontdekt door *Katz* [126]).

De kennis van de kristalgroei werd verhelderd door de bijdragen van *J. M. Burgers* [127]) over de theorie der dislocaties (schroefdislocaties, vector van *Burgers*).

Van de onderzoekingen uit de laatste tijd verdient in de eerste plaats vermelding de bepaling der absolute structuur van het rechtsdraaiende wijnsteenzuur door *Bijvoet* en zijn medewerkers [128]). De ontginning van het door *van 't Hoff* in 1874 ontsloten gebied der stereochemie vond hierin een voorlopige voltooiïng.

Voor het vitamine A-zuur [129]) werd de transconfiguratie vastgesteld. De structuur van strychnine [130]) bleek te passen in *Robinson's* formule.

De drie genoemde analyses berusten op een vergelijking van twee (of meer) isomorphe derivaten met een vreemd zwaar atoom; deze „isomorphe vervanging" [131]) is hier te lande het eerst toegepast bij chloor-, broom- en cyaancampher [132]).

Door röntgenographische studie werden opgehelderd de roosterverandering bij het overgangspunt van tetramethyltetrathio-orthocarbonaat [133]) en de pseudosymmetrie bij de esters van tetrathio-orthotinzuur [134]).

De rekristallisatie en deformatie van enkelvoudige aluminiumkristallen in metaallegeringen behoren tot het studiegebied van *W. G. Burgers* [135]).

Organische chemie.

Het reeds genoemde probleem der chemische binding heeft zijn intrede gedaan in de moderne theoretische organische chemie [136]), die thans in bijna alle academische centra haar padvinders [137]) heeft. In dit verband worde ook herinnerd aan de betekenis van *Debye's* dipooltheorie [138]) voor structuurproblemen.

Het omvangrijke onderzoek van *Holleman* [139]) over de substitutie in de benzeenkern is begonnen te Groningen, voltooid te Amsterdam en samengevat in een handboek [140]). De analyse van de mengsels der bij de substitutie verkregen isomeren werd zorgvuldig uitgewerkt, voornamelijk door de bepaling der smeltpunten.

Met *van der Linden* en *Valeton* publiceerde *Holleman* een methode tot systematische analyse van ternaire mengsels [141]). *Wibaut* bepaalde de verhouding der substitutiesnelheden bij de nitratie van chloortoluenen [142]).

Het was reeds bekend (*Koerner* 1874), dat bij intreding van een tweede groep in een gesubstitueerd benzeen hoofdzakelijk hetzij o- en p-verbindingen, hetzij m-producten ontstaan. *Holleman* rangschikte systematisch de substituenten in twee reeksen van ortho-para-richters en meta-richters.

Toen later bleek, ook door *Holleman's* eigen onderzoek, dat men met de intredende substituent rekening heeft te houden en dat voor de nucleophiele substituties de rollen omkeren, heeft men de indeling in o-p en m-richters gehandhaafd voor de eenvoudige substitutie (vervanging van H door Hal, NO_2, SO_3H, Ac). Opvallend is ook de omkering van het substitutietype bij de bromering, waargenomen door *Wibaut* [143]) bij hoge temperaturen in de gasphase.

De studie van de nucleophiele substitutie [144]) is voor een groot deel te danken aan Nederlandse chemici, o.a. *A. F. Holleman, C. A. Lobry de Bruyn, J. J. Blanksma.*

Olivier [145]) onderzocht de snelheid der hydrolyse bij de ω-chloorderivaten van tolueen. *Blanksma* en *van Alphen* bestudeerden voorbeelden van indirecte substitutie in de benzeenkern [146]).

Met het doel de isomere trichloorbenzenen te bereiden door onttrekking van chloorwaterstof aan het benzeenhexachloride, onderzocht *van der Linden* [147]) de photochemische additie van chloor aan benzeen. Naast de reeds bekende α- en β-hexachloriden verkreeg hij nog twee isomere producten (γ en δ) en zelfs de aanwijzing voor een vijfde isomeer. De veel latere ontdekking der insecticide eigenschappen (1943) heeft het γ-hexachloorcyclohexaan (gammexaan, lindane, 666) vermaardheid bezorgd [148]).

De quantitatieve en kinetische studie der ozonisatie (*Wibaut* c.s.) brengt licht in het probleem der mesomerie van aromaten [149]).

Montagne's vele onderzoekingen over atoomverschuivingen [150]), bijv. bij pinacolen en oximen, hebben aangetoond, dat een aromatische groep voor en na de verschuiving met hetzelfde koolstofatoom gebonden is.

Bij de te Groningen bestudeerde eenvoudige „asymmetrische" sulfocarbonzuren [151]) toonde zich de grote invloed van de ionisatie op de rotatie.

De optische splitsing van de eenvoudigste sulfocarbonzuren, zoals chloorsulfoazijnzuur, werd mogelijk gemaakt door kristallisatie van de alkaloïdezouten in de koude [152]). Voor deze methode leenden zich ook andere halogeensulfocarbonzuren [153]), waaronder het fluorsulfoazijnzuur [154]); de mening dat fluor optisch niet voldoende zou verschillen met waterstof werd hierdoor weerlegd. De bij de optische splitsing van eenvoudige sulfozuren ondervonden moeilijkheden leidden *Mook* [153]) tot een studie van de factoren die invloed hebben op de snelheid der racemisatie, zoals structuur, enoliseerbaarheid, zuurgraad, aanwezigheid van zouten.

Bij de organische *synthese* heeft de catalyse door aluminiumchloride van het begin af de belangstelling gehad van *Böeseken* [155]) en daarna van zijn medewerkers *H. J. Prins* [156]) en *Olivier* [157]).

Er zijn thans twee synthetische methodes, die als reactie van *Prins* bekend staan:

a. Synthese van polychloorverbindingen door additie van $CHCl_3$ en CCl_4 (in het algemeen RCl)

aan dubbele bindingen, onder de invloed van $AlCl_3$ [156]) [158]).

b. Werking van formaldehyde met onverzadigde verbindingen bij aanwezigheid van zuren [159]).

Beets benutte deze reactie ter synthese van arylaliphatische alcoholen [160]).

Op het gebied der *lipoïden* [161]) heeft *Verkade* [162]) met zijn medewerkers een aantal methodes uitgewerkt voor de synthese van mono-, di- en triglyceriden, waarbij een of twee alcoholfuncties tijdelijk worden geblokkeerd. Hij slaagde er in om de drie isomere triglyceriden met onderling verschillende vetzuurresten op ondubbelzinnige wijze zuiver te synthetiseren („driezurige" triglyceriden, 1937). Ten vervolge op deze onderzoekingen bestudeerde *Verkade* met zijn leerlingen ook de synthese van phosphatidezuren [163]).

Tot de kennis van de samenhang der *suikers* heeft in hoge mate bijgedragen het oorspronkelijke onderzoek, dat *C. A. Lobry de Bruyn* en *W. Alberda van Ekenstein* [164]) hebben uitgevoerd in het Oostindisch Huis te Amsterdam. Het bekende evenwicht, dat zich in alkalische omgeving instelt tussen glucose, fructose en mannose, is een enkel voorbeeld van een algemene reactie bij de suikers.

Het omvangrijke onderzoek van *Böeseken* [165]) en zijn school over de reactie van *boorzuur* met meervoudige alcoholen heeft onder meer geleid tot de structuurbepaling van de α- en β-suikers. In samenwerking met *Hermans* bewees *Böeseken* de structuur der boorzuurcomplexen [166]); met *Meulenhoff* slaagde hij in de optische splitsing van het borosalicylzuur [167]).

Nu in de afgelopen halve eeuw het belang van de kunstzijde-industrie voor ons land zozeer is toegenomen, mag met een enkel woord worden herinnerd aan de veel oudere bereiding van acetylcellulose (1879) met behulp van zinkchloride door *Franchimont* [168]). De hiermede samenhangende acetolyse van cellulose, waarbij o.a. cellobiose-octacetaat en twee isomere glucose-pentacetaten ontstonden, heeft vruchten afgeworpen voor de studie van structuurproblemen.

De klassieke methode [169]) van *Hoogewerff* en *van Dorp* [170]) tot bereiding van aminen uit amiden (bijv. anthranilzuur uit phtaalimide) met hypohalogeniet heeft *Hoogewerff*'s leerling *Weerman* [171]) geleid tot een bruikbaar afbraakproces voor suikers [172]).

Het eenvoudigste polyeen (1,3,5-hexatrieen) is in 1905 verkregen door *van Romburgh* en *van Dorssen* [173]).

De door *Franchimont* en *van Romburgh* ontdekte *nitraminen* [174]) zijn te Leiden grondig bestudeerd, o.a. met medewerking van *Klobbie*. Voor de bereiding heeft *Franchimont*'s „reëele" salpeterzuur goede diensten bewezen. Het oudste, door *van Romburgh* onderzochte nitramine wordt onder de naam „tetryl" nog steeds toegepast als ontploffingsmiddel.

Het borosalicylzuur bracht *Böeseken* op het gebied der spiranen [175]). Te Groningen heeft *Schurink* [176]) het spiroheptaandicarbonzuur, een eenvoudig spiraan met „alleen"-isomerie, gesplitst in de optische antipoden. *Keuning* [177]) slaagde in de optische splitsing van het disulfoxyde van het „symmetrische" dithiaspiroheptaan, waarbij de alleen-isomerie mogelijk werd gemaakt door de non-planaire structuur der sulfoxydegroepen. De structuur en synthese van spirocyclische verbindingen waren meermalen onderwerpen van onderzoek [178]).

De perzuren (acylhydroperoxyden) en diacylperoxyden hebben steeds de aandacht geboeid van *Böeseken* en zijn medewerkers, o.a. *P. H. Hermans* en *Gelissen* [179]); een practisch resultaat was het gebruik van het dibenzoylperoxyde voor het bleken van meel.

Van Peski [180]) verkreeg acetylzwavelzuur-natrium door het uit azijnzuuranhydride met zwavelzuur gevormde product met natriumacetaat te behandelen; de later door hem bereide zwavelzure esterzouten van hoge alcoholen (met 10—13 koolstofatomen) hebben toepassing gevonden als synthetische wasmiddelen.

Arens en *van Dorp* [181]) slaagden in de synthese van het vitamine-A, zowel via het overeenkomstige zuur als over het aldehyde.

Voor het provitamine D_3 hebben *Keverling Buisman, Stevens* en *van der Vliet* [182]) een eenvoudige synthese uit cholesterol gevonden, onder toepassing van de „allylbromering".

In een reeks verhandelingen over de derivaten van *pyridine* heeft *Wibaut* [183]) met zijn medewerkers een aantal synthetische methodes uitgewerkt. Een onderdeel hiervan vormen de synthesen van nicotine-isomeren [184]) en van isopelletierine [185]).

De cyclische *sulfonen*, welke ontstaan door de additie van SO_2 aan butadiënen, hadden de belangstelling van de laboratoria te Delft [186]) en Groningen [187]), onder meer in verband met de mogelijkheid tot isomerisatie. Ook hun dehydroderivaten, de sulfonen der thiophenen, zijn het onderwerp van onderzoekingen geweest [188]).

Onder de organische *natuurstoffen* verdient de aandacht het eerste kristallijne vitamine, het aneurine (B_1), dat *Jansen* en *Donath* [189]) hebben geïsoleerd uit de zilvervliesjes van rijst, nadat de biologische proeven van *C. Eykman* en *Grijns* de aanwezigheid hadden aangetoond.

De afscheiding van het zuivere provitamine D_3 uit het sterol van eendeneigeel is te danken aan *Boer, Reerink, van Wijk* en *van Niekerk* [190])

Het door *Greshoff* afgescheiden alkaloïde hypaphorine ontpopte zich, in *van Romburgh* en *Barger*'s handen, tot het trimethylbetaïne van tryptophaan [191]).

Nadat de botanicus *F. W. Went* het bestaan van stoffen, welke de groei van planten bevorderen, definitief had bewezen (1926) met zijn haverkiemproef, isoleerden *Kögl, Haagen Smith* (thans: Pasadena, Cal.) en *Erxleben* [192]) uit urine de eerste „plantengroeistof" (1931), welke zij „auxine" noemden. Nader onderzoek toonde, dat er twee verwante verbindingen bestaan (auxine a en b), beide cyclopenteenderivaten, waarvan de structuur kon worden vastgesteld. Bovendien constateerde men de aanwezigheid van het uit tryptophaan gevormde indolylazijnzuur, hetgeen eveneens de groei stimuleert. Tegenwoordig vinden synthetische „groeistoffen" vooral toepassing ter selectieve bestrijding van onkruid.

In aansluiting met een onderzoek van *De Vigneaud* over het biotine uit lever, bepaalden *Kögl* en *Borg* [193]) de structuur van het α-biotine, dat in eidooier voorkomt.

Onder de kleurstoffen uit schimmels kan nog worden genoemd het oösperine, dat zijn rode kleur dankt aan een dichinon-structuur [194]).

De moleculaire bouw van muscarine (gif van de

vliegenzwam) is bestudeerd door *Kögl* en *Veldstra* [195]).

Het perezon is een laxerend bestanddeel van de wortels van een Mexicaanse boom; *Kögl* en *Boer* [196]) stelden de formule vast als chinon van de sesquiterpeen-reeks.

Wibaut c.s. bepaalde de structuur van het uit zaden van Leucaena Glauca B. afgescheiden leucaenol; het is een aminozuur met een pyridinekern [197]).

Het onderzoek van *Nauta* c.s. [198]) over het antibioticum expansine, een pyronderivaat, maakt de identiteit met het reeds bekende patuline zeer waarschijnlijk.

Haack [199]) heeft de blaartrekkende bestanddelen afgescheiden uit enkele tropische bomen (Semecarpus heterophylla Bl. en Gluta renghas Linn.); de aldus verkregen phenolen renghol en glutarenghol bleken alkylpyrocatecholen te zijn.

Kappelmeier [200]) heeft de structuur vastgesteld van het couepinezuur ($C_{18}H_{28}O_3$), een onverzadigd ketozuur, dat *van Loon* en *Steger* [201]) in Braziliaans oiticica-vet hadden gevonden.

Het groeibevorderende vitamine van boter [202]) is waarschijnlijk het reeds bekende vacceenzuur (Δ^{11}-stearinezuur).

Al ruim een eeuw geleden intrigeerde het als manna uit de hemel vallende „sterreschot" *Gerrit Jan Mulder* [203]), destijds hoogleraar te Utrecht (1840—1868). *Blanksma* [204]) vond, dat deze uit reigermagen afkomstige gelei dezelfde samenstelling heeft als het slijm van kikvorseieren; beide producten behoren tot de zeldzame proteïden, die bij hydrolyse galactose geven.

Biochemie.

De grote verscheidenheid der onderzoekingen op biochemisch gebied weerspiegelt zich duidelijk in het rapport van *Westenbrink* over 1940—'45 [205]).

Hier zij volstaan met de vermelding van enkele met de organische chemie verwante onderwerpen, die in het bovenstaande nog niet zijn besproken.

Vooreerst de waarneming van *Kögl* en *Erxleben* [206]), dat de eiwitten van carcinoomgezwellen bij hydrolyse ook d-aminozuren leveren, welke bij normale weefsels slechts spoorsgewijze voorkomen. De onderzoekingen betroffen in hoofdzaak het glutaminezuur.

Een uitvoerige studie over de „spreiding" van proteïnen door *Gorter* c.s. [207]) heeft geleid tot conclusies omtrent de samenstelling.

Monomoleculaire lagen werden verder bestudeerd door *Kögl* en *Havinga* [208]), ten einde chemische reacties „in twee dimensies" te verwezenlijken.

Westenbrink [209]) wijdde zich onder meer aan het onderzoek van enzymen, zoals carboxylase.

Veldstra [210]) heeft veel aandacht gewijd aan het verband tussen de activiteit van plantengroeistoffen en de chemische samenstelling, speciaal ook de ruimtelijke structuur.

Een biochemische bepaling van suikers met behulp van een aantal specifiek-actieve gistsoorten is uitgewerkt door *Kluyver* [211]).

Analytische chemie.

Ruime toepassing vindt de organische analyse door hydrering [212]), welke afkomstig is van *ter Meulen* [213]) en *Heslinga* en zich ook leent voor de bepaling van zuurstof.

De microanalyse, welke men dankt aan het vernuft van *Pregl*, is hier te lande geïntroduceerd door *Dubský* [214]), die tijdens zijn Groninger jaren (1919—1922) zijn vereenvoudigde methode (semi-microanalyse) ook voor verscheidene van elders gekomen vakgenoten heeft gedemonstreerd.

De beoefening der analyse is veel verschuldigd aan *Schoorl* [215]), die o.a. tabellen heeft gegeven voor de jodometrische suikerbepaling [216]). *Schoorl*'s leerling *Kolthoff* [217]) (thans Minneapolis, Minn.), die begon met verschillende toepassingen van de bepaling van de waterstofexponent (pH), heeft sedert zijn vertrek naar de Verenigde Staten een belangrijk gebied der analytische chemie grondig bewerkt.

Van Nieuwenburg [218]) heeft uitbreiding gegeven aan de door *F. Feigl* ontworpen druppelreacties.

De door *van 't Hoff*'s leerling *Wijs* [25]) voorgestelde bepaling van het joodgetal van vetten met behulp van joodmonochloride in azijnzuur [219]) vindt allerwege toepassing.

Bertram stelt in een mengsel van vetzuren het percentage der verzadigde zuren vast door de onverzadigde te oxyderen met permanganaat [220]). Glycerol bepaalt hij quantitatief door het vermogen om in alkalische omgeving koperhydroxyde op te lossen [221]).

Boldingh [222]) heeft een verdelingschromatographie met omgekeerde phasen ontworpen. Door een oplossing van vetzuren te laten vloeien door een benzeenhoudende rubberzuil, kan hij de zuren nauwkeurig scheiden.

Waterman's statistische „ring-analyse" [223]) veroorlooft de bepaling van het gemiddelde aantal cyclische bindingen in een mengsel van koolwaterstoffen.

Voor fluor vond *de Boer* [224]) een kleurreactie, welke zich ook leent voor de quantitatieve bepaling.

Aan *Alberda van Ekenstein* en *Blanksma* [225]) dankt men de afscheiding van het zuivere hydroxymethylfurfurol, dat o.a. verantwoordelijk is voor *Fiehe*'s reactie op honig.

Op het gebied der qualitatieve analyse kunnen nog worden genoemd: de reactie van *van Klooster* [226]) (Troy, N.Y.) op cobalt met 1-nitroso-2-naphtol-3,6-disulfozuurnatrium, ook toe te passen bij de gelijktijdige aanwezigheid van nikkel, en de reactie van *Zwikker* [227]) op barbituurzuur-derivaten met behulp van cobaltnitraat.

Geschiedenis der chemie.

In ons land heeft onder de chemici van oudsher een opmerkelijke belangstelling bestaan voor de vakgeschiedenis; ze geeft blijk van een besef voor de waarde van ons cultuurbezit. Vele gedeelten van de „elementa chemiae" (Leiden 1732) getuigen van *Boerhaave*'s historische zin. Wederkerig heeft zijn werk een reeks landgenoten, *van Bemmelen* vooraan, geïnspireerd tot geschiedvorsing [218]).

Van 't Hoff's assistent *Charles van Deventer*, stammend uit een letterkundig begaafd geslacht (*Coenraad Busken Huet* was zijn oom), is bij *Gunning* gepromoveerd op „schetsen uit de geschiedenis der scheikunde" (1884). De Nieuwe Gids, het Chemisch Weekblad en een bundel voordrachten [229]) bevatten talrijke geschiedkundige artikelen van zijn hand.

Ernst Cohen heeft *van 't Hoff*'s biographie geschreven, benevens een reeks historische chemische aantekeningen [231]), voorzien van vele afbeeldingen en

vermakelijke uitweidingen ter verdrijving van de wetenschappelijke saaiheid.

Jorissen [232]) heeft bij vele gelegenheden zijn uitgebreide kennis en journalistieke gaven dienstbaar gemaakt aan geschiedkundig onderzoek. Pas wanneer men zelf naar historisch materiaal speurt, beseft men ten volle de waarde van het werk, verricht door de stichter (samen met *Reicher*) van ons Chemisch Weekblad.

Jaeger [233]) heeft studies geschreven over het atoombegrip en over alchemisten. *Blanksma*'s historische belangstelling, blijkende uit verscheidene artikelen en dissertaties [234]), is ook overgegaan op zijn leerlingen, onder wie in de eerste plaats *van Alphen* [235]) moet worden genoemd. *Van der Horn van den Bos* [236]) heeft het tijdperk der „Hollandsche Scheikundigen" grondig bestudeerd. *Forbes* [237]) specialiseert zich op de wetenschappelijke cultuurgeschiedenis, *van Kloester* [238]) publiceert biographieën, *Hooykaas* stelt belang in oude theorieën, in het bijzonder over de kristalstructuur [239]); *de Haas* [240]) heeft oude namen en symbolen verzameld.

Het past ons niet, een oordeel uit te spreken over de praestaties van het eigen land. Maar wel moet het ons verheugen, wanneer we in het buitenland — ook buiten het huidige internationale contact — waarderend horen spreken over de in verhouding met zijn omvang belangrijke bijdragen van Nederland tot de ontwikkeling der chemie.

Vermelding verdient nog een meermalen door buitenlanders gemaakte opmerking, dat sommigen onzer chemici, na eenmaal een voortreffelijk werk te hebben volbracht, later niets meer van zich laten horen. De reden is duidelijk. De maatschappij legt spoedig beslag op de jonge chemici, en tot voortzetting van wetenschappelijk onderzoek na de promotie was tot voor kort de gelegenheid uiterst beperkt. De rijksinstellingen voor toegepast en zuiver wetenschappelijk onderzoek (T.N.O. en Z.W.O.) hebben hierin verbetering gebracht. De grote industrieën beseffen, dat ze alleen dan de beste krachten kunnen aantrekken, indien ze fundamenteel werk op waarde schatten en, met eerbiediging van technische geheimen, publicatie toestaan.

Aan onze jonge chemici zal het opvallen, dat in deze schets aan de vroegere praestaties een grote plaats is ingeruimd in verhouding tot het, nog vers in het geheugen liggende moderne werk. Maar is het niet de taak van de opsteller van een historische revue, juist het licht te laten vallen op de minder toegankelijke „oude geschiedenis"? De „spes chemiae" is thans bezig het materiaal te leveren voor een toekomstig overzicht. Dat dit belangrijk zal zijn, is schrijver's stellige verwachting.

---

1) Chemistry in Wartime in the Netherlands, Amsterdam 1947 (527 blz.).
2) In mem. *J. M. van Bemmelen* (1830—1911), Chem. Weekblad **8,** 225, 261, 283 (1911). Gedenkboek J. M. van Bemmelen, Den Helder 1910 (461 blz.).
3) *Kerkwijk, C. P. van: A. P. N. Franchimont* (1844—1919), Diss. Leiden 1934. Zie ook: Chem. Weekblad **8,** 243 (1911).
4) *Bemmelen, J. M. van,* De Cibotio Cumingii, L.B. 1854. Een moderne dissertatie zou geenszins ontsierd worden door verscheidene achterin dit Latijnse proefschrift afgedrukte, bondig geformuleerde stellingen; een eeuw geleden was de mode van het ingelegde „losse velletje" nog nergens binnengeslopen.
5) Zie: Landw. Versuchsstat. **21,** 135 (1877); Ber. **11,** 2228 (1878).
6) De Boerengoudmijn **1859,** 4.
7) Zie ook: *Bemmelen, J. M. van,* De droogmaking der Zuiderzee, Td. Mij. Nijv. [4] **11,** 325 (1887).
8) In mem. *H. W. Bakhuis Roozeboom* (1854—1907), Chem. Weekblad **4,** 119, 249 (1907); Rec. trav. chim. **27,** 360 (1908); Ber. **40,** 5141 (1907).
9) In mem. *F. A. H. Schreinemakers* (1864—1945), Jaarboek Kon. Akad. Wetenschap. 1945—1946, 209. Zie ook. Chem. Weekblad **20,** 370 (1923); **23,** 425 (1926).
10) In mem. *P. A. Meerburg* (1874—1940), Chem. Weekblad **38,** 270 (1941).
11) In mem. *W. Stortenbeker* (1862—1916), Chem. Weekblad **13,** 1116 (1916); Rec. trav. chim. **36,** 329 (1917).
12) Ber. **5,** 906 (1872).
13) In mem. *E. A. Klobbie* (1861—1947), Chem. Weekblad **44,** 105 (1948).
14) In mem. *C. A. Lobry de Bruyn* (1857—1904), Chem. Weekblad **1,** 957 (1904); Rec. trav. chim. **24,** 223 (1905).
15) In mem. *P. J. Montagne* (1867—1925), Chem. Weekblad **22,** 453 (1925). Zie ook: Chem. Weekblad **21,** 585 (1924).
16) In mem. *P. van Romburgh* (1855—1945), Chem. Weekblad **41,** 26 (1945). Zie ook: Chem. Weekblad **23,** 22, 39 (1926).
17) In mem. *J. C. A. Simon Thomas* (1861—1938), Chem. Weekblad **35,** 926 (1938).
18) In mem. *J. H. van 't Hoff* (1852—1911), Chem. Weekblad **8,** 228 (1911).
19) Voorstel tot uitbreiding der tegenwoordig in de scheikunde gebruikte structuurformules in de ruimte, Utrecht, 5 September 1874. Volgens een tijdgenoot hing het denkbeeld „in de lucht"; *van 't Hoff* was de allereerste die het, met koene hand, greep.
20) *Jorissen, W. P.* en *Reicher, L. Th.,* J. H. van 't Hoffs Amsterdamer Periode, Den Helder 1912 (106 blz.).
21) In mem. *Ernst J. Cohen* (1869—1944), Chem. Weekblad **41,** 126 (1945). Zie ook: Chem. Weekblad **15,** 1404 (1918); **36,** 515 (1938). *A. L. Th. Moesveld,* J. Chem. Education **25,** 308 (1948).
22) In mem. *Charles M. van Deventer* (1860—1931), Chem. Weekblad **28,** 547 (1931). Zie ook: Chem. Weekblad **6,** 1005 (1909).
23) In mem. *J. J. van Laar* (1860—1938), Chem. Weekblad **36,** 19 (1939); Jaarb. Akad. v. Wetenschap. 1938—'39. Zie ook: Chem. Weekblad **17,** 362 (1920); **27,** 423 (1930).
24) In mem. *L. Th. Reicher* (1857—1943), Chem. Weekblad **42,** 90 (1946). Zie ook: Chem. Weekblad **5,** 517 (1908).
25) In mem. *J. J. A. Wijs* (1864—1942), Chem. Weekblad **40,** 140 (1943). Zie ook: Chem. Weekblad **26,** 206 (1929).
26) *Van 't Hoff, J. H.,* Lois de l'équilibre chimique dans l'état dilué, gazeux ou dissous, Kon. Svenska Akad. Handl. **21,** Nr 17 (1886); Ostwalds Klassiker Nr **110;** Ueber die Theorie der Lösungen, Ahrens'sche Sammlung **5,** 1 (1900); Ber. **27,** 6 (1894).
27) Zie de artikelen van *Ketelaar, J. A. A., Wibaut, J. P.* en *Jorissen, W. P.,* in het Van 't Hoff-nummer, Chem. Weekblad **48,** 621 (1952).
28) Al een tiental jaren vroeger verkondigde *Van Deventer Roozeboom*'s lof: „Men zou hem voor een Amsterdammer houden, wanneer men hem niet als Leidenaar kende", Nieuwe Gids II **2,** 322 (1887).
29) *Bemmelen, J. M. van,* Bakhuis Roozeboom in zijn Leidschen tijd, Chem. Weekblad **4,** 249 (1907).
30) In mem. *A. Smits* (1870—1948), Chem. Weekblad **45,** 149 (1949). Zie ook: Chem. Weekblad **28,** 555, 560 (1931); **37,** 430 (1940).
31) In mem. *F. M. Jaeger* (1877—1945), Chem. Weekblad **43,** 67 (1947). Zie ook: Chem. Weekblad **31,** 182 (1934).
32) In mem. *A. H. W. Aten* (1877—1950), Chem. Weekblad **46,** 159, 117 (1950).
33) In mem. *W. Reinders* (1874—1951), Chem. Weekblad **47,** 865 (1951). Zie ook: Chem. Weekblad **21,** 430 (1924); **30,** 114 (1933); **45,** 589 (1949).
34) In mem. *J. J. Blanksma* (1875—1950), Chem. Weekblad **46,** 793 (1950). Zie ook: Chem. Weekblad **42,** 14 (1946); **44,** 456 (1948); **45,** 94 (1949).
35) In mem. *J. Böeseken* (1868—1951), Chem. Weekblad **47,** 805 (1951).
36) In mem. *G. L. Voerman* (1879—1950), Chem. Weekblad **46,** 913 (1950).

37) In mem. *J. F. Eykman* (1851—1915), Rec. trav. chim. **35,** 365 (1916); Chem. Weekblad **12,** 880 (1915). Zie ook: J. chem. Education **28,** 616 (1951).
38) In mem. *J. Böeseken* (1868—1951), Chem. Weekblad **47,** 805 (1951). Zie ook: Chem. Weekblad **19,** 201 (1922).
39) In mem. *S. Hoogewerff* (1847—1934), Chem. Weekblad **31,** 48 (1934). Zie ook: Chem. Weekblad **10,** 647 (1913); **24,** 426 (1927).
40) *Bakhuis Roozeboom, H. W.*, Ber. **14,** 2396 (1881).
41) Versl. Ned. Akad. Wetenschap 3 **1,** 302 (1885).
42) *Waals, J. D. van der*, Versl. Ned. Akad. Wetenschap 3 **1,** 377 (1885); Rec. trav. chim. **4,** 135 (1885).
43) *Gibbs, J. W.*, On the equilibrium of heterogeneous substances, Trans. Connecticut Acad. 1876.
44) *Bakhuis Roozeboom, H. W.*, Rec. trav. chim. **6,** 262—355 (1887).
45) Rec. trav. chim. **7,** 141 (1888); *Stortenbeker, W.*, Diss. Leiden 1888.
46) *Bakhuis Roozeboom, H. W.*, Rec. trav. chim. **6,** 333 (1887). Zie ook: *van 't Hoff, J. H.*, Rec. trav. chim. **6,** 36 (1887).
47) *Bakhuis Roozeboom, H. W.*, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunte der Phasenlehre I, Brunswijk 1901 (221 blz.); II **1,** 1904 (467 blz.).
48) *Buchner, E. H.*, Chem. Weekblad **42,** 109 (1946); **46,** 413 (1950).
49) In mem. *J. W. Retgers* (1856—1897), Rec. trav. chim. **17,** 102 (1898).
50) Z. Physik. Chem. **65,** 553 (1909).
51) *Schreinemakers, F. A. H.*, Lectures on osmosis, Den Haag 1938 (266 blz.). Zie ook de Leidse dissertaties van *G. Berkhoff* (1929), *J. P. Werre* (1931), *C. L. de Vries* (1932), *L. J. van der Wolk* (1932), *J. C. Lanzing* (1933).
52) Z. physik. Chem. **11,** 81 (1893); Chem. Weekblad **1,** 329 (1904).
53) *Jorissen, W. P.*, e.a., Een halve eeuw phasenleer, Chem. Weekblad **23,** 405 (1926); *van 't Hoff, J. H.*, Die Phasenlehre, Ber. **35,** 4252 (1902).
54) *Scheffer, F. E. C.*, Heterogene evenwichten in unaire en binaire stelsels, Delft 1953 (283 blz.). Zie ook: Chem. Weekblad **14,** 904 (1917).
55) *Diepen, G. A. M.*, Diss. Delft 1947.
56) *Rutgers, A. J.*, Diss. Leiden 1930.
57) *Rutgers, A. J.* en *Wouthuysen, S. A.*, Physica **4,** 515 (1937).
58) *Rutgers, A. J.*, Physica **1,** 1055 (1934); **3,** 999 (1936).
59) *Laar, J. J. van*, Sechs Vorträge über das thermodynamische Potential, Z. physik. Chem. **11,** 289 (1893).
60) *Lorentz, H. A.*, Abhandlungen über theoretische Physik I, Leipzig 1916; Les théories statistiques en thermodynamique (Conférences Collège de France 1913), Leipzig 1916. Zie ook: *Zernike, J.*, Thermodynamica en statistiek in de chemie, Deventer 1950 (266 blz.).
61) *Rijn van Alkemade, A. C. van*, Z. physik. Chem. **11,** 289 (1893).
62) *Reicher, L. Th.*, De temperatuur der allotropische verandering van de zwavel enz., Diss. Amsterdam 1883.
63) *Cohen, Ernst J.*, Het bepalen van overgangspunten langs electrischen weg en de electromotorische kracht bij scheikundige omzetting, Diss. Amsterdam 1893.
64) *Cohen, E. J.* en *Eijk, C. van*, Z. physik. Chem. **30,** 601 (1899); Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. Amsterdam **8,** 36, 102 (1899).
65) *Moesveld, A. L. Th.*, J. Chem. Education **25,** 308 (1948); *Cohen, E. J.*, Chem. Weekblad **2,** 450 (1905); *Strengers, Th.*, Chem. Weekblad **15,** 1418 (1918).
66) *Cohen, E. J.*, c.s., Z. physik. Chem. **A 177,** 331 (1936); **178,** 221 (1937).
66a) Ook *Berzelius*, die de benaming invoerde, beschouwde de allotropie als een algemene eigenschap van elementen. *Berzelius, J.*, Ann. **49,** 247 (1844).
67) *Smits, A.*, Z. physik. Chem. **88,** 609 (1914).
68) *Smits, A.*, Die Theorie der Allotropie, Leipzig 1921; Komplexität und Allotropie, Berlijn 1938 (372 blz.). Dit boek is ook verschenen in het Frans, Duits en Engels. Zie verder: *Zernike, F.*, Chem. Weekblad **36,** 514 (1939).
69) *Burgers, W. G.*, Physica **1,** 561 (1934); *Boer, J. H. de* en *Fast, J. D.*, Rec. trav. chim. **55,** 459 (1936).
70) *Burgers, W. G.* en *Ploos van Amstel, J. J. A.*, Physica **4,** 515 (1937).
71) *Deventer, Ch. M. van*, Nieuwe Gids II **2,** 144 (1887).
72) *Jorissen, W. P.*, Langzame oxydatie en zuurstofactivering enz., Diss. Amsterdam 1896. Bibliographie, zie: Chem. Weekblad **18,** 591 (1921); **30,** 614 (1933); **36,** 845 (1939).
73) *Jorissen, W. P.*, Rec. trav. chim. **42** (1923) en volgende delen, speciaal **64,** 147 (1945). Zie o.a. ook: Chem. Weekblad **28,** 254 (1931) en de dissertaties van *P. A. A. van der Beek* (1926), *A. H. Belinfante* (1933), *E. W. Lindeijer* (1935), *W. P. M. Matla* (1935), *A. la Fleur* (1935), *A. J. Dijksman* (1939), *A. J. Verbrugh* (1939).
74) *Debye, P.*, Chem. Weekblad **20,** 562 (1923).
75) *Arkel, A. E. van* en *Boer, J. H. de*, De chemische binding als electrostatisch verschijnsel, Amsterdam 1930 (314 blz.); *Arkel, A. E. van* en *Boer, J. H. de*, Physica **5,** 134 (1925). Zie ook: *Ketelaar, J. A. A.*, De chemische binding, Amsterdam 1952 (373 blz.).
76) Verscheidene verhandelingen van *J. H. de Boer* en medewerkers in Z. anorg. allgem. Chem. **141,** (1924)—**187** (1930).
77) *Arkel, A. E.* en *Boer, J. H. de*, Z. anorg. allgem. Chem. **148,** 345 (1925).
78) *Verwey, E. J.*, c.s., Z. physik. Chem. **198,** 6 (1951).
79) *Visser, G. H.*, Chem. Weekblad **42,** 127 (1946).
80) *Holleman, A. F.*, Recherches réfractométriques de *J. F. Eykman*, Nat. Verh. Holl. Mij. v. Wet. [3] **8,** Haarlem 1919 (553 blz.); Chem. Weekblad **13,** 517, 584 (1916).
81) *Coops, J., Nes, K. van, Kentie, A.* en *Dienske, J. W.*, Rec. trav. chim. **66,** 113 (1947).
82) Zie: *Dingemans, P.*, Electrochemie, Delft 1947 (174 blz.).
83) *Böttcher, C. J. F.*, Theory of electric polarisation, Amsterdam 1952 (492 blz.).
84) *Rutgers, A. J.*, c.s., Trans. Faraday Soc. **36,** 69 (1940); **41,** 758 (1945); **43,** 102 (1947); **48,** 635 (1952). Zie ook: *Rutgers, A. J.*, Leerboek der physische scheikunde I, II, Groningen 1948 (767 blz.); Textbook of physical chemistry, New York 1953.
85) *Reinders, W.* en *Hamburger, L.*, Rec. trav. chim. **50,** 351, 475 (1931). Zie ook: *Hamburger, L.*, Chem. Weekblad **30,** 115 (1933).
86) Zie: *Trivelli, A. P. H.*, Chem. Weekblad **28,** 529 (1931). Publicaties o.a. in J. Franklin Inst. en Abstr. Sci. Publ. Kodak Research Labs.
87) O.a. *Lifschitz, I.*, Rec. trav. chim. **54,** 397 (1935).
88) Bijv.: Rec. trav. chim. **67,** 328 (1948); **68,** 426, 430 (1949); **69,** 1448 (1950); **71,** 846, 945 (1952) (*Alink, R. J. H., Bos, J. G., Dippel, C. J., Dijkstra, R., Jonge, J. de*).
89) *Cohen Henriquez, P.*, Chem. Weekblad **33,** 242 (1936).
90) Zie o.a. Chem. Weekblad **25,** 563 (1928); **34,** 258, 274 (1937).
91) *Bemmelen, J. M. van*, Die Absorption, Gesammelte Abhandlungen über Kolloide und Absorption (*Wo. Ostwald*), Dresden 1910 (548 blz.).
92) *Lorentz, H. A.*, Chem. Weekblad **8,** 261 (1911).
93) *Graham, Th.*, Ann. chim. phys. [4] **3,** 121 (1864).
94) Pas later zijn de onwerkelijke meervoudsvormen „gelen" en „solen" binnengedrongen.
95) *Kruyt, H. R.*, Chem. Weekblad **42,** 246, 264 (1946). Colloid Science, Amsterdam I 1952, II 1949 (1142 blz.).
96) Verslag symposium Utrecht, Chem. Weekblad **35,** 43, 67, 113 (1938).
97) *Katz, J. R.*, Die Gesetze der Quellung, Diss. Amsterdam 1917; Die Quellung 1924—'25. In mem. *J. R. Katz* (1880—1938), Chem. Weekblad **36,** 230 (1939).
98) *Buchner, E. H.*, Chem. Weekblad **30,** 86 (1933); **39,** 402 (1942). Zie ook: Chem. Weekblad **46,** 413 (1950).
99) *Bungenberg de Jong, H. G.*, Chem. Weekblad **26,** 578 (1929).
100) *Reinders, W.*, J. physik. Chem. **38,** 783 (1934). *Bekers, M. C. F.*, Diss. Delft 1934.
101) *Boer, J. H. de*, The dynamical character of adsorption, Oxford 1953 (239 blz.); *Boer, J. H. de*, Electron emission and adsorption phenomena, Cambridge 1935 (398 blz.); Duitse uitgave Leipzig 1937.
102) *Verwey, E. J. W.* en *Overbeek, J. Th. G.*, Theory of the stability of lyophobic colloids, Amsterdam 1948 (205 blz.).
103) *Tendeloo, H. J. C.*, c.s., Rec. trav. chim. **67,** 397 (1948); **70,** 191 (1951).
104) *Boer, J. H. de, Hamaker, H. C.* en *Verwey, E. J. W.*, Rec. trav. chim. **58,** 662 (1939).
105) *Rutgers, A. J.* en *Jacobs, G.*, Nature **157,** 74 (1946); Trans. Faraday Soc. **48,** 355 (1952).
106) *Rutgers, A. J.* en *Vidts, J.*, Nature **157,** 74 (1946); **165,** 109 (1950); Physica **5,** 46 (1938).

107) *Rutgers, A. J., Facq, L.* en *Minne, J. L. van der,* Nature **165,** 100 (1950).
108) Report on Viscosity and Plasticity, Verh. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. I, 2nd Ed., 1939, II 1938 (560 blz.).
109) *Houwink, R.* en *Klaassens, K. H.,* Kolloid-Z. **79,** 138 (1937).
110) *Bredée, H. L. en Booys, J. de,* Kolloid-Z. **79,** 31, 43 (1937); **91,** 39 (1940).
111) *Eilers, H.,* Kolloid-Z. **97,** 313 (1941).
112) *Hermans, P. H.,* Physics and chemistry of cellulose fibers, Amsterdam 1949 (520 blz.). Zie ook: Chem. Weekblad **45,** 181 (1949).
113) Zie: *Kruyt, H. R.,* Colloid Science II, blz. 49—152.
114) *Staverman, A. J.,* Proc. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **55,** 474, 486 (1952).
115) *Kappelmeier, C. P. A.,* Chem. Weekblad **43,** 449 (1947).
116) *Waterman, H. I.,* Chem. Weekblad **47,** 487 (1951).
117) *Stevels, J. M.,* Progress in the theory of the physical properties of glass, Amsterdam 1948 (104 blz.).
118) *Rossem, A. van,* Rubber science and technology, Chemistry in Wartime, Part IX; *Wildschut, A. J.,* Techn. and phys. Invest. with nat. and synthetic rubber, Amsterdam 1946 (173 blz.). Zie ook: *Rossem, A. van,* Chem. Weekblad **46,** 173 (1950).
119) *Houwink, R.* (met *Burgers, W. G.*), Elasticity, plasticity and structure of matter, Cambridge 1934 (376 blz.); ook verschenen in het Duits (1938) en Italiaans (1946). Zie ook: *Houwink, R.,* Phys. Eig. u. Feinbau von Natur- und Kunstharzen, Leipzig 1934.
119a) *Boer, J. H. de,* Trans. Faraday Soc. **32,** 10 (1936).
120) In mem. *H. Behrens* (1841—1905), Rec. trav. chim. **24,** 147 (1905).
121) *Jaeger, F. M.,* Diss. Leiden 1903; Lectures on the princ. of symmetry, Amsterdam 1917 (348 blz.). Zie ook: *Jaeger, F. M.,* Chem. Weekblad **2,** 323 (1905) en *Terpstra, P.,* Chem. Weekblad **31,** 201 (1934).
122) *Terpstra, P.,* Kristallometrie, Groningen 1946 (372 blz.); Chem. Weekblad **28,** 275 (1931).
123) *Perdok, W. G.,* Chem. Weekblad **43,** 67 (1947).
124) *Jaeger, F. M., Westenbrink, H. G. K.* en *Melle, F. A. van,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **36,** 29 (1927).
125) De Röntgenographische afdeling hiervan is jaren lang beheerd door *W. G. Burgers,* die in het Davy-Faraday-laboratorium, onder leiding van *W. L. Bragg,* het structuuronderzoek begon bij organische verbindingen (Diss. Groningen 1928) en zich later specialiseerde op metalen.
126) *Katz, J. R.,* Chemiker-Zeitung **49,** 353 (1925); Naturwissenschaften **13,** 411 (1925); India Rubber J. **92,** 806 (1936).
127) *Burgers, J. M.,* Proc. Phys. Soc. **52,** 23 (1940).
128) *Peerdeman, A. F., Bommel, A. J. van* en *Bijvoet, J. M.,* Proc. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **54 B,** 16 (1951); Nature **168,** 271 (1951).
129) *MacGillavry, C. H., Kreuger, A.* en *Eichhorn, E. L.,* Proc. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap **54 B,** 449 (1951).
130) *Bijvoet, J. M.,* Chem. Weekblad **46,** 69 (1950).
131) *Bijvoet, J. M.* en *Wiebenga, E. H.,* Naturwiss. **33,** 45 (1945); *MacGillavry, C. H.* en *Wiebenga, E. H.,* Chem. Weekblad **49,** 85 (1953).
132) *Wiebenga, E. H.* en *Krom, C. J.,* Rec. trav. chim. **65,** 663 (1946).
133) *Perdok, W. G.* en *Terpstra, P.,* Rec. trav. chim. **62,** 687 (1943); *Perdok, W. G.,* Diss. Groningen 1942.
134) *Klasens, H. A.,* Diss. Groningen 1941.
135) *Burgers, W. G.,* Rekristallisation, Verformter Zustand und Erholung, Leipzig 1941 (538 bl.); Rapport du 9me Conseil de Physique Solvay, Brussel 1951. Zie ook: Chem. Weekblad **26,** 246 (1929).
136) Zie: *Hermans, P. H.,* Theoretische organische chemie, Amsterdam 1952 (466 blz.).
137) O.a. *Kloosterziel, H., Oosterhoff, L. J., Sixma, F. L. J., Wepster, B. M.*
138) *Debye, P.,* Polare Molekeln, Leipzig 1929 (220 blz.); Dipolmoment und chemische Struktur, Leipzig 1929 (134 blz.).
139) Bibliographie van *A. F. Holleman,* zie: Chem. Weekblad **15,** 1296, 1309 (1918).
140) *Holleman, A. F.,* Die direkte Einführung von Substituenten in den Benzolkern, Leipzig 1910 (516 blz.). Aanvulling: Chem. Weekblad **10,** 604 (1913).
141) *Holleman, A. F., Linden, T. van der* en *Valeton, J. J. P.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **18,** 751 (1910).
142) *Wibaut, J. P.,* Diss. Amsterdam 1912.
143) *Wibaut, J. P.,* c.s., Rec. trav. chim. **52,** 794 (1933); **56,** 815 (1937); **68,** 525 (1949); *Sixma, F. L. J.,* Diss. Amsterdam 1948.
144) *Bunnett, J. F.* en *Zahler, R. E.,* Chem. Revs. **49,** 350 (1951).
145) *Olivier, S. C. J.,* Rec. trav. chim. **53,** 869, 891 (1934).
146) *Blanksma, J. J.,* Rec. trav. chim. **21,** 281 (1902); **23,** 202 (1904); *Alphen, J. van,* Rec. trav. chim. **46,** 287, 501, 799 (1929); *Lange, M. F. de,* Diss. Leiden 1922.
147) *Linden, T. van der,* Ber. **45,** 231 (1912).
148) Molecuulbouw van gammexaan, *Bijvoet, J. M.,* c.s., Acta Cryst. **3,** 139 (1950).
149) Zie o.a.: *Wibaut, J. P.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **59,** 93 (1950); *Kooyman, E. C.,* Diss. Amsterdam 1946.
150) *Montagne, P. J.,* Chem. Weekblad **17,** 378, 414 (1920); Ber. **51,** 1479 (1928).
151) Diss. Groningen: *Boer, J. H. de* (**1923**), *Bloemen, A.* (1925), *Brust, J.* (1926), *Toxopéus, M.* (1926), *Zanden, J. M. van der* (1926), *Buining, W. G.* (1927), *Veen, D. van der* (1929). Zie ook: *Franchimont, A. P. N.* en *Backer, H. J.,* Versl. Kon. Ned. Akad. Wetenschap. **23,** 647 (1914).
152) *Backer, H. J.* en *Burgers, W. G.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **34,** 86 (1925).
153) *Mook, H. W.,* Racemisatie, Diss. Groningen 1927.
154) *Kastelein, J.,* Diss. Groningen 1929.
155) Zie bijv. Rec. trav. chim. **19,** 19 (1899).
156) *Böeseken, J.* en *Prins, H. J.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **19,** 776 (1910); *Prins, H. J.,* Diss. Delft 1912.
157) *Olivier, S. C. J.* en *Böeseken, J.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **21,** 979 (1912); *Olivier, S. C. J.,* Diss. Delft 1913; Chem. Weekblad **11,** 372 (1914).
158) *Schmerling, L.,* J. Am. Chem. Soc. **68,** 1650 (1946).
159) *Prins, H. J.,* Chem. Weekblad **16,** 1510 (1919). Zie ook: *Arundale, E.* en *Mikeska, L. A.,* The olefin-aldehyde condensation (Prins reaction), Chem. Revs. **51,** 505 (1952); *Baker, J. W.,* J. Chem. Soc. **1944,** 296; **1948,** 89.
160) *Beets, M. G. J.* en *Essen, H. van,* Rec. trav. chim. **70,** 20, 25, 29 (1951); **71,** 343 (1952).
161) Nederlandse handboeken over vetten: *Leent, F. H. van,* Analyse en warenkennis der voornaamste vette lichamen, Amsterdam 1934 (384 blz.); *Boekenoogen, H. A.,* De scheikunde der oliën en vetten, Utrecht 1948 (411 blz.). Zie verder: *Waterman, H. I.,* Hydrogenation of fatty oils, Amsterdam 1952 (254 blz.).
162) *Verkade, P. E.,* Chem. Weekblad **45,** 449 (1949).
163) Zie o.a.: *Uhlenbroek, J. H.,* Diss. Delft 1953.
164) Rec. trav. chim. **14,** 203 (1895). In mem. *W. Alberda van Ekenstein* (1858—1937), Chem. Weekblad **34,** 614 (1937).
165) *Böeseken, J.,* Chem. Weekblad **19,** 207 (1922); Rec. trav. chim. **30,** 392 (1911).
166) *Böeseken, J.* en *Hermans, P. H.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **31,** 591, 626 (1922); *Hermans, P. H.,* Z. anorg. allgem. Chem. **142,** 83 (1925).
167) *Böeseken, J.* en *Meulenhoff, J.,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **33,** 23 (1924).
168) *Franchimont, A. P. N.,* Ber. **12,** 1041 (1879); Rec. trav. chim. **18,** 1472 (1899).
169) *Hoogewerff, S.* en *Dorp, W. A. van,* Chem. Weekblad **8,** 461 (1911).
170) In mem. *W. A. van Dorp* (1847—1914), Chem. Weekblad **11,** 1014 (1914).
171) In mem. *R. A. Weerman* (1880—1931), Chem. Weekblad **28,** 326 (1931).
172) *Weerman, R. A.,* Diss. Delft 1916; Rec. trav. chim. **37,** 1 (1918).
173) *Romburgh, P. van,* c.s., Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **14,** 500, 536 (1905); **21,** 1176 (1913); *Muller, P.,* Diss. Utrecht 1913.
174) Ahrens'sche Sammlung chem. u. chem. techn. Vorträge **18,** 359 (1912).
175) *Böeseken, J.,* Rapport du Conseil de Chimie Solvay **1931,** 61.
176) *Schurink, H. B. J.,* Diss. Groningen 1929.
177) *Keuning, K. J.,* Diss. Groningen 1934.
178) Diss. Groningen: *Kemper, H. G.* (1937), *Winter, H. J.* (1937), *Wiggerink, G. L.* (1940).
179) Chem. Weekblad **22,** 186 (1925); **31,** 166 (1934); *Gelissen, H. C. J. H.,* Diss. Delft 1925.
180) *Peski, A. J. van,* Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **22,** 996 (1914).
181) *Arens, J. F.* en *Dorp, D. A. van,* Rec. trav. chim. **65,** 338 (1946); **68,** 604 (1949).
182) *Keverling Buisman, J. A., Stevens, W.* en *Vliet, J. van der,* Rec. trav. chim. **66,** 83 (1947).
183) *Wibaut, J. P.,* Rec. trav. chim. **42** (1942) en later.
184) *Gitsels, H. P. L.* en *Wibaut, J. P.,* Rec. trav. chim. **60,** 176 (1941); *Wibaut, J. P.,* Rec. trav. chim. **45,** 657 (1926).

185) *Wibaut, J. P., Kloppenburg, C. C.* en *Beets, M. G. J.*, Rec. trav. chim. **63,** 134 (1944).
186) *Böeseken, J.* en *Roy van Zuydewijn, E. de*, Versl. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **37,** 760 (1934); *Roy van Zuydewijn, E. de*, Diss. Delft 1936.
187) *Strating, J.*, Diss. Groningen 1934; *Backer, H. J.* en *Strating, J.*, Industrie chim. Belge **13,** 75 (1948).
188) Diss. Groningen: *Stevens, W.* (1940), *Melles, L.* (1952).
189) *Jansen, B. C. P. en Donath, W. F.*, Chem. Weekblad **23,** 201 (1926).
190) *Boer, A. G., Reerink, E. H., Wijk, A. van* en *Niekerk, J. van*, Proc. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **39,** 622 (1936).
191) *Romburgh, P. van* en *Barger, George*, J. Chem. Soc. **99,** 2068 (1911).
192) *Kögl, F.* en *Haagen Smith, A. J.*, Proc. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **34,** 1411 (1931); *Kögl, F., Haagen Smit, A. J.* en *Erxleben, H.*, Z. physik. Chem. **225,** 215; **228,** 90 (1931.); **214,** 241 (1933).
193) *Kögl, F.* en *Borg, W. A. J.*, Z. physiol. Chem. **281,** 165 (1944).
194) *Kögl, F.* en *Wessem, G. C. van*, Rec. trav. chim. **63,** 5 (1944).
195) *Kögl, F.* en *Veldstra, H.*, Ann. **552,** 1 (1942); *Veldstra, H.*, Diss. Utrecht 1935.
196) *Kögl, F.* en *Boer, A. G.*, Rec. trav. chim. **54,** 779 (1935).
197) *Bickel, A. F., Kleipool, A. J. C.* en *Wibaut, J. P.*, Rec. trav. chim. **65,** 65 (1946); **69,** 37 (1950).
198) *Nauta, W. Th., Oosterhuis, H. K., Linden, A. C. van der, Duyn, P. van* en *Dienske, J. W.*, Rec. trav. chim. **64,** 254 (1945).
199) *Haack, N. H.*, Diss. Groningen 1940.
200) *Kappelmeier, C. P. A.*, Fettchem. Umschau **42,** 145 (1935).
201) *Loon, J. van* en *Steger, A.*, Rec. trav. chim. **50,** 936 (1931); **51,** 345 (1932).
202) *Kentie, A.*, Diss. Amsterdam 1946.
203) *Labruyère, W.: G. J. Mulder* (1802—1880), Diss. Leiden 1938; *Mulder, G. J.*, Scheikundige onderzoekingen **1,**, 34 (1842). De aanblik van de door vogels uitgespuwde kikkerdril verwekte bij de geleerden ver uiteenlopende gevoelens l.c. 35, 37). De een vermeldt „het gedrocht" „met huivering", een ander looft deze delicatesse wegens de „voedende kracht, die gelijk staat met die van oesters".
204) *Blanksma, J. J.*, Chem. Weekblad **9,** 177 (1912); *Alberda van Ekenstein, W.* en *Blanksma, J. J.*, Chem. Weekblad **4,** 407 (1907).
205) *Westenbrink, H. G. K.*, Chemistry in Wartime, Part VI (114 blz.).
206) *Kögl, F.* en *Erxleben, H.*, Z. physiol. Chem. **258,** 57 (1939).
207) Bijv. *Gorter, E.* en *Hermans, J. J.*, Proc. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap. **45,** 804, 808, 810, 907 (1942).
208) *Kögl, F.* en *Havinga, E.*, Rec. trav. chim. **59,** 249, 323 (1940); *Havinga, E.*, Diss. Utrecht 1939.
209) Zie o.a. de artikelen van *Westenbrink, H. G. K.* in „Enzymologia".
210) *Veldstra, H.*, Enzymologia **11,** 97 (1944), 1e art.
211) *Kluyver, A. J.*, Diss. Delft 1914.
212) *Meulen, H. ter* en *Heslinga, J.*, Rec. trav. chim. **42,** 1093 (1923); *Heslinga, J.*, Diss. Delft 1923; *Meulen, H. ter*, Rec. trav. chim. **41,** 509 (1922); **47,** 698 (1928). Zie ook: *Slooff, A.*, Rec. trav. chim. **60,** 110 (1941); Chem. Weekblad **42,** 34 (1946).
213) In mem. *H. ter Meulen* (1871—1942), Chem. Weekblad **39,** 442 (1942).
214) *Dubský, J. V.* Chem. Weekblad **28,** 46 (1931); *Rinkes, I. J.*, Chem. Weekblad **13,** 800 (1916). In mem. *J. V. Dubský* (1882—1946), Chem. Weekblad **42,** 9 (1946).
215) In mem. *N. Schoorl* (1872—1942), Chem. Weekblad **39,** 414 (1942).
216) *Schoorl, N.*, Chem. Weekblad **26,** 130 (1929).
217) *Kolthoff, I. M.* publiceerde boeken over indicatoren, electrotitraties, polarographie, quantitatieve anorg. analyse, volum. analyse.
218) *Nieuwenburg, C. J. van*, Kwalit. Chem. Analyse, Amsterdam 1945 (266 blz.).
219) *Wijs, J. J. A.*, Ber. **31,** 750 (1898).
220) *Bertram, S. H.*, Chem. Weekblad **24,** 226, 320 (1927).
221) *Bertram, S. H.* en *Rutgers, R.*, Rec. trav. chim. **57,** 681 (1938).
222) *Boldingh, J.*, Rec. trav. chim. **69,** 247 (1950); Chem. Weekblad **48,** 9 (1952); Ned. Octr. 66316 (1950).
223) Zie: *Nes, K. van* en *Westen, H. A. van*, Mineral Oils, Amsterdam 1951 (484 blz.); *Vlugter, J. G., Waterman, H. I.* en *Westen, H. A. van*, Chem. Weekblad **29,** 226 (1932).
224) *Boer, J. H. de*, Chem. Weekblad **21,** 404 (1924); Rec. trav. chim. **44,** 1071 (1925); Z. anorg. allgem. Chem. **152,** 213 (1926).
225) *Alberda van Ekenstein, W.* en *Blanksma, J. J.*, Chem. Weekblad **6,** 219, 1047 (1909).
226) *Klooster, H. S. van*, J. Am. Chem. Soc. **43,** 746 (1921). Zie: *Stiles*, Trace elements in plants and animals, Cambridge 1946, blz. 51 en *Jaeger, F. M.*, Chem. Weekblad **32,** 562 (1935).
227) *Zwikker, J. J. L.*, Pharm. Weekblad **68,** 975 (1931).
228) Zie onder meer: *Bemmelen, J. M. van*, in *W. P. Jorissen*, Het chemisch laboratorium te Leiden, 1909. *Cohen, E.*, *Herman Boerhaave* (1918). *Blanksma, J. J.*, Chem. Weekblad **44,** 456 (1948); **45,** 94 (1949).
229) *Deventer, Ch. M. van*, Grepen uit de historie der chemie, Haarlem 1924 (543 blz.).
230) *Cohen, Ernst: J. H. van 't Hoff*, Sein Leben und Wirken, Leipzig 1912 (638 blz.).
231) Chem. Weekblad **3** (1906)—**39** (1942).
232) *Jorissen, W. P.*, Het chem. lab. te Leiden, Leiden 1909 (104 blz.); (met *Reicher*) Van 't Hoffs Amsterdamer Periode, Den Helder 1911 (106 blz.); Chemie-onderwijs te Amsterdam, Chem. Weekblad **8,** 501, 527 (1911); Het eerste chem. lab. te Leiden, Chem. Weekblad **16,** 1054 (1919). Zie ook: *Slingervoet Ramondt, A.*, Chem. Weekblad **18,** 606 (1921).
233) *Jaeger, F. M.*, Elementen en atomen eens en thans, Groningen 1918 (268 blz.); Historische studiën, Groningen 1919 (275 blz.); Ontdekkingsgeschiedenis der chemische elementen, Amsterdam 1935 (189 blz.). Zie: *Dijkstra, D. W.*, Chem. Weekblad **31,** 203 (1934).
234) Chem. Weekblad **42,** 14 (1946).
235) *Alphen, J. van*, Org. Chemie vóór 1870, Leiden 1933 (139 blz.). Zie ook: Chem. Weekblad **42,** 144 (1946).
236) In mem. *H. P. M. van der Horn van den Bos* (1848—1913), Chem. Weekblad **10,** 1042 (1913). Zie ook: Chem. Weekblad **6,** 1 (1909).
237) *Forbes, R. J.*, Cultuurgeschiedenis van wetenschap en techniek, Den Haag 1948 (502 blz.); History of distillation, Leiden 1948 (405 blz.); Metallurgy in antiquity, Leiden 1950 (489 blz.); Man the maker, New York 1950 (356 blz.).
238) Zie o.a. de artikelen van *Klooster, H. J. van*, in: J. Chem. Education.
239) *Hooykaas, R.*, Chem. Weekblad **46,** 438, 441 (1950); **47,** 1, 185, 297 (1951); de chemische omwenteling: Lavoisier, Arnhem 1952 (60 blz.).
240) *Haas, R. N. de*, Chem. Weekblad **4,** 423, 853 (1907); **5,** 481 (1908).

De historische ontwikkeling van de Chemische Industrie in Nederland

Wanneer wij ter gelegenheid van het 50-jarige bestaan van de Nederlandse Chemische Vereniging iets over de ontwikkeling van de chemische industrie in Nederland schrijven en daarbij een overzicht geven van de groei van verschillende bedrijven en groepen van bedrijven, dan kan het beeld, dat wij de lezer geven, niet anders dan onvolledig zijn.

De chemische industrie is in de laatste decennia zo uitgebreid in allerlei geledingen, dat het niet eenvoudig is de lezer een duidelijk inzicht te geven in de omvang en de economische betekenis hiervan.

Er is verschil van opvatting over de vraag wat men onder chemische industrie dient te verstaan. Meestal vat men onder de chemische industrie samen de bedrijven, die aangesloten zijn geweest bij de Bedrijfsgroep Chemische Industrie; hieronder vielen echter niet de aardolie-, rubber-, glas-, cement-, alcohol-, suiker-, margarine- en lucifersindustrie.

Wij hebben getracht een vergelijking te maken van de situatie bij het begin van deze eeuw en thans. De moeilijkheid deed zich daarbij voor, dat de historische gegevens zeer onvolledig zijn, zodat een vergelijkend totaal-overzicht niet te construeren is. Wij hebben ons daarom beperkt tot groepsgewijze korte overzichten van de historische ontwikkeling.

Uiteraard is hier en daar slechts een greep gedaan, zodat niet alle voor de verschillende bedrijfstakken belangrijke bedrijven genoemd konden worden.

Zwavelzuur, superfosfaat en stikstofmeststoffen.

Zwavelzuur is een der belangrijkste grondstoffen voor de chemische industrie en het is dan ook niet verwonderlijk, dat reeds in 1835 in ons land de eerste zwavelzuurfabriek werd opgericht.

Op 1 April van genoemd jaar stichtte de heer *Gerhard Tileman Ketjen*, handelaar in drogerijen en verfwaren, een zwavelzuurfabriek op een terrein aan de Schans te Amsterdam. Als bijzonderheid geldt nog, dat deze fabriek de derde op het continent was. Reeds eerder waren door *Friedrich Curtius* te Duisburg en *Kühlman* te Rijssel dergelijke fabrieken gebouwd.

Een rapport aan Burgemeester en Wethouders van Amsterdam in 1836 geeft enkele bijzonderheden, waaraan het volgende ontleend is. De productie bedroeg ca. 1200 pond 66° Bé zwavelzuur per dag (ca. 200 ton per jaar), terwijl de verkoopprijs *f* 12,— per 100 pond was. Dit werd bereikt met een personeelbezetting van 1 meesterknecht en zes arbeiders.

Het gefabriceerde zuur in de loden kamers was laaggradig. In uitdamppannen werd het daarna tot 60° Bé en vervolgens in een platinaketel tot 66° Bé geconcentreerd. Doordat deze pannen herhaaldelijk lek raakten en er zwavelzuur in de rookkanalen liep, verspreidden zich dikwijls grote wolken zwavelzuur over het Leidseplein en omgeving. Ook de platinaketel had voortdurend reparatie nodig. Voor het dichtsolderen van de lekken gebruikte men gouden dukaten, zodat hij de bijnaam van „Gouden Ketel" kreeg.

Op 6 September 1835 verkreeg men een octrooi voor de tijd van 15 jaar op de „Invoering van zekere wijzigingen of verbeteringen in de toestellen om zwavelzuur te vervaardigen in dit Rijk".

Ook spreekt het verslag over concurrentie van Duitsland en Frankrijk, waarbij het „inkomend regt" van *f* 1.20 niet in verhouding staat tot invoerrechten van *f* 4.— en *f* 5.— per flacon van 100 pond in bovengenoemde landen en ook in Engeland.

In 1863 werd te Uithoorn door Dr. *Mouthaan* een tweede zwavelzuurfabriek opgericht onder de naam Koninklijke Chemische Fabriek. In 1891 werd dit bedrijf door de Fa. *Ketjen* overgenomen, die het tot 1916 exploiteerde.

In 1880 werd de oorspronkelijke fabriek overgeplaatst naar de Overtoom. Samen met de fabriek te Uithoorn produceerde men in die tijd 12 ton geconcentreerd zuur per 24 uur en daarboven nog een grote hoeveelheid Kamerzuur en 60° Gloverzuur. Moeilijk waren vooral de eerste jaren, waarin het contactprocédé werd toegepast, maar door buitenlandse concurrentie werd men hiertoe gedwongen.

In het jaar 1900 werd het bedrijf andermaal overgeplaatst, nu naar de plaats, waar men het thans nog aantreft, nl. aan de overzijde van het IJ op de hoek van het Nieuwendammerkanaal. Deze fabriek werd geheel volgens het contactprocédé ingericht.

Zoals uit het bovenstaande blijkt, speelde in de 19e eeuw hoofdzakelijk de firma *Ketjen* een rol in de Nederlandse zwavelzuur-huishouding.

Tegen het einde der vorige eeuw begon de ontwikkeling van de kunstmeststoffen-industrie, waardoor de vraag naar zwavelzuur met sprongen omhoog ging. Omstreeks de eeuwwisseling was de situatie dus zo, dat de Fa. *Ketjen* twee fabrieken met in totaal 100 arbeiders exploiteerde: één te Amsterdam (contactproces) en één te Uithoorn (lodenkamerproces), terwijl door de Internationale Guano- en Superfosfaatwerken te Zwijndrecht inmiddels in 1898 een zwavelzuurfabriek gebouwd was ten behoeve van de eigen super-fabricage.

Hetzelfde was het geval met de Superfabriek van *Coenen* en *Schoenmakers* te Uden (1892).

De productie te Amsterdam bedroeg ca. 4000 ton 66° Bé zuur, terwijl Uithoorn en Zwijndrecht tezamen ca. 15 000 ton kamerzuur produceerden.

De ontwikkeling gaat dan snel verder. In 1904 en in 1910 bouwden de Centrale Guano Werken te Capelle a/d IJssel een zwavelzuurfabriek, terwijl in 1916 door *Ketjen* een grote fabriek voor de bereiding van zwavelzuur van 60° Bé werd geopend naast de bestaande contactfabriek.

Tegelijkertijd werd het bedrijf te Uithoorn gesloten.

Een jaar later kwam ook de zwavelzuurinstallatie van de Amsterdamse Superfosfaatfabriek in bedrijf.

Te Sas van Gent werd door het Franse concern St. Gobain tegelijk met een superfosfaatfabriek ook

een zwavelzuurinstallatie gebouwd. Hoewel de bouw in 1914 gereed kwam, duurde het in verband met de oorlog tot 1920 alvorens met de productie begonnen werd.

Had aanvankelijk de invoering van het gebruik van kunstmest met aanzienlijke moeilijkheden te kampen, voornamelijk door het conservatisme in landbouwkringen, na de wereldoorlog verbeterde dit snel.

Niet vergeten mag worden, dat een deel van het in ons land geproduceerde zwavelzuur diende ter bereiding van zoutzuur. Vooral gedurende de eerste wereldoorlog hebben *Ketjen* en de Zoutzuurfabriek te Delft samen steeds aan de binnenlandse vraag naar zoutzuur kunnen voldoen.

Volgen we thans nog even de verdere ontwikkeling van de zwavelzuurindustrie, dan zien we, dat in 1920 de Eerste Ned. Coöp. Kunstmestfabriek te Vlaardingen werd opgericht, welke aan haar Super-fabriek tevens een H_2SO_4-fabriek verbond, terwijl in 1926 de blende-installaties van de N.V. Gemengde Metaalertsen te Budel in gebruik genomen werden.

Van een werkelijke mijlpaal kan gesproken worden toen omstreeks 1929 het Stikstofbindingsbedrijf der Staatsmijnen, de Mekog en de Compagnie Néerlandaise de l'Azôte opgericht werden met als doel stikstofmeststoffen te produceren.

Van dit tijdstip af wordt zwavelzure ammoniak in grote hoeveelheden vervaardigd, waarbij de ammoniaksynthese in de plaats treedt van het ammoniakwater van de gasfabrieken.

In Mei 1930 richt ook de Maastrichtse Zinkwit Maatschappij een zwavelzuurfabriek in, waarbij een groot deel der productie aan de Staatsmijnen verkocht wordt, terwijl bij de superfosfaatfabriek te Pernis eveneens een zwavelzuurinstallatie in gebruik genomen wordt.

Ook *Ketjen* bouwt in de jaren 1929/30 een tweede grote 60° Bé fabriek, waarvan de productie hoofdzakelijk voor de Mekog bestemd is.

Zo naderen wij thans de jaren van de jongste wereldoorlog. In 1944 werd het bedrijf te Zwijndrecht vernield. De Kamerzuurinstallaties van *Ketjen* werden afgebroken, terwijl de overige bedrijven spoedig door pyrietgebrek tot vermindering van hun productie moesten overgaan. Het bedrijf van l'Azôte te Sluiskil werd leeggehaald door de bezetters, zodat de Nederlandse zwavelzuurindustrie deerlijk gehavend uit de oorlog te voorschijn trad. Thans, 8 jaar na de bevrijding kan gezegd worden, dat zij zich volkomen hersteld heeft, terwijl bovendien nieuwe installaties aan de bestaande werden toegevoegd. In dit verband mogen nieuwe fabrieken te Pernis en Geleen genoemd worden, welke uitgaan van zwavelwaterstof, dat door oxydatie wordt omgezet in SO_2. Tenslotte geeft tabel I een aardig overzicht van de ontwikkeling van de zwavelzuurindustrie in ons land.

Tabel I.

Zwavelzuurproductie.

Jaar	Productie in 1000 ton 100 % zuur	Jaar	Productie in 1000 ton 100 % zuur
1900	16	1935	310
1921	65	1938	478
1926	146	1939	433
1928	181	1946	276
1929	201	1948	373
1930	360	1950	452
1932	480	1951	543
1933	510	1952	564

Reeds bij de ontwikkeling van de zwavelzuurindustrie werd gewezen op de wisselwerking, welke bestaat tussen de superfosfaat- en de stikstofmeststoffen-industrie enerzijds en de H_2SO_4 fabricage anderzijds.

Superfosfaat werd omstreeks 1877 voor het eerst vervaardigd in de Meekrapfabriek van de Fa. *Salomonson* te Capelle a/d IJssel. In 1878 verkreeg men vergunning fosfaten en guano's te verwerken, zodat genoemd jaar als vestigingsjaar van de Nederlandse superfosfaatindustrie aangemerkt kan worden. 17 jaar later werd de firma omgezet in de Centrale Guano Werken.

De superfabriek van de Fa. *Coenen & Schoenmakers* werd in 1882 te Uden gevestigd. In 1892 bouwde men hier een eigen zwavelzuurfabriek, maar toen vóór de eerste wereldoorlog de Belgische Zink- en Zinkwitfabrieken enorme hoeveelheden zwavelzuur als afvalproduct aan de markt brachten, maakte dit de eigen productie overbodig. De nieuwe fabriek te Veghel, welke in 1920 in gebruik genomen werd, had dan ook geen zwavelzuurinstallatie meer. De fabriek te Uden werd hierna gesloten en grotendeels afgebroken.

In 1891 werd de Fa. *van Hoorn, Luitjens & Kamminga* te Groningen opgericht en in 1895 de Internationale Guano & Superphosphaatwerken te Zwijndrecht. Volledigheidshalve dient hier nog vermeld te worden de oprichting van een superfabriek te Vlake op Zuid-Beveland in 1902, welk bedrijf nimmer in productie kwam.

In het jaar 1907 werd de Amsterdamse superfosfaatfabriek opgericht, terwijl kort hierna, in 1910, de Superfosfaatfabriek „Holland" te Pernis werd gesticht, welke reeds in 1913 werd overgedaan aan de Amsterdamse Superfosfaatfabriek.

Omstreeks 1910 bestonden er in ons land dus een zestal superfosfaatfabrieken met ruim 700 arbeiders en een gezamenlijke productie van ruim 215 000 ton per jaar.

Tegen het einde van 1915 fuseerden de fabrieken te Capelle a/d IJssel, Groningen en Zwijndrecht. Zodoende ontstond de N.V. Verenigde Chemische Fabrieken, waarbij zich in 1918 ook de Amsterdamse Superfosfaatfabriek aansloot.

Inmiddels was ook de Superfosfaatfabriek te Sas van Gent opgericht, in 1920 gevolgd door de Eerste Nederlandse Coöperatieve Kunstmestfabriek te Vlaardingen. Nadat de Zinkfabriek te Budel in 1935 eveneens tot oprichting van een superfabriek was overgegaan, bereikte deze industrietak haar maximumcapaciteit. Gestadig werd nu de productie opgevoerd, terwijl de export zich eveneens in stijgende lijn bewoog. Omstreeks 1930 werd het maximum bereikt. De productie beliep 660 000 ton, waarvan 435 000 ton werd uitgevoerd. Tengevolge van de crisis en mede door de stikstofindustrie, welke in deze jaren in productie kwam, vertoonde de superfabricage een inzinking.

Omstreeks 1936 trad echter een verbetering in; de opwaartse lijn zet zich voort tot 1951, waarna wederom een daling intreedt.

Door uitbreiding en modernisering is de capaciteit na de oorlog verder gestegen. Van steeds groter belang wordt de fabricage van dubbelsuperfosfaat,

dat wordt verkregen door ontsluiting van ruw fosfaat met fosforzuur.

Het verloop van de productie en het verband met de export volgt duidelijk uit de op fig. 1 weergegeven grafiek.

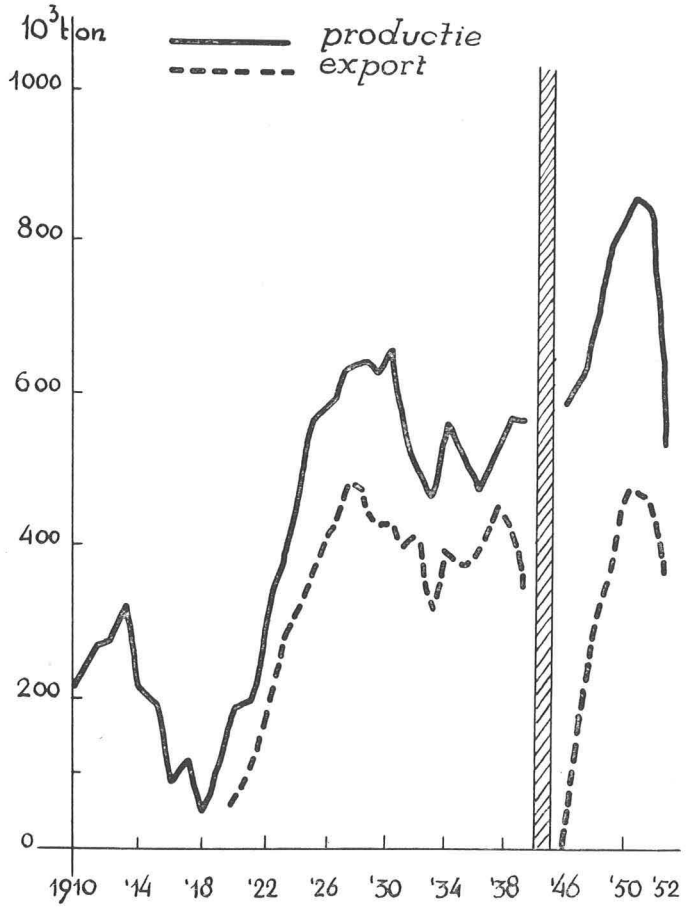

Fig. 1. Productie en export van superfosfaat.

Uit landbouwkundig oogpunt niet minder belangrijk zijn de stikstofmeststoffen. Aanvankelijk werd Chilisalpeter als aanvulling op de natuurlijke mest gebruikt, evenals het Guano, dat met zwavelzuur in een oplosbare meststof werd omgezet. Het reeds eerder genoemde conservatisme werkte remmend op de ontwikkeling van het gebruik van kunstmest, maar kon toch niet verhinderen dat, mede als gevolg van de tastbare resultaten in de vorm van hogere opbrengsten, de toepassing gaandeweg toenam. Met de superfosfaat deed ook de zwavelzure ammoniak haar intrede. De gasfabrieken hadden de beschikking over grote hoeveelheden ammoniakwater.

In 1852 werd te Amsterdam een ammoniakfabriek opgericht, welke het gaswater van een groot aantal gasfabrieken verzamelde, concentreerde en als „ammonia-liquida" weer in de handel bracht.

In 1905 werd deze fabriek overgebracht naar Weesperkarspel, terwijl tevens de fabricage van zwavelzure ammoniak ter hand genomen werd. De opkomst van het gebruik van kunstmatige meststoffen maakte het echter voor de gasfabrieken zelf ook aantrekkelijk hun gaswater door toevoeging van H_2SO_4 in zwavelzure ammoniak om te zetten. De productie van Z.A. door de gasfabrieken vertoont na 1890 dan ook een snelle stijging, hetgeen blijkt uit de statistieken van de Nederlandse gasfabrieken:

1890	48	ton
1892	142	„
1900	2043	„
1910	5288	„
1920	4420	„
1930	6529	„

In het jaar 1910 werd 65 % van al het gaswater door de gasfabrieken in $(NH_4)_2SO_4$ omgezet.

In totaal werd in genoemd jaar ongeveer 10 000 ton zwavelzure ammoniak geproduceerd.

Behalve door een groot aantal gasfabrieken en bovengenoemd bedrijf te Weesp werd nl. vóór de eerste wereldoorlog ook zwavelzure ammoniak geproduceerd door *Ketjen* te Amsterdam en door een klein bedrijf te Loosduinen.

In Januari 1914 werd door Staatsmijn Emma toestemming gevraagd voor de bouw van een aantal cokesovens. De gevraagde vergunning liet tamelijk lang op zich wachten en de oorlog vertraagde de bouw nog verder, zodat pas omstreeks 1920 deze cokesovens in gebruik genomen konden worden.

Bij de wassing van het cokesovengas kwamen belangrijke hoeveelheden Z.A. beschikbaar.

In 1920 verschenen de Staatsmijnen hiermede op de markt. Met de uitbreiding van de cokesovens op de Staatsmijn Emma nam ook de productie van zwavelzure ammoniak toe, hetgeen blijkt uit het in tabel II gegeven productieoverzicht. De grote klap kwam echter met het in bedrijf stellen van de Mekog te Velsen, het Stikstofbindingsbedrijf der Staatsmijnen te Geleen en de Comp. Néerlandaise de l'Azôte te Sluiskil resp. in September 1929, Mei 1930 en omstreeks het einde van 1930.

Hiermede deed de ammoniaksynthese haar intrede in ons land. Alle drie bedrijven produceerden ammoniak uit (cokesoven) waterstofgas en (lucht) stikstof. Zij steunden hierbij op nabijgelegen cokesovens. (In 1929 werden deze ook op de Staatsmijn Maurits in gebruik genomen; het bedrijf van l'Azôte werd gebouwd naast de cokesfabrieken van de Carbonisation, terwijl de Mekog cokesovengas van de Hoogovens betrok.)

Het zou ons te ver voeren de vele moeilijkheden te schetsen, welke deze jonge bedrijven ondervonden bij de afzet van hun producten. Het buitenland had in ons land een vaste markt veroverd en wilde deze zoals vanzelf spreekt niet prijsgeven.

Pas in 1935 werd een bevredigende regeling verkregen. Voor nadere bijzonderheden verwijzen wij naar het Gedenkboek der Staatsmijnen, waarin deze concurrentiestrijd uitvoerig wordt beschreven.

Door invoering van andere stikstofmesten zoals kalksalpeter, kalkammonsalpeter en fosfaatammonsalpeter werd van productiestandpunt uit gezien zwavelzure ammoniak onttroond door kalkammonsalpeter.

Niettemin vertoont de productie vooral na de laatste oorlog nog steeds een stijging, zoals uit tabel II blijkt.

Aanvankelijk legden de drie stikstofbindingsbedrijven zich uitsluitend toe op de fabricage van zwavelzure ammoniak, maar al spoedig werd een gedeelte der productie omgeschakeld op nitraatmeststoffen, waardoor o.a. bereikt werd dat de kunstmestprijs losgemaakt werd van de zwavelzuurmarkt. Immers het nodige salpeterzuur kon in eigen bedrijf

Tabel II.

Zwavelzure ammoniak.
Hoeveelheden in 1000 ton.

Jaar	Productie	Import	Export	Verbruik
1921	12	22	10	24
1925	36	69	28	77
1930	140	31	92	79
1935	269	—	267	2
1939	222	26	137	111
1946	27	1	—	28
1947	54	14	8	60
1948	48	1	7	42
1949	74	2	35	41
1950	181	7	105	83
1951	243	—	209	34
1952	340	—	291	49

door oxydatie van ammoniak verkregen worden (Mekog begin 1930, Staatsmijnen begin 1932, l'Azôte 1931). De Mekog legde zich voornamelijk toe op de fabricage van kalksalpeter door kalksteen in salpeterzuur op te lossen, terwijl de Staatsmijnen uit HNO_3 en NH_3 ammoniumnitraat gingen produceren. Om dit product in een voor bemesting geschikte vorm te krijgen was het noodzakelijk het met een inerte vulstof te mengen, waarvoor eerst leem, later kalkmergel gebruikt werd. Onder de naam kalkammonsalpeter werd dit product op de markt gebracht.

Op het eind van de dertiger jaren begonnen de Staatsmijnen met onderzoekingen, die ten doel hadden een nuttiger vulstof voor het ammoniumnitraat te vinden. Dit onderzoek leidde tenslotte tot de productie van fosfaatammonsalpeter. Eerst na de laatste oorlog kwam deze productie tot volle ontwikkeling. Van vrij recente datum zijn de N.P.K.-mesten, waarbij stikstof, fosfor en kali in elke gewenste verhouding geleverd kunnen worden.

Hoewel deze industrie dus nog betrekkelijk jong is, iets meer dan 20 jaar, heeft zij zich weten te ontwikkelen tot de grootste tak van de gehele chemische industrie.

De jaarlijkse productie van stikstofmeststoffen omvat ca. 250 000 ton, gerekend in zuivere stikstof; dit komt neer, als wij een gemiddeld stikstofgehalte van 20 % aannemen, op 1 200 000 ton product.

Deze ontwikkeling is in hoofdzaak te danken aan het inzicht, initiatief en doorzettingsvermogen, aanwezig bij bovengenoemde bedrijven. Bij het Stikstofbindingsbedrijf der Staatsmijnen heeft dit bovendien geleid tot de vestiging van een enorme industrie, waar thans behalve meststoffen ook belangrijke grondstoffen voor de chemische industrie worden vervaardigd.

Reeds in 1939 werd begonnen met de alcohol en aetherfabricage, terwijl in de na-oorlogse jaren achtereenvolgens fabrieken voor phtaalzuuranhydride, ureum, phenol en caprolactam werden gebouwd. Eén kunstmeststof werd tot dusver niet genoemd: kalkstikstof of calciumcyanamid.

De reden hiervan is, dat met uitzondering van enige tijd gedurende de laatste oorlog, in ons land geen productie heeft plaatsgevonden. De in 1941 in bedrijf gekomen carbidfabriek van Electro te Amsterdam, heeft tevens kalkstikstof geproduceerd maar wegens stroomgebrek moest de fabricage in 1944 worden gestaakt. Na de oorlog werd de productie niet meer hervat.

Zout en enkele producten daaruit.

Wanneer we iets over de zoutindustrie schrijven, dan denken we in de eerste plaats aan de grote producente, de Kon. Nederlandsche Zoutindustrie, die het zout uit onze eigen bodem haalt.

Dit bedrijf heeft thans een belangrijke plaats ingenomen in de chemische industrie.

Reeds in de 13e eeuw werd in ons land zout gewonnen door het verbranden van veen, dat met zeewater doordrenkt was. Later heeft men zout gewonnen door zeewater over takkenbossen te laten stromen, waarbij het water door zon en wind gedeeltelijk verdampte. In open pannen werd het zout verder ingedampt. Deze methode werd spoedig verlaten, toen van overzee ruw zeezout aangevoerd kon worden.

Dit zout werd voor een groot deel in zoet water opgelost en de aldus verkregen pekel in open pannen ingedampt. Dit geschiedde door een groot aantal zoutziederijen, waarvan men er in die jaren in iedere stad van betekenis enige aantrof.

Later werd en ook thans nog wordt door de ziederijen mijnzout gebruikt, afkomstig uit Duitsland en Frankrijk.

Begin 1800 telde ons land niet minder dan 130 zoutziederijen. Daar de uitvoer minder werd, nam het aantal geleidelijk af, zodat er in 1900 nog 50 over waren.

In 1898 werd de zoutconventie gesticht met het het doel tot samenwerking te komen op het gebied van afzetregeling en prijsafspraken.

In het jaar 1895 ontdekte men bij Delden, dat een pomp in plaats van zoet water, zout water naar boven bracht. Sindsdien zijn tal van onderzoekingen verricht, die tot de conclusie leidden, dat in de omgeving van Boekelo grote zoutlagen aanwezig waren. Pas in 1918 werd een concessie verleend, waarbij de toen opgerichte K.N.Z. het recht tot ontginning der zoutlagen bij Boekelo werd verleend.

In 1919 begon de K.N.Z. met de zoutwinning. Aanvankelijk werd zout gewonnen door indampen in z.g. open pannen. De productie liep in die jaren langzaam op tot 28 à 30 000 ton per jaar.

In 1927 werd overgegaan tot het z.g. vacuumsysteem, waardoor de productie steeg van 20 tot 70 000 ton per jaar. In verband met de aanleg van het Twente-Rijnkanaal werd de exploitatie-activiteit in 1937 verplaatst naar Hengelo. Sindsdien is de zoutwinning steeds groter geworden.

Terugkomende op de zoutziederijen valt te vermelden, dat in 1918 nog 30 ziederijen bestonden, die geïmporteerd zout uit Duitsland raffineerden.

De daling van het aantal, welke zich sindsdien in versneld tempo heeft voortgezet, is oorzaak, dat er thans nog 5 over zijn: drie in het Westen en twee in het Zuiden van het land. Door hun bestaan is de binnenlandse zoutvoorziening niet afhankelijk van één producent resp. verzendingsplaats, hetgeen met name in tijden van vervoersmoeilijkheden of ernstige toestanden (men denke aan de spoorwegstaking in 1944 en de bevrijding van Zuid-Nederland) zijn nut heeft bewezen. De zoutziederijen voorzien bovendien in de behoefte aan speciale soorten. Ter oriëntatie geven wij in tabel III enige vergelijkende cijfers van omstreeks 1900 en thans.

Tabel III.
In- en uitvoer van zout.

Jaar	Invoer ruw zout	Uitvoer geraff. zout	Verbruik	Werknemers
1900	78 000 ton	2 600 ton	75 000 ton	ca. 500
1951	63 000 „	298 000 „	190 000 „	ca. 800

Door de K.N.Z. wordt thans per jaar gemiddeld 450 000 ton zout vervaardigd. In 1951 was dit zelfs 475 000 ton. Het verbruik van zout in ons land bedraagt ongeveer 190 000 ton per jaar, waarvan voor consumptiedoeleinden 80 000 ton en voor technische doeleinden 110 000 ton.

Electro-chemische Industrie.

Een groot deel van het gewonnen zout (pekel) wordt sinds 1930 door de K.N.Z. verwerkt in het electrolyse bedrijf.

Behalve natronloog en chloor worden nog chloorbleekloog, zoutzuur en koperoxychloride als voornaamste producten afgeleverd. Het tweede grote electrolyse-bedrijf is gevestigd te Linne-Herten.

Ook hier worden verscheidene bijproducten gemaakt. Door de steeds stijgende chloorbehoefte was het mogelijk de electrolyse-capaciteit na de oorlog te vergroten. De hoeveelheid geproduceerde natronloog is echter nog niet voldoende om aan de vraag in het binnenland te voldoen.

In het veelzijdige bedrijf van *Jan Dekker* te Wormerveer wordt kaliumchloride als grondstof voor de electrolyse gebruikt. De hieruit verkregen kaliloog dient weer als grondstof voor de eigen zachte zeepfabricage.

De chloorverwerkende industrie is in de laatste 8 jaren sterk vooruitgegaan. Als voorbeelden hiervan noemen we de grootste chloorverbruikers die na de oorlog zijn opgekomen: de B.P.M. als fabrikante van polyvinylchloride, Stork Chemie als fabrikante van monochloorazijnzuur, zoutzure rubber en hexachloorcyclohexaan, Rids als fabrikante van chloorkoolwaterstoffen, chloor-nitrokoolwaterstoffen en hexachloorcyclohexaan en de strocellulosefabriek van de A.K.U.

Naast de drie aangehaalde centra, waar zich in de loop der jaren een electro-chemische industrie ontwikkeld heeft, dienen nog genoemd te worden de Carbidfabriek van Electro te Amsterdam, de Electro Chemische Industrie, een dochteronderneming van Noury & van der Lande te Roermond, Chefaro te Rotterdam en Mij. Oxygenium te Schiedam.

Oorspronkelijk omstreeks 1910 als water-electrolysebedrijf opgericht, heeft zich in de loop der jaren het bedrijf van Electro tot een grote industrie ontwikkeld.

Later werd dit systeem verlaten en haalde men de zuurstof d.m.v. een luchtscheidingsapparatuur uit de lucht, terwijl in 1941 een carbidfabriek in bedrijf kwam. Drie grote electrische ovens produceren gezamenlijk ruim 33 000 ton carbid per jaar. Een deel van het carbid verwerkt men in eigen bedrijf tot acetyleen, dat zelf weer tot grondstof dient voor tal van andere organische producten zoals azijnzuur, aceetaldehyde, trichlooraethyleen en aethylacetaat.

De Electro Chemische Industrie in Roermond dateert van 1926. Als unicum in Nederland kan vermeld worden, dat de electrische energie aanvankelijk geheel betrokken werd uit de eigen waterkrachtcentrale aan de Roer.

Het voornaamste product is natriumperboraat, een grondstof voor zelfwerkende wasmiddelen, terwijl sedert kort ook een waterstofperoxyde-installatie aan dit bedrijf werd toegevoegd.

Daarnaast worden nog andere per-verbindingen vervaardigd. Deze laatste producten worden sinds 1930 ook door de Chefaro te Rotterdam gemaakt.

De enige water-electrolyse bedrijven in ons land zijn Oxygenium te Schiedam en Philips, welke laatste waterstof en zuurstof alleen voor eigen bedrijf verwerkt.

Waterglas en potas.

Tengevolge van de ontplooiing van de strocartonindustrie in het Noorden van het land in het begin van deze eeuw, steeg de behoefte aan waterglas.

Dit is aanleiding tot de oprichting van de Gembo te Winschoten geweest tijdens de eerste wereldoorlog. Tengevolge van de depressie na de oorlog werd de oorspronkelijke N.V. ontbonden om enige jaren later weer opgericht te worden.

Naast de vervaardiging van waterglas werden er in de loop der jaren tal van andere producten aan het fabricage-programma toegevoegd.

In 1948 en 1952 werd het bedrijf nog uitgebreid met een drukinkt- en waterglasfabriek te Amsterdam.

De Zeepfabriek *Hustinx* in Maastricht gelukte het na veel experimenteren een waterglasfabriek te bouwen volgens een eigen systeem. Langzamerhand heeft ook dit bedrijf een behoorlijke plaats op de markt van waterglas weten te verwerven.

Daar de verwerkte melasse in de spiritusfabrieken kaliumzouten bevat, is de Zuid-Nederlandse Spiritusfabriek in 1905 er toe overgegaan hieruit potas te vervaardigen.

Hoewel de producten: potas, kaliumsulfaat en kaliumchloride vlot werden afgenomen, had de fabriek de eerste jaren met grote moeilijkheden te kampen door de stank, die het bedrijf voor de omgeving verspreidde. Nadat dit euvel grotendeels verholpen was en andere technische verbeteringen waren aangebracht, werd het potasbedrijf in 1914 in een afzonderlijke N.V. ondergebracht. Sindsdien heeft het door een gezond technisch en financieel beleid zijn belang in de Nederlandse chemische industrie bewezen.

Droge verfstoffen.

Een industrietak van vrij oude datum is de z.g. droge of chemische verfstoffenindustrie, die een groot aandeel heeft in de voorziening van de verfindustrie met pigmenten. De oudste bedrijven nl. van ultramarijn en loodwit, dateren van resp. omstreeks 1700 en 1780. Dit laatste product werd vervaardigd volgens de z.g. „Oud-Hollandse methode", waarbij de omzetting tot loodwit plaatsvond in stenen potten, waaromheen paardenmest was aangebracht. Hoewel men in de chemische industrie geen bepaalde afkeur aan de dag legt voor onaangename geuren, is men in latere jaren overgegaan tot het z.g. „kamerprocédé". Sinds enige tijd wordt ook loodwit vervaardigd volgens de precipitaatmethode.

Omstreeks 1870 werd in ons land de vervaardiging van andere organische pigmenten zoals chroomverfstoffen en ferrocyanideverfstoffen ter hand genomen,

terwijl kort voor 1900 de productie van zinkwit en lithopoon een aanvang nam. In de loop der laatste 50 jaar werd dank zij de toeneming der kennis van de chemie het productieprogramma uitgebreid met nieuwe anorganische en organische pigmenten, waarbij evenwel eerdergenoemde verfstoffen een belangrijke plaats bleven innemen.

Bijzondere aandacht wordt hierbij besteed aan de organische pigmenten en aan de zgn. flushed colours.

Hoewel loodmenie in ons land werd vervaardigd is de productie op grote schaal eerst van recente datum, hetgeen eveneens geldt voor loodtitanaat. Genoodzaakt steeds tegen de krachtig ontwikkelde Duitse verfstoffenindustrie te concurreren, kon onze Nederlandse industrie zich door het brengen van kwaliteitsproducten handhaven en wist zij zich een afzet op vele buitenlandse markten te veroveren, waar haar producten een goede naam hebben. Met een productie van circa *f* 40 000 000.— en werkgelegenheid biedend aan 1300 mensen neemt de verfstoffenindustrie heden ten dage een belangrijke plaats in de chemische industrie in.

Organische chemie.

De historische ontwikkeling van de organische chemie in de 19e eeuw voert ons zoals vanzelf spreekt terug naar de grondlegger daarvan: *Wöhler*. Zijn synthese van het ureum in 1828 is het fundament geworden van de gehele organische chemie.

Naast hem zijn talrijke andere grote figuren uit die periode op de voorgrond getreden, zoals o.a. *Berzelius* en *Liebig*.

Door verdere systematische onderzoekingen in de loop van de vorige eeuw is met de onontbeerlijke theorie als ondergrond een gehele industrie van organisch-chemische producten ontstaan.

Namen van wereldvermaarde chemici als *Berthelot, Kekulé, Wallach, Flückiger, Semmler* en vele anderen, die op dit speciale gebied in de laatste helft van de 19e eeuw baanbrekend werk hebben verricht, behoeven in dit verband slechts in herinnering te worden gebracht.

Ook in ons land leefden in die periode een aantal prominente figuren op organisch-chemisch gebied, wier inzichten en wetenschappelijk werk mede de basis voor de opbouw van de Nederlandse chemische industrie hebben gevormd.

Het waren Dr. *W. A. van Dorp*, Prof. *A. P. N. Franchimont*, Prof. *S. Hoogewerff*, Dr. *E. Mulder* en Prof. *A. C. Oudemans*, die tezamen in 1882 de redactie op zich namen van het „Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas", een wetenschappelijk tijdschrift, dat zich spoedig een internationale reputatie verwierf.

Behalve bovengenoemde chemici dienen hier zeker genoemd te worden Prof. Dr. *A. F. Holleman*, wiens leerboek der chemie nog steeds een standaardwerk is en Prof. Dr. *P. van Romburg*, die zich destijds reeds sterk interesseerde voor het complex der etherische oliën en reukstoffen. Thans, één en zeventig jaar na het verschijnen van het eerste nummer van het Recueil, mogen wij met erkentelijkheid vaststellen, dat dit orgaan niet alleen de spreekbuis is geworden van de Nederlandse organici — zoals in 1908 Prof. Dr. *Holleman* zeide ter gelegenheid van het eerste lustrum van de Nederlandse Chemische Vereniging —, doch dat het bovendien de organische chemie in dit land op een hoog wetenschappelijk niveau heeft gebracht.

Doch louter wetenschap is niet voldoende voor het ontstaan en tot bloei brengen van een industrie. De gegevens door de wetenschap verstrekt, moeten worden toegepast met zakelijk inzicht.

Het is begrijpelijk, dat de commerciële stuwing niet is uitgegaan van de Recueil-groep en dat het werk van bovengoemde Nederlandse geleerden niet industrieel gericht was.

Wij constateren zelfs, dat er somtijds een zekere schroom heerste de ontwikkelde wetenschappelijke theorieën op industriële basis in practijk te brengen. Als illustratie daarvan noemen wij de figuur van de vermaarde Prof. *Franchimont*, die jarenlang zijn ontdekking van het „reële salpeterzuur" in een kast verborgen heeft gehouden uit vrees, dat zijn geesteskind geadopteerd zou worden door een „profane" zakelijke onderneming.

Aan een volgende generatie was het beschoren, steunend op het werk en de inzichten van haar voorgangers, een organisch-chemische industrie in ons land op te bouwen.

Reuk- en smaakstoffen.

Indien wij nu deze industrie aan een nadere beschouwing onderwerpen zien wij het volgende:

De industriële ontwikkeling in deze richting werd oorspronkelijk geleid in bedrijven welke consumptiegoederen produceerden: de destilleerderijen gebruikten bij hun fabricagemethodes de vluchtige bestanddelen van o.a. welriekende kruiden en legden zich in feite daarmede toe op het produceren van etherische oliën voor eigen gebruik. Eerst later werd de weg ingeslagen naar de oprichting van zelfstandige reuk- en smaakstoffenindustrieën.

Indien wij in chronologische volgorde een indruk willen geven van de oprichting van de belangrijkste thans bestaande Nederlandse industrieën op reuk- en smaakstoffengebied, dan ontwikkelt zich het volgende beeld:

In 1889 stelden de heren *Leopold Schwarz* en *Jos Polak Jzn.* te Zutphen de eerste essence samen en legden daarmede de grondslag voor Polak & Schwarz's Essencefabrieken.

De heer *Jos Polak Jzn* trad in 1914 uit deze combinatie en stichtte te Amersfoort de N.V. Polak's Frutal Works.

De eerste fabriek voor etherische oliën werd te Amsterdam opgericht en wel in 1896. Het was de N.V. Oranje, welke zich tot 1931 heeft kunnen handhaven, doch daarna opging in de N.V. Chemische Fabriek „Naarden". Een viertal jaren later — in 1900 — werd door *J. Maschmeyer Jr.* in de Hoofdstad een onderneming gesticht voor de fabricage van reuk- en smaakstoffen.

Met een fabriek voor het produceren van glycerine vestigde zich in 1905 de N.V. Chemische Fabriek „Naarden" in het gelijknamige stadje. Spoedig daarna ging men zich ook hier toeleggen op de destillatie van kummel- en andere etherische oliën.

Hierboven vermeldden wij reeds Polak's Frutal Works N.V., welke zich sinds het voorjaar van 1914 te Amersfoort eveneens toelegt op de productie van reuk- en smaakstoffen.

In 1912 werd een overzicht gepubliceerd, waaruit bleek, dat in ons land een twaalftal fabrieken zich

bezig hield met de vervaardiging van reuk- en smaakstoffen en wel:

3 ondernemingen te Amsterdam	
1 te Groningen	1 te Haarlem.
1 te Zaandam	1 te Ouderamstel
2 te Roermond	1 te Nieuwendam
1 te Naarden	1 te 's-Gravenhage

Het totaal der werknemers bedroeg toen 185 en met trots werd vermeld, dat sommige dezer bedrijven 60 % van de productie exporteerden.

In 1953 kan de groei gemeten worden aan de hand van de volgende gegevens:

Jaar	Omzet in mill. gld.	Aantal arbeiders
1938	6	800
1948	26	1250
1951	46	1400

waarbij opgemerkt dient te worden, dat de vier grootste bedrijven samen 90 % van de omzet voor hun rekening nemen, terwijl er in totaal bijna 50 grote en kleine bedrijven in deze branche werkzaam zijn.

Als wij thans terugblikken op een halve eeuw van opbouw en ontwikkeling, dan zien wij weliswaar hoe ook de organisch-chemische industrie heeft moeten strijden tegen crises van individuele en economische aard, doch constateren wij tevens dat initiatieven van een vorige generatie rijke vrucht hebben gedragen.

Reeds van de aanvang af hielden de Nederlandse smaak- en reukstoffenindustrieën het oog gericht op het buitenland. Dochterondernemingen vormden voorposten in de belangrijke afzetgebieden en wie thans alleen reeds de lijst van eigen ondernemingen in het buitenland der vier grootste industrieën beziet, ervaart, dat er nagenoeg geen land ter wereld is, waar Nederland op het gebied van reuk- en smaakstoffen geen vaste voet heeft gekregen.

De steeds groter wordende nationale betekenis van de Nederlandse reuk- en smaakstoffenindustrie is duidelijk aanwijsbaar in onderstaande exporttabel.

Jaar	Export in mill gld.	Jaar	Export in mill. gld.
1920	4,0	1946	4,9
1930	4,5	1947	12,1
1936	3,1	1948	15,8
1937	4,7	1949	19,6
1938	4,0	1950	29,2
1939	4.7	1951	40,3
		1952	32,4

Met de jaren groeide het productie-programma. Een intensieve research ontstond, welke spoedig contacten legde met de universiteiten en andere wetenschappelijke centra als het T.N.O.

De buitenlandse ontwikkeling, zowel op technisch als op chemisch gebied, drukte eveneens haar stempel op de uitbreiding der fabricagemogelijkheden. Wij zien de groter wordende invloed van de synthese. Vele nieuwe producten zagen daardoor het licht, zowel op reuk- als op smaakstoffengebied.

Polak & Schwarz's Essencefabrieken N.V. verhuisde reeds spoedig van Zutphen naar Zaandam.

In 1919 werd een tweede fabriek in Hilversum gesticht. Thans omvat P. & S. 17 vestigingen en kan zeker tot de grootste organisatie ter wereld in deze branche worden gerekend.

Het fabricage-programma van de Fa. A. Maschmeyer Jr. is in hoofdzaak gebaseerd op de vervaardiging van synthetische reuk- en smaakstoffen, waarnaast ook etherische oliën en isolaten een belangrijke rol spelen. Als voorbeeld van deze laatste categorie kunnen bijv. geraniol en citronellol genoemd worden.

Op het gebied van de synthetische reukstoffen bekleedt „Maschmeyer" in Nederland een unieke plaats wat betreft de fabricage van l-menthol en van de verschillende kunstmatige muskussoorten. Daarnaast en er uit voortvloeiend werd de fabricage van parfumcomposities en van essences ter hand genomen.

De laatste tijd werd een onderzoek ingesteld naar de mogelijkheid van vervaardiging van andere dan de reeds bekende stikstof bevattende reukstoffen. Deze research heeft reeds belangwekkende mogelijkheden geopend en wordt met kracht voortgezet. Enkele publicaties op dit gebied, welke ook theoretisch van belang bleken te zijn, zijn reeds verschenen.

Aansluitend aan bestaande en nieuwe toepassingsmogelijkheden kreeg de productie van de N.V. Chemische Fabriek „Naarden" een veelzijdig karakter. De destillatie van glycerine is echter ook thans nog steeds een belangrijk onderdeel van het werkprogramma. Etherische oliën met haar isolaten en synthetische reukstoffen vormden in hun grote verscheidenheid de volgende phase, waarop logischerwijze de samenstelling van parfumcomposities en essences volgde.

Met het fabriceren van theobromine en caffeïne uit cacaoschroot werd de fabricage van pharmaceutische producten verder uitgebreid. Als gevolg van de grote vlucht, welke de katalyse heeft genomen, ontwikkelde „Naarden" in latere jaren een bereidingswijze voor natriumbenzoaat en benzoëzuur, welke producten als conserveringsmiddelen hun weg vinden in o.a. de pharmacie en levensmiddelen-industrie.

Tot de bederfwerende middelen kan men ook de antioxidantia rekenen. Van deze groep fabriceert men de gallaten van hogere vetalcoholen, welke op afdoende wijze het rans worden van vele vetten verhinderen.

Tenslotte wijzen wij nog op een veredelingsproces voor etherische oliën, het nardenisatieproces, waarbij de specifieke eigenschappen van deze oliën in de meest zuivere vorm naar voren komen door een volkomen verwijdering van terpenen en sesquiterpenen.

Na de tweede wereldoorlog heeft Polak's Frutal Works N.V. te Amersfoort haar research-afdeling aanmerkelijk uitgebreid. Bovendien werd een speciale afdeling in het leven geroepen voor de coördinatie van het researchwerk voor het gehele concern.

Men is in het researchlaboratorium van Polak's Frutal Works N.V. te Amersfoort van de gedachte uitgegaan zich zo goed mogelijk een beeld te vormen van de biochemische reacties, welke zich in de natuur afspelen en die in de plantenwereld tot het ontstaan leiden van talrijke daar voorkomende welriekende en welsmakende stoffen. Deze gedachte bij de keuze van research-onderwerpen op het gebied van reuk- en smaakstoffen heeft enige opmerkelijke resultaten opgeleverd, waarover te zijner tijd publicaties in de litteratuur zullen verschijnen.

Uiteraard is het niet doenlijk alle belangrijke bedrijven in deze Sector te noemen, doch een speciale plaats nemen de voornamelijk in het Noorden des Lands gevestigde ondernemingen voor het extraheren van karwijzaadolie in, een product, dat vrijwel uitsluitend in Nederland en Rusland wordt gewonnen.

Kleurstoffen.

De alizarine uit de meekrap was in de tweede helft van de vorige eeuw een belangrijke kleurstof voor de Turks-rood ververijen.

Sinds 1867 echter, toen de kunstmatige bereiding van alizarine uit anthraceen werd uitgevonden, ging de teelt van de meekrap zo achteruit, dat zij bij het begin van de 20e eeuw haar betekenis zo goed als verloren had.

Begin van deze eeuw werden de meeste synthetische kleurstoffen geïmporteerd uit Duitsland, daar de fabricage slechts op zeer bescheiden schaal in ons land werd uitgeoefend. Voor zover ons bekend zijn de N.V. Ned. Verf- en Chemicaliënfabriek te Delft (1897) en de Ned. Kleurstoffen Industrie te Amersfoort (1905) van de thans bestaande bedrijven de oudste.

Het grootste kleurstoffenbedrijf, de Fabriek van Chemische Producten Vondelingenplaat is opgericht in 1901. De eerste producten waren aether, chloroform en azijnzuur (uit „grau kalk"). Dit laatste werd grotendeels geëxporteerd naar Nederlands Indië voor de rubbercoagulatie.

Toen enige jaren later ontdekt werd, dat mierenzuur voor dit doel beter geschikt was, werd de productie hierop overgeschakeld. Tegen het einde van de eerste wereldoorlog is men begonnen met de vervaardiging van kleurstoffen; eerst nog op bescheiden schaal, doch allengs werd het aantal soorten uitgebreid.

Hoewel het bedrijf thans nog vele andere producten maakt, zoals natriumsulfide, oxaalzuur, insecticiden, synthetische looistoffen, pharmaceutische producten, transparant foliën, enz. is de kleurstoffen-afdeling toch de belangrijkste.

In 1920 verschafte het werk aan 150 personen, thans aan ruim 700.

Het tweede bedrijf van betekenis is de N.V. Franken Donders te Tilburg, voor de oorlog nog een veelzijdig bedrijf, nu voornamelijk gespecialiseerd op kleurstoffen. Zij bouwden daarvoor een geheel nieuwe fabriek, die in 1947 in gebruik werd genomen. De kleurstoffenfabriek te Delft werd enige jaren geleden ook in de N.V. Franken Donders opgenomen.

Springstoffen.

Tot een bekende nationale industrie behoren de „Buscruytmaeckers" in Holland, die thans bekend zijn onder de naam N.V. Nederlandse Springstoffenfabrieken.

De geschiedenis van de buskruitfabrieken is beschreven in een gedenkboek, dat verleden jaar, ter gelegenheid van het 250-jarige bestaan van de fabriek „De Krijgsman" te Muiden is uitgegeven.

Tengevolge van de technische vooruitgang zijn de huidige fabrieken niet meer te vergelijken met de vroegere buskruitmolens. Het bedrijf heeft in de laatste 50 jaar perioden van bloei en depressie gekend.

Daar de springstoffen, behalve voor militaire doeleinden ook in andere bedrijfstakken toepassing hebben gevonden, is de economische positie van de N.V. stabieler geworden. Als eenling op dit gebied heeft de onderneming sedert haar oprichting in ons land een belangrijke taak vervuld.

Actieve kool, ionenuitwisselaars e.d.

De ontwikkeling van de actieve kool-industrie dateert van het begin dezer eeuw. In de loop der laatste 25 jaren zijn enerzijds de toepassingen van het product steeds groter geworden, maar anderzijds werden de eisen, welke aan deze hulpstoffen werden gesteld, steeds hoger en moesten de eigenschappen zowel wat betreft activiteit, zuiverheid, korrelafmetingen en filtratie-bevorderend vermogen worden aangepast aan de omstandigheden in de meest uiteenlopende industrieën. Het gevolg is geweest, dat in de loop der jaren een groot aantal soorten van zeer verschillende activiteit en poreusheid tot ontwikkeling zijn gebracht en dat aan de verbruikers naast poedervormige producten ook actieve kool in geperste en harde korrels van verschillende afmetingen ter beschikking kon worden gesteld.

Door de N.V. Algemene Norit Mij. en haar dochterondernemingen is van 1908 af op de fabriek aan de Hembrug en sinds 1925 in Klazinaveen bij de bereiding van de verschillende soorten actieve kool en de practische toepassing ervan in verschillende industrieën, veel pionierswerk verricht. De fabriek te Klazienaveen, het hoofdbedrijf, is door haar ligging in het veengebied aangewezen op turf als grondstof. Hier wordt de poedervormige actieve kool vervaardigd voor technische- en pharmaceutische doeleinden. Het bedrijf te Hembrug maakt thans het korrelvormige product voor extractie-doeleinden.

Dit Nederlandse product wordt thans afgezet naar alle delen der wereld. In de veenderijen van dit bedrijf en in de fabrieken werken meer dan 500 personen.

Naast actieve kool kunnen voor ontkleuringsdoeleinden ook ontkleuringsharsen worden gebruikt. Deze worden vervaardigd door de N.V. Activit, een dochteronderneming van Ketjen. Bovendien worden door dit bedrijf ionenuitwisselaars op de markt gebracht. Deze producten worden thans eveneens door een dochteronderneming van de Centrale Suiker Mij vervaardigd.

Rayon.

In sommige kringen is men van mening, dat de rayon-industrie te beschouwen is als een onderdeel van de textielindustrie. Gezien de grondstoffen en de aard van het bedrijf tot het moment, dat de draad gesponnen wordt, hebben we hier echter te doen met een zuiver chemisch bedrijf.

Het is de ENKA te Arnhem geweest, die in 1913 de eerste rayon-garens fabriceerde. Deze is later opgenomen in de A.K.U., terwijl de H.K.I. (Hollandsche Kunstzijde Industrie) en de Nyma resp. dateren van 1919 en 1928. Deze groep heeft zich in een betrekkelijk korte tijd enorm ontwikkeld. De oorlog is echter aan deze industrieën niet ongemerkt voorbijgegaan. In 1944 werd het bedrijf te Arnhem vrijwel geheel verwoest, waardoor een groot gedeelte van de productie-capaciteit verloren ging. Gelukkig is men er in geslaagd door herstel en modernisering de capaciteit tot boven het vooroorlogse peil op te voeren. Bovendien werd een belangrijke technische verbetering verkregen toen in 1950 de Nyma continu-machines in gebruik nam. Ook de A.K.U. volgde spoedig met het systeem van continu-fabricage volgens eigen vinding.

Productie en verbruik van rayongaren en -vezels in Nederland.

Jaar	Productie in tonnen	Verbruik in tonnen
1920	225	150
1930	8 000	1 800
1939	10 900	4 800
1948	25 550	11 600
1951	36 185	15 700

Voor de oorlog exporteerde de rayon-industrie gemiddeld meer dan de helft van haar productie. Thans varieert dit tussen de 60 en 70 %.

Op de wereldmarkt van rayongaren en rayonvezel staan de Nederlandse producenten mede aan de spits.

Nederland stond in 1952 als exporteur van rayongaren op de tweede plaats met een aandeel van 16 % in de wereldexport. In 1951 bedroeg de export niet minder dan 140 000 000 gld.

Naast deze garens hebben de A.K.U. en de Nyma ook cellulose-derivaten in studie genomen, met het gevolg, dat na de oorlog het fabricageprogramma van beide bedrijven geleidelijk is uitgebreid. Carboxy-methylcellulose, viscose sponsen en flessencapsules zijn hier voorbeelden van.

De nieuwe synthetische vezelfabriek ter vervaardiging van nylongarens te Emmen, is een aanwinst voor de chemische industrie. De grondstof caprolactam wordt van de Staatsmijnen betrokken. Hier vinden we weer een voorbeeld van een product, dat geheel uit binnenlandse grondstoffen wordt vervaardigd.

Behalve vezels en garens worden ook op dezelfde basis polyamide staven en spuitgietkorrels vervaardigd.

De Nyma heeft sinds kort de vervaardiging van polyacrylonitril-garens ter hand genomen.

De afzet van al deze nieuwe producten is steeds stijgende. Ongetwijfeld zullen zij in de toekomst een belangrijke plaats innemen in onze export.

Thans zijn ruim 11 000 personen werkzaam in de rayon- en aanverwante industrie.

Kunststoffen.

De kunststoffen-industrie is ongetwijfeld een der jongste industrieën in ons land.

Onder kunststoffen verstaan wij hier organische verbindingen met een hoog molecuulgewicht, welke door condensatie of polymerisatie van meest eenvoudige organische stoffen worden verkregen en technisch worden toegepast naast, of in plaats van de conventionele grondstoffen, zoals hout, metaal, glas e.d. Over het algemeen hebben zij vooral gedurende en na de laatste oorlog een grote vlucht genomen.

Tot de kunststoffen behoren ook phenol-formaldehydeharsen (bakeliet) en kunsthoorn, welke reeds jaren voor de oorlog in Nederland algemeen bekend waren en toepassing vonden.

Na de oorlog zijn ook veel der nieuwere kunststoffen voor de Nederlandse industrie toegankelijk geworden en zowel de kunststoffen (grondstoffen) producerende als kunststofverwerkende industrieën nemen nog steeds toe. Bij deze groep kunnen wij een onderscheid maken tussen:

1. de fabrikanten van de kunststof-grondstoffen, bijv. in poedervorm of in korrels, waaronder de bereiding van polyvinylchloride (PVC), kunsthoorn, chloorrubber, zoutzure rubber, phenolformaldehydeharsen;
2. de verwerkers van kunstharsen (grondstoffen) tot halffabrikaten en gebruiksvoorwerpen, zoals dit geschiedt in de kunstharsperserijen en spuitgieterijen, kalanderbedrijven, extrusiebedrijven e.d.;
3. de bewerkende industrie, waaronder wij verstaan het bewerken van de onder 2. gevormde voorwerpen tot bijv. regenjassen, tassen, knopen e.d.

Als oudste product dient *Kunsthoorn* genoemd te worden, dat in een drietal fabrieken nl. te Voorschoten, Leeuwarden en 's-Heerenberg vervaardigd werd. Het bedrijf te 's-Heerenberg werd in 1926 gesticht, die te Leeuwarden en Voorschoten resp. in 1931 en 1937.

Aangezien naar hoeveelheid gemeten lebcaseïne verreweg de belangrijkste grondstof is en deze uit ondermelk wordt gewonnen, is de kunsthoorindustrie als een bij uitstek nationale industrie te beschouwen. Voornamelijk wordt kunsthoorn gebruikt in de knopenindustrie.

Phenol-formaldehydeharsen werden eveneens reeds voor de laatste oorlog in ons land gefabriceerd. Philips had voor electrotechnische doeleinden allerlei bakelieten vormstukken nodig, zodat eigen fabricage een logische ontwikkeling geweest is.

Aan het einde der dertiger jaren begaf ook de Verffabriek van Avis zich op dit terrein, terwijl Corodex te Zandvoort voor de fabricage van perspoeders en persproducten werd opgericht.

Ureumformaldehyde perspoeders kwamen na de laatste oorlog in ons land in productie.

Van Linge te Veendam heeft zich op deze producten gespecialiseerd.

Melamineharsen worden in Nederland om octrooirechtelijke redenen nog niet geproduceerd.

In tegenstelling tot de tot nu toe behandelde thermohardende harsen staan de thermoplastische harsen, welke bij verwarming steeds weer opnieuw gevormd kunnen worden.

Sedert 1950 wordt *Polyvinylchloride* in een modern ingerichte fabriek van de B.P.M. te Pernis gefabriceerd. De capaciteit van deze fabriek bedraagt 2000 ton. Aan de toepassingsmogelijkheden voor P.V.C. schijnt geen einde te komen. Oorspronkelijk werd het in spuitgietmachines en extruders tot gevormde voorwerpen of tot band en buis verwerkt. Op kalanders werd P.V.C. tot dunne foliën uitgewalst, terwijl het thans ook in de vorm van schuim-P.V.C. door de Draka op de markt wordt gebracht. Tot deze groep behoren ook de polyamiden, welke onder de naam Akulon door de A.K.U. sedert enkele jaren vervaardigd worden.

Helaas worden andere thermoplasten, zoals polystyreen, polyaethyleen en celluloseacetaat in ons land niet vervaardigd. Hoewel de grondstoffen hiervoor overvloedig aanwezig zijn, vormen andere factoren zoals: een te klein afzetgebied, een beletsel voor het bouwen van fabrieken voor deze producten.

De verwerkende industrie kan men in 2 categorieën splitsen, zoals aan het begin van dit hoofdstuk reeds uiteengezet werd. Voor het gemak noemen we deze resp. verwerkende- en bewerkende industrie. De verwerking kan weer onderscheiden worden al naar de aard van de apparatuur, welke gebruikt wordt in:

1e. persen
2e. spuitgieten
3e. spuiten
4e. kalanderen.

Met uitzondering van het persen dateren deze verwerkingsmethodes voor kunststoffen van na de laatste oorlog, hoewel de kalandermethode reeds tientallen jaren in gebruik was bij de rubber- en linoleumfabricage.

De ondernemingen voor het verwerken van kunststoffen rezen na 1945 dan ook als paddestoelen uit de grond. Vooral voor de spuitgietmethode had men een overmatige belangstelling.

Zoals meer voorkomt bij een jonge industrie werden producten in de handel gebracht, welke niet volledig aan de gestelde eisen voldeden, omdat niet voldoende kennis omtrent de eigenschappen van het materiaal aanwezig was. Gaandeweg verbeterde dit, niet in het minst door toedoen van het werk van het Kunststoffeninstituut T.N.O. te Delft.

De snelle groei van deze tak van industrie blijkt uit onderstaande tabel:

Jaar	Omzet in mill. gld.	Aantal arbeiders	Export in mill. gld.	Aantal bedrijven
1938	11	1150	2	41
1947	64	2800	14	60
1948	72	3000	22	95
1950	80	3800	34	125
1951	85	3800	38	140

Deze cijfers hebben betrekking op de kunststoffenindustrie incl. vloerbedekkingsmateriaal, zoals linoleum, verfkunstharsen en knopen.

Inderdaad werd bij de Woltersomse indeling linoleum bij de kunststoffen gevoegd, zodat dit eigenlijk de oudste vertegenwoordiger van de kunststoffenindustrie is.

De Linoleumfabriek te Krommenie werd opgericht in 1899 en heeft zich sedertdien voorspoedig ontwikkeld. Naast linoleum werd in later jaren ook de fabricage van viltzeil ter hand genomen, waarbij gebitumineerd viltpapier als onderlaag in plaats van jute gebruikt wordt.

In de loop der jaren werd te Huizen een grote viltzeilfabriek gebouwd (1927) en een kleiner bedrijf te Zwolle gesticht.

Uiteraard houdt de productie nauw verband met de aanbouw van woningen, kantoren etc. in binnen- en buitenland.

Pharmaceutische producten.

Indien we een blik werpen in het verleden, dan blijkt, dat tot de oudste bedrijven behoren de fabrikanten van Haarlemmerolie.

Het is merkwaardig, dat dit product niet alleen in ons land maar ook buiten onze grenzen een geregelde afzetmarkt vond. Thans zijn deze producten op de achtergrond geraakt.

Verscheidene pharmaceutische bedrijven vinden haar oorsprong in apotheken, zoals bijv. Brocades Stheeman. Gesticht in 1800, is het uitgegroeid tot een bedrijf met 1100 werknemers.

Het maatschappelijk kapitaal in 1900 bedroeg *f* 550 000,—, welk bedrag thans tot het 12-voudige is gestegen. Sinds enige jaren heeft dit bedrijf een nieuwe fabriek in gebruik genomen voor de bereiding van synthetische geneesmiddelen.

De kininefabrieken hebben in deze laatste 50 jaar een belangrijke bijdrage geleverd in de voorziening van kininepreparaten, niet alleen voor ons land, doch over de gehele wereld.

De verwerking van kinabast tot zwavelzure kinine dateert van 1881 door de Amsterdamsche Chininefabriek. Dat deze producten niet onbetekenend waren, moge blijken uit de aanvoer van kinabast op de Amsterdamse veilingen.

Jaar	In tonnen
1892	3875
1900	5262
1910	8841
1938	6068 (invoer)
1951	2880 (invoer)

In 1904 werd nog een tweede bedrijf gesticht, de N.V. Nederlandse Kininefabriek te Maarssen. Hoewel de verwerking van kinabast nog steeds de hoofdbasis vormt van deze bedrijven, zijn thans tal van andere pharmaceutische producten aan het fabricageschema toegevoegd, zoals joodzouten, bismuthverbindingen, caffeïne, theobromine, sulfageneesmiddelen en tal van andere chemotherapeutica.

De N.V. Organon dateert van 1923. Deze N.V. werd opgericht door Zwanenbergs fabrieken te Oss, die grote slachterijen bezitten, welke een afzetgebied voor dierlijke klieren zochten. De hormoonpreparaten en vele andere geneesmiddelen van dit bedrijf zijn over de gehele wereld bekend. Het bedrijf heeft zijn opkomst te danken aan het uitstekende researchwerk.

Een der belangrijkste ontwikkelingen in deze sector in de laatste jaren is de penicilline-fabriek in Delft. De wijze, waarop de bereiding van dit product gedurende de oorlogsjaren is uitgewerkt, getuigt van deskundigheid op researchgebied.

Van internationaal belang zijn ook de in ons land vervaardigde producten zoals: theobromine, caffeïne, opiumalcaloïden, chemotherapeutica en vitamines.

De pharmaceutische industrie telt niet minder dan 200 bedrijven, doch zeker 90 % van de productie is in handen van een 30-tal bedrijven.

Men kan deze industrie verdelen in drie groepen:

a. Confectionneerbedrijven; dit zijn de fabrieken, die de stoffen een physische bewerking geven met het doel geneesmiddelen in de bepaalde vorm, dosering of verpakking voor de verbruiker beschikbaar te stellen.

b. Bedrijven, welke zich toeleggen op de extractie en bewerking van natuurlijke stoffen zoals bijv. de bereiding van alcaloïden en hormonen.

c. Bedrijven welke synthetische producten vervaardigen.

De onder c. genoemde producten zijn in het buitenland eerder tot ontwikkeling gekomen dan in ons land, omdat deze zijn ontstaan uit de kleurstoffenindustrie. Hier is men daarentegen uitgegaan van natuurlijke grondstoffen en isolatie van de belangrijkste bestanddelen daaruit.

Na de laatste oorlog is de fabricage van synthetische producten met sprongen vooruitgegaan, zodat de achterstand vrijwel is ingehaald.

Voor 1940 bestond de export in de pharmaceutische sector voornamelijk uit kininederivaten, thans is de

verhouding van kinine tot andere pharmaceutische producten ongeveer 1 : 1.

In de voorziening van de binnenlandse behoefte is sinds de dertiger jaren ook een wijziging gekomen; werd destijds 80 % geïmporteerd, in de laatste jaren is dit verminderd tot beneden de 50 %.

Export in	Kinine preparaten	Andere Pharm. producten
1920	3.4 millioen gulden	3.2 millioen gulden
1939	10.4 ,, ,,	3.5 ,, ,,
1951	21.3 ,, ,,	20.9 ,, ,,

Jaar	Aantal werknemers
1939	2500
1951	5500

Bovenstaande cijfers geven voldoende aan, welk een snelle vooruitgang in de laatste jaren heeft plaats gehad. Dit resultaat is voornamelijk bereikt door de intensieve research in moderne laboratoria. Door de goede samenwerking van artsen, apothekers, bacteriologen en chemici is men er in geslaagd de omzet van deze industrie van 16 millioen gulden in 1938 te brengen op 100 millioen gulden thans.

De vooruitzichten worden voor de naaste toekomst gunstig geacht.

De gistingsbedrijven.

Aangenomen wordt, dat de bakermat der fabricage van gist ten behoeve van de bakkers, in het begin van de 19e eeuw in de Hollandse branderijen is te zoeken. Hoofdzakelijk werd echter gebakken met gist uit brouwerijen met zgn. „bovengisting" (zuurdeeg). Toen de brouwerijen meer overgingen tot het systeem van „ondergisting" en de daarbij gewonnen gist minder geschikt bleek voor de bakkerij, werd naar een andere oplossing gezocht.

Het is *J. C. van Marken* geweest, die het plan uitwerkte voor een gistfabriek, met het gevolg, dat in 1870 in Delft de Nederlandse Gist- en Spiritusfabriek in bedrijf werd genomen.

Hoewel begonnen met een bescheiden kapitaal van *f* 150.000,—, is deze fabriek gedurende de 82 jaren van haar bestaan uitgegroeid tot een zeer modern ingericht groot-bedrijf.

Behalve spiritus en gist is het fabricage-programma geleidelijk uitgebreid; zo werd in 1932 een afdeling in gebruik genomen, waarin langs gistings-technische weg butanol, aceton en daaruit afgeleide producten werden verkregen, terwijl in 1946 penicilline op de markt werd gebracht.

De verkoop van spiritus geschiedt in samenwerking met de Zuid-Nederlandse Spiritusfabriek te Bergen op Zoom. Dit bedrijf, dat in 1899 is opgericht, verwerkt de melasse van de suikerfabrieken hier te lande. Naast deze bedrijven heeft zich nog de vergisting van melasse en suiker tot melkzuur en citroenzuur bij resp. de Schiedamsche Melkzuurfabriek en Noury & van der Lande ontwikkeld.

Plantenziektenbestrijdingsmiddelen en insecticiden

Tot de oudste bestrijdingsmiddelen moeten gerekend worden Kopersulfaat, Bordeause pap hieruit bereid en zwavel met de hiermede bereide Californische pap.

Kopersulfaat werd in vroeger jaren door enkele zwavelzuurfabrieken vervaardigd, terwijl ook de Kabelfabriek te Delft haar koperafvallen in sulfaatvorm op de markt bracht. Thans vindt geen kopersulfaat-productie meer plaats. De voor landbouwdoeleinden nodige hoeveelheden moeten worden ingevoerd, vnl. uit België.

Voor wereldoorlog II werd per jaar tussen de 3 en 4 000 ton ingevoerd, tegenwoordig slechts enkele honderden tonnen, wel een bewijs, dat kopersulfaat voor een groot deel verdrongen werd door andere producten.

Hetzelfde gebeurde met andere „klassieke" bestrijdingsmiddelen. Het behoeft geen betoog, dat men in ons land met zijn sterk agrarisch karakter altijd een gereed afzetgebied voor deze producten vond en daarom is het ook verklaarbaar, dat ondanks de nationale productie, welke zich sedert de 30er jaren in snel stijgende lijn beweegt, er toch zoveel buitenlandse merkproducten geïmporteerd worden.

Zoals voor zoveel takken van de chemische industrie is uiteindelijk de steenkool ook als oergrondstof te beschouwen voor tal van bestrijdingsmiddelen. De teerdestilleerderijen leverden carbolineum, terwijl uit benzol en phenol een hele reeks producten bereid konden worden met desinfecterende of insectendodende werking; D.D.T., hexachloorcyclohexaan, pentachloorphenol enz.

Van een grote ontwikkeling kan echter pas gesproken worden na de 2e wereldoorlog. D.D.T werd gedurende de laatste oorlog op grote schaal door de geallieerde legers gebruikt en het behoeft dan ook geen verwondering te wekken, dat de fabricage hier te lande door Organon in licentie van de Zwitserse firma Geigy tamelijk snel ter hand werd genomen.

Reeds eerder was men in een 5-tal fabrieken begonnen met de productie van hexachloorcyclohexaan (HCH). Het zeer werkzame gamma-isomeer werd onder de naam Gammexaan door de (Engelse) Imperial Chemical Industries gedurende de laatste oorlog tot ontwikkeling gebracht.

Het succes was zo groot, dat de fabriek kort na de oorlog de vraag niet meer aankon. Daardoor werd de Nederlandse industrie in staat gesteld zich snel een groot deel van deze markt te veroveren.

Lange tijd gold Nederland (samen met Engeland) als de voornaamste leverancier van HCH.

Langzamerhand werden overal dergelijke fabrieken opgericht, zodat de export wel iets terugliep, maar door de fabricage van het actieve bestanddeel in zuivere vorm (gamma-isomeer), dat onder de naam Lindane bekend werd, kon toch een belangrijk gedeelte van de markt voor de Nederlandse fabrieken behouden worden.

Naast de reeds genoemde producten is er de laatste jaren een indrukwekkende reeks van nieuwe producten aan de markt gekomen en bijna dagelijks worden er weer nieuwere aan toegevoegd. Gelukkig dat een aantal zeer actieve bedrijven in ons land deze ontwikkeling op de voet volgt, waardoor deze tak van industrie voortdurend „bij" blijft.

Dat de Nederlandse producten niet alleen op de binnenlandse markt, maar ook in het buitenland een goede naam hebben gekregen, is mede te danken aan de uitstekende preventieve contrôle, welke wordt uitgeoefend door de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen. Het vele researchwerk in de laboratoria,

maar vooral de, veel tijd vergende, veldproeven maken deze industrie zeer kapitaalintensief en betrekkelijk weinig arbeidsintensief.

Ongeveer een 1000-tal arbeiders zijn thans in deze tak van de chemische industrie werkzaam, terwijl de jaarlijkse omzet bijna 20 millioen gulden bedraagt.

Typisch is dat een gedeelte van deze industrie sedert kort ook belangstelling heeft voor de rubberindustrie. Enkele van de moderne schimmelbestrijdingsmiddelen op basis van esters van carbaminezuur en vooral ook het tetra-methylthiuramdisulfide, waren reeds bekend als uitstekende rubbervulcanisatieversnellers.

Veel kan nog worden verwacht van de selectieve onkruidbestrijdingsmiddelen: o.a. esters en zouten van het 2,4-dichloor- en het 2,4,5-trichloorphenoxyazijnzuur, welke producten ook in ons land in verscheidene fabrieken vervaardigd worden; methylchloorphenoxyazijnzuur zelfs al gedurende de laatste oorlog, toen het ook in het buitenland nog niet eens bekend was.

Koolteerproducten.

Omstreeks 1800 begon de gasindustrie van betekenis te worden. Gedurende de eerste 25 jaar der 19e eeuw kwamen in de grote Europese steden de gasfabrieken tot stand. De eerste Nederlandse gasfabriek is gebouwd in 1825 te Amsterdam. Te zelfder tijd kwam ook de staalindustrie tot ontwikkeling, waardoor de behoefte aan cokes steeg.

Oorspronkelijk verbrandde men het lastige bijproduct koolteer, of liet het eenvoudig weglopen. Naarmate de gasindustrie toenam en men ter wille van de betere cokes- en gasopbrengst nieuwe systemen ging toepassen, steeg de teerproductie gestadig.

Volgens *Everwijn* bedroeg de koolteerproductie in 1910 ongeveer 49 000 ton, terwijl 4 200 ton watergasteer gefabriceerd werd. Thans wordt door de gasfabrieken en de cokesfabrieken der Staatsmijnen circa 150 000 ton koolteer afgeleverd.

De eerste fabriekmatige verwerking van teer had plaats in Engeland in 1825. De Nederlandse industrie dateert van 1900. De eerste fabriek was de Firma Stein en Takken, gevestigd te Utrecht; later werd de naam veranderd in Utrechtsche Asphaltfabriek.

Het Teerbedrijf te Uithoorn werd opgericht in 1927; de Olster Asphaltfabriek in 1918.

De verwerking van koolteer geschiedt bovendien bij de Staatsmijnen, te Sluiskil en enige kleinere bedrijven. De capaciteit van de bedrijven is ruim voldoende om de hier te lande geproduceerde teer te verwerken.

Bij de teerdestillatie maakt men onderscheid in de z.g. „zwarte producten" en de „blanke producten". De „zwarte producten" worden onderscheiden in pek, mastiek en daklak, draaiketelmassa, wegenteer, gedestilleerde teer en black varnish.

Grote hoeveelheden pek zijn nodig voor de fabricage van briketten uit steenkolengruis; de behoefte is ca. 70 000 ton per jaar, waarvan 90 % voor de brikettenfabricage en de rest voor isolatiedoeleinden. De behoefte aan wegenteer is te schatten op 20 000 ton; aan draaiketelmassa, nodig voor de vervaardiging van teerpapier 5 000 ton; aan mastiek en daklak, nodig voor het verwerken van teerpapier, 8 000 ton; aan gedestilleerde teer 4 000 ton; aan black varnish, een mengsel van gelijke delen pek en ruwe benzol, 1 000 ton. De productie van deze „zwarte producten" is voldoende om aan de vraag te voldoen. De productie van de „blanke producten", de destillaten, is ca. 15 000 ton per jaar. Wij onderscheiden hier drie fracties, nl. de ruwe benzol (3 500 ton), de lichte teerolie (11 000 ton) en de middel- en zware teerolie.

Naast de ruwe benzol uit teer worden nog grote hoeveelheden benzol rechtstreeks uit gas verkregen. Deze fracties worden weer gescheiden in tal van andere producten, waarvan vele als grondstof gebruikt worden voor de vervaardiging van tal van chemische producten.

Een deel wordt in het land verwerkt, een ander deel wordt geëxporteerd.

Beenderen.

De beenderverwerkende industrie is gevestigd te Delft en Utrecht. De N.V. Lijm- en Gelatinefabriek „Delft" werd gesticht in 1885. Oorspronkelijk werd alleen beenderlijm gemaakt; eerst in 1911 werd ook de vervaardiging van gelatine ter hand genomen.

Daar zoutzuur een der hulpstoffen voor dit fabricage-proces is, werd hiervoor een fabriek opgericht. Men ging hierbij van zwavelzuur en natriumchloride uit.

De productie werd in 1940 gestaakt, toen voldoende zuur door de electrolyse-bedrijven werd afgeleverd.

De Chemische Fabriek Wed. P. Smits & Zn te Utrecht dateert ook uit de vorige eeuw. Naast beenderlijm is het belangrijkste product beenzwart, dat voornamelijk in de suikerindustrie wordt gebruikt. In 1900 werd 1581 ton ter waarde van *f* 182 000,— ingevoerd en 2526 ton ter waarde van *f* 303 000,— geëxporteerd. Hieruit blijkt al, dat in die tijd de beenzwart-productie niet onbelangrijk was.

De verwerkte beenderen komen voornamelijk uit het binnenland.

Door de intensieve propaganda, die de laatste jaren is gevoerd om de aanvoer van beenderen te stimuleren is men minder afhankelijk van de import.

Door ophaaldiensten over het gehele land verspreid, worden de beenderen bij slagers en abattoirs opgehaald.

In en kort na de oorlog heeft men een moeilijke tijd gehad, daar de aanvoer van beenderen belangrijk was teruggelopen. Sinds 1948 is de productie geleidelijk gestegen, zodat thans het niveau van voor de oorlog reeds overschreden is. De technische verbeteringen van de apparatuur is de kwaliteit der beenderproducten in de laatste jaren zeer ten goede gekomen.

De fabrieken in Dongen en Valkenswaard vervaardigen vleeslijm voor de papierindustrie, dat bereid wordt uit afval van huiden. Beide bedrijven dateren ook uit de vorige eeuw. Oorspronkelijk was er nog een derde bedrijf in Waalwijk, doch dit heeft de productie reeds lang voor de oorlog gestaakt.

In 1950 werd ongeveer 3000 ton beender- en vleeslijm vervaardigd. Hiervan werd bijna de helft geëxporteerd.

Kleefstoffen en textielhulpmiddelen.

Het aantal plakmiddelen dat naast de hierboven beschreven dierlijke lijmen op de markt is verschenen is zeer groot. De belangrijkste zijn de zetmeelderivaten. De oudste vorm van zetmeelwinning is de stijfselfabricage. Na de Napoleontische tijd trof men

in ons land vele van deze bedrijven aan. De eerste aardappelmeelfabriek is opgericht in Oosterbeek door W. A. Scholten, de grondlegger van de grote bedrijven in Foxhol in de provincie Groningen. In de loop van de 19e eeuw nam het aantal aardappelmeelfabrieken steeds toe, zodat volgens ons ter beschikking staande gegevens er omstreeks 1900 ca. 37 bedrijven waren, bijna alle gelegen in de Veenkoloniën.

De verdere verwerking tot dextrine en glucose geschiedde in die tijd in 10 fabrieken. Sindsdien heeft deze groep zich steeds verder ontwikkeld.

Productie van Kristalgom en Dextrine.

Jaar	Hoeveelheid
1910	10 000 ton
1950	33 000 ton

Behalve plakmiddelen vervaardigt deze groep ook textielhulpmiddelen op zetmeelbasis. Op het gebied van de export der zetmeelderivaten staat Nederland aan de spits.

De vervaardiging van synthetische lijmen is na de laatste oorlog tot ontwikkeling gekomen. De belangrijkste zijn de ureum-formaldehyde lijmen, welke voornamelijk in de houtindustrie worden gebruikt; van meer recente datum zijn de lijmen op basis van polyvinylacetaat.

De andere plakmiddelen, zoals caseïnelijm, rubberlijm etc. blijven echter toch een belangrijke rol spelen. In totaal zijn een 50-tal bedrijven op dit gebied werkzaam, tezamen een gezonde tak van industrie vormend.

Door de groei van de textielindustrie ontstond er een steeds grotere vraag naar tal van chemische hulpmiddelen. Gelukkig heeft in de laatste 25 jaar de chemische industrie zich ook in deze richting ontwikkeld, zodat vele hulpmiddelen in eigen land vervaardigd worden.

Naast de zetmeelindustrie is de Servo te Delden een der belangrijkste bedrijven op dit terrein.

Als leverancier van grondstoffen dient nog de N.V. Olieraffinaderij Zuilen te Maarssen genoemd te worden. De vetalcoholen, gemaakt uit spermaceti-olie, vormen het hoofdproduct, terwijl synthetische vetalcoholen binnenkort aan het fabricageprogramma zullen worden toegevoegd.

Zeep.

Zeep wordt in ons land al eeuwen vervaardigd. Zo is de Zeepfabriek „De Vergulde Hand" al opgericht in 1554. Men kan echter pas van een zeepindustrie spreken na de invoering van de stoommachine, waardoor het mogelijk werd zeep op grote schaal te fabriceren. Tegelijkertijd ging men zich ook toeleggen op het winnen van glycerol, een belangrijk bijproduct, dat thans nog door enige bedrijven gedestilleerd of geraffineerd wordt.

Een stimulans voor de ontwikkeling van de zeepindustrie is de opheffing van de hoge zeepaccijns in 1893 geweest. Daar de afzet van zeep bijna geheel op het binnenland gericht was, en de capaciteit steeds voldoende is geweest om in de behoefte te voorzien, zijn in- en uitvoer altijd onbelangrijk geweest.

Het verbruik van gewone zeep en vooral zachte zeep, heeft zich niet meer tot het vooroorlogse niveau kunnen opwerken, voornamelijk ten gevolge van het gebruik van synthetische zepen. Dit volgt duidelijk uit onderstaande tabel van het verbruik per hoofd van de bevolking per jaar van zeepproducten.

Jaar	Hoeveelheid
1938	11.1 kg
1947	7.5 „
1948	8.8 „
1949	7.1 „
1950	9.4 „
1951	7.1 „

Bovendien zijn de prijzen in verhouding tot andere levensbehoeften sterk gestegen.

In totaal vinden ca. 3 000 arbeiders werk in de zeepindustrie, terwijl de omzet ongeveer 125 millioen gulden bedraagt.

Kaarsen.

Uit onze vaderlandse geschiedenis is bekend, dat in de 16e eeuw bij de Katholieke Kerk en de Adelstand waskaarsen in gebruik waren.

De vervaardiging geschiedde in vele kleine plaatselijke bedrijfjes, terwijl ook kaarsen op de boerderijen zelf gemaakt werden. In de loop van de 19e eeuw is de stearine-kaarsen industrie opgekomen, waardoor de waskaarsenvervaardiging grotendeels verdrongen werd, met als gevolg, dat in 1900 en ook nu het aantal waskaarsenbedrijfjes beperkt is.

De belangrijkste stearine- en stearinekaarsenfabrikante in ons land is de Kaarsenfabriek te Gouda. Tevens zijn er nog een 7-tal kleinere fabrieken.

Hoewel Gouda-Apollo algemeen bekend is om haar kaarsen, vormen deze toch slechts een onderdeel van het bedrijf. De in 1858 opgerichte fabriek „Gouda" bereikte met de stearinekaarsenfabriek „Apollo" te Schiedam in 1900 een export-overschot van bijna 6000 ton stearine. Beide fabrieken verenigden zich later tot de N.V. Verenigde Stearine Kaarsenfabrieken „Gouda-Apollo". Daarnaast worden echter ook andere vetsplitsingsproducten vervaardigd, zoals oleïne en glycerine. Onlangs werd een nieuwe continue vetsplitsingsapparatuur in bedrijf genomen en een vacuum-destillatie apparatuur, waardoor de capaciteit aanmerkelijk werd vergroot.

Verf.

Verf is een reeds eeuwenoud product. Het is voldoende bekend, dat onze vermaarde kunstschilders hun verven zelf vervaardigden; dit was ook het geval met de gewone schilders.

Uit dit ambachtsbedrijf is de verfindustrie voortgekomen. Het is dan ook wel begrijpelijk, dat er in ons land steeds vele verffabrieken zijn geweest. Omstreeks 1900 bestonden er ruim 90 bedrijven met 1300 arbeiders, terwijl ook in die tijd nog veel verf door de schilders zelf werd gemaakt. De producten, die de verffabrikanten aanvankelijk maakten, waren nagenoeg gelijk aan die, welke de schilderspatroons 's winters plachten te vervaardigen.

Zij bestonden voornamelijk uit bewerkte plantaardige oliën, natuurlijke harsen en pigmenten, terwijl ter verdunning terpentijn werd gebruikt.

De voortschrijdende techniek in de laatste 50 jaren maakte het noodzakelijk, dat de verven aan steeds hogere eisen moesten voldoen. De chemische ontwikkeling in de verfindustrie dateert eerst van na de eerste wereldoorlog, toen men chemici in dienst nam en met de fabricage van cellulose-verven een begin werd gemaakt.

Een bijzondere stoot in deze richting gaf de ontwikkeling van de massafabricage van automobielen

in de Verenigde Staten, welke slechts mogelijk was, indien men beschikte over lakken met een korte droogtijd.

De vervaardiging van kunstharsen in ons land is ongeveer 25 jaar oud. Deze nieuwe bindmiddelen leverden vele voordelen op; betere constante eigenschappen dan de natuurharsen en de mogelijkheid producten te maken, die aan speciale eisen voldoen.

Aanvankelijk vond de fabricage plaats bij enige verffabrieken, doch in en na de laatste oorlog zijn er bedrijven gekomen (Scado, Honig, Synres en Synthese), die zich hier speciaal op toelegden.

De verfindustrie is gegroeid van een roer- en mengbedrijf tot een industrietak met een uitgesproken chemische inslag. De laboratoria met academici en assistenten zijn tegenwoordig een integrerend onderdeel van het bedrijf geworden.

Vergelijken we de verven en lakken van thans met die van voor de oorlog, dan zien we een relatief sterke stijging van cellulose en synthetische lakken in vergelijking met de z.g. klassieke producten.

Ons vochtige klimaat stelt hoge eisen aan de kwaliteit van verven als conserveringsmiddel van hout en metalen. Gelukkig is de Nederlandse verfindustrie er in geslaagd alle gewenste kwaliteiten te fabriceren, zodat ons land op dat gebied onafhankelijk is van het buitenland. Deze resultaten zijn mede bereikt door de samenwerking der fabrikanten zowel op technisch als economisch gebied. De bereikte resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel:

Jaar	Omzet in mill. gld.	Export in mill. gld.
1946	52	7.0
1948	110	18.2
1950	111	16.5
1951	133	24.0

De verfindustrie is weinig arbeidsintensief. Het aantal arbeiders bedraagt thans circa 5000.

Drukinkt en chemische kantoorbehoeften.

Een qua omzet in de totaliteit der chemische industrie niet zo belangrijke tak is de drukinktindustrie, waarvan echter het product in de hedendaagse samenleving maar node gemist zou kunnen worden. Van het ochtendblad af, via het sigarenbandje, belastingbiljet en honderden andere voorwerpen, tot het kleurige plaatwerk, dat men 's avonds ter ontspanning bekijkt, blijft men in contact met de drukinkt, zonder dat men zich dat realiseert.

Het fabriekmatig vervaardigen van drukinkt dateert in Nederland, zowel als elders pas van kort voor de eeuwwisseling.

Voorheen vervaardigden de drukkers hun eigen inkten, doch met het gecompliceerder worden van de druktechnieken en de snelle ontwikkeling van de chemische wetenschap ontstonden er bedrijven, die zich uitsluitend op de vervaardiging van drukinkten toelegden. Naarmate de grafische industrie in ons land groeide, werden tengevolge van het toenemen der druksnelheid aan de drukinkten steeds hogere eisen gesteld, zodat productie in gespecialiseerde bedrijven noodzakelijk was.

De technische achterstand, tengevolge van de laatste wereldoorlog, kon zeer snel worden ingelopen, hetgeen indirect wel blijkt uit de sterk gestegen export, die alleen mogelijk was door het brengen van een kwaliteitsproduct.

De periode der laatste jaren, bracht naast enige nieuwe grondstoffen en dus ook nieuwe inkten, nog een nieuw procedé, het zgn. silk-screenprocedé met zeer bijzondere toepassingsmogelijkheden, waarvoor ook weer drukinkten werden ontwikkeld.

De import, die voor de laatste oorlog steeds belangrijk was, is de afgelopen jaren zeer gering gebleven, dank zij de activiteit der fabrikanten, waardoor practisch de gehele binnenlandse markt veroverd is; een grotere productie en hierdoor een ruimere werkgelegenheid in deze branche was hiervan het gevolg.

In de loop der 50 jaren groeide de drukinkt-industrie van een zeer klein bedrijfstakje met slechts enkele werknemers uit tot een tak van nijverheid, die in de huidige chemische industrie een bescheiden, doch een geheel eigen plaats inneemt.

Een andere industrietak, die eveneens tot de kleinere behoort, omvat de vervaardiging van de zgn. chemische kantoor-, schrijf-, school- en kunstschildersbenodigdheden.

Het productieprogramma is zeer omvangrijk, nl. stencils, carbonpapier, inktlinten, schrijf- en teekeninkten, plakmiddelen, verschillende soorten krijt, kunstschildersverven, pastels en vele andere artikelen. De typisch Nederlandse ondernemingsgeest heeft hier geleid tot de opbouw van enige bedrijven, die over de gehele wereld een zeer goede naam hebben.

Hoewel inkten en gom reeds lang bekend waren, is van enige fabriekmatige vervaardiging eerst sprake tegen het einde van de vorige eeuw.

De ontwikkeling gaat dan echter snel, teneinde te kunnen voldoen aan de eisen, die tengevolge van steeds moderner wordende kantooroutillage gesteld worden; hierbij speelde uiteraard de voortschrijdende chemische techniek een belangrijke rol.

In het bijzonder mag hier ook nog het artikel kunstschildersverf genoemd worden, dat, dank zij een uitnemende reputatie in het buitenland, een belangrijk exportartikel is.

Cosmetica en poetsmiddelen.

We willen nog een enkel woord wijden aan de cosmetische en onderhoudsmiddelenindustrie.

Een groot aantal bedrijven, voornamelijk kleine doch ook enkele grote, vervaardigen tal van producten voor huishoudelijk gebruik.

Hoewel de fabricage op zich zelf meestal vrij eenvoudig is, moet de bedrijfsleiding beschikken over vak- en zakenkennis, wil men met succes een afzetgebied scheppen.

Als voorbeeld van een goed zakelijk geleid bedrijf noemen wij het Erdal Concern.

In 1915 opgericht, heeft dit bedrijf zich sindsdien ontwikkeld tot een zeer modern ingericht bedrijf met ruim 600 arbeiders, en uitgebreide laboratoria. De ontwikkeling van dergelijke industrieën geeft dus niet alleen een enorme deviezenbesparing, maar tevens blijkt, dat deze bedrijven met succes op de buitenlandse markten kunnen concurreren.

Ontwikkeling.

In het voorgaande is groepsgewijs een overzicht gegeven van de vooruitgang van de chemische industrie in de laatste halve eeuw.

We mogen wel vaststellen, dat, terwijl tot voor kort deze industrie in ons land in vergelijking met het buitenland over het geheel genomen van beperkte omvang was, deze achterstand thans vrijwel is ingehaald. Een aardig beeld hiervan geeft onderstaande tabel.

Omzet van de chemische industrie per 1 000 000 inwoners (1950).

	in mill. dollars
U.S.A.	113
Engeland	70
West-Duitsland	37
Nederland	37

Hoewel ons land over het geheel genomen grondstof-arm is, geldt dit niet geheel voor de chemische industrie. De basis-industrie is behoorlijk ontwikkeld. Deze is gegrondvest op: delfstoffen uit eigen bodem (zout, steenkolen, aardolie en enige oppervlaktedelfstoffen), landbouwproducten (aardappelen, suikerbieten, oliezaden), afvallen van de veeteelt (beenderen, cadavers, lijmvlees) en de te importeren grondstoffen.

Ook zuurstof en stikstof uit de lucht mogen niet vergeten worden. Van het totale verbruik aan grondstoffen en hulpstoffen (exclusief energie) wordt ongeveer 30 % van de waarde betrokken uit de niet chemische sector van het binnenland.

De producten, die hieruit vervaardigd worden omvatten circa 40 % van de totale omzet van de chemische industrie.

Naast de modernisering en uitbreiding van de bestaande chemische industrie zijn er plannen voor nieuwe industrieën in voorbereiding, zoals: de verwerking van anhydriet tot cement en zwavelzuur, de bereiding van soda gebaseerd op de zoutlagen in de omgeving van Delfzijl, carbon black en de verwerking van aardgas tot chemische producten.

Het aantal bedrijven bedraagt thans niet minder dan 1600, waaronder uiteraard ook vele kleine industrieën zijn.

Toch vervullen ook deze laatste een nuttige taak. Met eenvoudige bedrijfsmiddelen worden artikelen gemaakt voor de directe verbruikers (poetsmiddelen, cosmetica, e.d.). Zij kunnen aan de meer gedifferentieerde verlangens van de afnemers voldoen.

Onderstaande investeringscijfers van na de oorlog geven een indruk van de recente ontwikkeling:

Jaar	Totaal investering (voor uitbreiding en vernieuwing) in mill. glds.
1948	110
1949	110
1950	135
1951	100
1952	85

Resultaten.

Zoals reeds eerder is vermeld is het niet mogelijk vergelijkende cijfers te geven van 1900 en thans. Omstreeks 1900 was de statistiek zeer gebrekkig en een georganiseerd bedrijfsleven met uitgebreide documentatiegegevens bestond niet. Wij moeten ons daarom beperken tot de resultaten van voor de oorlog tot heden. Overigens behoeven we hier niet te lang over uit te wijden, omdat Dr. G. *Berkhoff* op de jaarvergadering te Maastricht op 29 Juli 1952 (zie Chem. Weekblad No. 11 d.d. 14-3-'53) dit onderwerp reeds uitvoerig heeft besproken. Hij heeft daarin tot uitdrukking gebracht, welke plaats de Nederlandse chemische industrie inneemt in ons land t.o.v. het gehele bedrijfsleven en een vergelijking getrokken met de chemische industrie in de grote landen.

De resultaten van de bedrijfstakken, die ressorteerden onder de kortgeleden geliquideerde Bedrijfsgroep Chemische Industrie, zijn vermeld in onderstaande tabel.

Jaar	Omzet in mill. guldens	Afzet naar buitenland in mill. guldens	Aantal werknemers
1938	228	90	30 000
1946	463	85	27 000
1947	770	257	40 000
1948	940	312	45 000
1949	1050	375	48 000
1950	1190	495	50 000
1951	1400	712	50 000
1952	+ 1400	660	50 000

+ = schatting.

De jaaromzet in 1951 is in vergelijking met die in 1938 zeer sterk gestegen. Naast de afzetvergroting zijn de prijsstijgingen oorzaak van deze grote verschillen. Men kan alleen dan een juist beeld van de bereikte resultaten verkrijgen, indien de prijsstijgingen worden geëlimineerd. Helaas is het niet mogelijk een betrouwbaar indexcijfer van de prijsstijgingen van alle chemische producten te geven.

Van 1943 af zijn de prijzen steeds gestegen tot in 1951 een hoogtepunt werd bereikt. Sindsdien valt een aanzienlijke daling te constateren, zowel van de grondstoffen als van de eindproducten. In het voorgaande is meermalen tot uiting gekomen, van welk belang de export is voor de chemische industrie. Het is niet minder dan een levensbelang geworden voor tal van bedrijven. Het afzetgebied in ons land, resp. de Benelux, is voor velen te klein. Uit de voorgaande tabel is duidelijk te zien, dat de export zich in de laatste jaren in stijgende lijn heeft bewogen. Hierbij moet nog in aanmerking worden genomen, dat deze in werkelijkheid nog groter is, omdat een deel der producten in bewerkte vorm als onderdeel van allerlei goederen wordt uitgevoerd.

Dat de hoge exportcijfers niet zonder krachtsinspanning bereikt zijn, willen we nog met enkele woorden toelichten. Gedurende en na de oorlog eiste het nationale belang, dat de in- en uitvoer sterk gereglementeerd werd. Naarmate de grondstoffenaanvoer verbeterde werden de exportmogelijkheden verruimd. Tengevolge van de geleidelijke liberalisering van de Europese handel werden tal van invoerbeperkingen opgeheven.

Doordat de concurrentie met de buitenlandse bedrijven steeds toenam, begon men de bezwaren te ondervinden van de geringe bescherming van onze eigen industrie in vergelijking met onze grote buurlanden.

Verschillende landen gingen er zelfs toe over de tariefmuren nog te verhogen. Tal van pogingen op internationaal niveau om tot algemene verlaging van invoerrechten te komen, hebben tot nu toe weinig resultaat opgeleverd.

Factoren, die tot de snelle industriële ontwikkeling hebben bijgedragen.

a) Wij bespraken reeds, dat tal van grondstoffen

uit het binnenland betrokken werden; toch dient nog circa 70 % geïmporteerd te worden. Een gunstige factor vormt hierbij de centrale ligging van ons land ten opzichte van de afnemers en de gunstige ligging aan de grote waterwegen.

b) Omdat deze bedrijfstak voor een groot deel een veredelingsindustrie is, en de stabiliteit der hoogwaardige eindproducten aanzienlijk hoger ligt dan die der grondstoffen, zijn deze bedrijven minder gevoelig voor wisselingen, wat een gezonde ontwikkeling ten goede komt.

c) Door de verlaging van het consumptiepeil, zonder verstoring van de arbeidsvrede, had de loonfactor op de prijzen van de vervaardigde producten een gunstige invloed in vergelijking met die in andere industrielanden.

d) De energie, durf en inventiviteit van de ondernemer.

e) Tenslotte de harde noodzaak door de snelle bevolkingsaanwas.

De vraag, die zich hierbij voordoet, is of de ontwikkeling zich wel harmonisch heeft voltrokken. De productie-capaciteit in enkele sectoren is niet in overeenstemming met de economische mogelijkheden. Na de oorlog ontstond een grote vraag naar industrieproducten, tengevolge van het voorafgaande leveringsvacuum en de uitschakeling van tal van vroegere leveranciers in West-Europa. Tengevolge van de snelle groei is het begrijpelijk, dat het door de oorlog verstoorde evenwicht ook nadelige gevolgen heeft gehad voor een harmonische opbouw van de industrie, ondanks de maatregelen, die men van Overheidszijde dienaangaande had genomen (bedrijfsvergunningen).

Toch is het thans bereikte resultaat gunstig te noemen. Installaties, die economisch niet rendabel zijn, worden of zullen worden overgeschakeld op nieuwe producten.

Daar de investeringen van na de oorlog vrijwel alleen hebben plaatsgehad bij de basis- en grootindustrieën, is de oprichting van op zichzelf staande zuiver chemische bedrijven niet groot geweest. Dit is te verklaren, wanneer men bedenkt, dat deze bedrijven meer dan in enige andere sector sterk afhankelijk zijn van wederzijdse levering van grond- en hulpstoffen.

Men verwerkt dus bijproducten, tussenproducten, e.d. zoveel mogelijk in eigen of nevenbedrijven.

Het is een economische noodzaak geworden, tengevolge van de hoge transportkosten, dat men vele groepen van chemische productie-eenheden bijeen ziet.

Het is een verheugend verschijnsel, dat er steeds meer aandacht aan speurwerk wordt besteed. Vele bedrijven beschikken over goed uitgeruste bedrijfslaboratoria en researchafdelingen. Voor de middelgrote en kleinere bedrijven is de research-arbeid veelal te kostbaar om de snelle ontwikkeling bij te houden of voor te blijven. Zij zullen dan op de duur genoodzaakt zijn dit werk voor gezamenlijke rekening te doen plaatsvinden, zoals thans reeds geschiedt in T.N.O.-verband, of door een overeenkomst te sluiten met een grote buitenlandse collega.

De hulp van de Verenigde Staten (Marshallhulp) is ook deze bedrijfstak ten goede gekomen. Hierdoor was het mogelijk machines, grond- en hulpstoffen uit dit land te betrekken. Door licentie-overeenkomsten met grote Amerikaanse concerns werd het mogelijk de door de oorlog verkregen achterstand in technische ontwikkeling spoediger in te halen.

Tenslotte is de onderlinge samenwerking der fabrikanten een steun geweest. Dit onderlinge contact is thans uitgegroeid tot organisaties, waarbij alle bedrijven van enige betekenis zijn aangesloten.

Grijpen we terug naar het verleden, dan zien we, dat de zoutziederijen in 1898 reeds overgingen tot samenwerking.

Na de eerste wereldoorlog is de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie opgericht. Deze Vereniging is geleidelijk gegroeid tot aan 1941. De werkzaamheden bestonden voornamelijk uit de behartiging van de belangen bij de Overheid, onderlinge afspraken t.a.v. prijzen, afzetregelingen en voorlichting voornamelijk op economisch terrein. Begin 1942 werd deze Vereniging ontbonden om plaats te maken voor de verplichte bedrijfsorganisatie. De chemische industrie werd georganiseerd in de Bedrijfsgroep Chemische Industrie, welke onderverdeeld was in Vak- en Ondervakgroepen. Dat de opzet van de bezetter om de Nederlandse industrie zoveel mogelijk dienstbaar te maken aan de Duitse oorlogseconomie, slechts op zeer bescheiden schaal is gelukt, is te danken aan de gevoerde politiek van de Nederlandse Overheid en de samenwerking der fabrikanten zelf. Helaas heeft men niet kunnen voorkomen, dat een deel van het personeel der bedrijven naar Duitsland werd afgevoerd en de installaties van enkele bedrijven geheel gedemonteerd en afgevoerd werden.

Na de bevrijding werd met vereende krachten aan de opbouw begonnen. Hierbij hebben de organisaties, tengevolge van de vele Overheidsmaatregelen veel nuttig werk kunnen verrichten, niet alleen voor de voorziening met grondstoffen, maar ook voor het herstel van de gehavende bedrijven.

Hoewel vele voorschriften van de Overheid uit die tijd vrijwel opgeheven zijn, worden aan de bedrijfsleiding nog steeds zeer hoge eisen gesteld voor het voeren van een gezonde economische politiek.

De nationale en internationale vraagstukken, die de fabrikant raken, hebben een dermate gecompliceerde vorm aangenomen, dat ze in het algemeen beter door specialisten en in groepsverband behandeld kunnen worden. Het gevolg is dan ook geweest, dat na de opheffing van de Bedrijfsgroep Chemische Industrie, de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie en de kleinere branche-verenigingen, die bijna alle bij de eerstgenoemde zijn aangesloten, een actief aandeel hebben in de behartiging van de belangen van de fabrikanten in de chemische industrie.

Bij het opstellen van dit artikel is een dankbaar gebruik gemaakt van gedenkboeken en gegevens, welke wij van verschillende zijden mochten ontvangen.

Secretariaat van de Vereniging van de
Nederlandse Chemische Industrie.

Some particulars about the Netherlands Chemical Society

The Netherlands Chemical Society was founded in April, 1903, on the initiative of Dr. *W. P. Jorissen* and the late *J. Rutten,* chemical engineer. The first chairman was the late Dr. *Ernst Cohen,* Professor of Physical Chemistry in the University of Utrecht.

As is the case with many similar societies in other countries, the purpose of the Netherlands Chemical Society is to promote the progress of chemistry in the full sense of the word, and to look after the interests of its members. From this it follows that, although its scientific aspects are considered as of greatest importance, material considerations are not neglected.

Membership is open to all chemists who have graduated at a University. Each application must be supported by two ordinary members of the Society. In exceptional cases non-graduate chemists can acquire membership if they can produce sufficient proof that they have the same capacities as graduates and occupy similar positions. Students of chemistry in Universities can become extraordinary members. They enjoy all the rights of the ordinary members except the right of voting. Their membership dues are half of those of the ordinary members. At present the number of members, including studentmembers, exceeds 3500.

The objects of the Society are set forth in the Regulations as follows :— (1) to hold meetings to discuss matters in accordance with the objects of the Society; (2) to edit and issue periodicals and papers in the field of chemistry; (3) to found, support and subsidise institutions promoting the objects of the Society; (4) to exercise influence where desirable in matters connected with the objects of the Society; (5) to promote the objects of the Society by other legal means.

Some further discussion of these points may be of interest.

Meetings.

There are two annual meetings, one in summer and one in winter. Each year the summer meeting is held in a different part of the Netherlands, to strengthen the contact with members living in that part of the country. This meeting extends over three days and the programme includes excursions to factories, receptions and other social functions. The winter meeting is always held in Amsterdam and lasts only one day. On both occasions the business of the Society is dealt with in a general meeting, which is followed by a lecture. Furthermore, original research by members is reported at sectional meetings.

The Society has nine sections dealing with :— (1) Analytical and microchemistry; (2) Biochemistry; (3) Chemical technology and industrial chemistry; (4) Photography and photo-chemistry; (5) Ceramic chemistry; (6) Clinical chemistry; (7) Organic chemistry; (8) Physical and colloid chemistry; (9) Nutritional questions.

Besides the meetings already mentioned, where members present the results of their scientific research, the sections hold general discussions on special subjects.

In addition to the sections there are, in nineteen towns of the Netherlands, groups of members, called "Chemical Circles," which from September to May organise monthly lectures on subjects in the field of chemistry and related sciences.

Publications.

The Netherlands Chemical Society issues two periodicals, the weekly *Chemisch Weekblad* and the monthly *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas.*

The *Chemisch Weekblad,* which is intended mainly for the members of the Society, and is therefore published in Dutch, contains reviews on scientific subjects, reports of meetings and general discussions, laboratory reports, short articles on items from the recent literature and on questions of chemical education, reviews of books, short reviews of patent applications, economic news, etc., and notes and articles about the Society. The *Chemisch Weekblad* was founded in 1903 at the same time as the Society. The publication was only once interrupted, namely from May, 1943, to August, 1945, in order to avoid the compulsory inclusion of recruiting propaganda for the German army.

The Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas contains original papers, mainly by Netherlands chemists, in English, French and German. Its principal task is to make available to foreign chemists the results of chemical research in the Netherlands. The *Recueil* was founded by five well-known Netherlands chemists, W. A. van Dorp, A. P. N. Franchimont, S. Hoogewerff, E. Mulder and A. C. Oudemans under the name of "Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas". In 1896 co-operation with the Belgians was established and the name was changed into "Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique". This name was maintained for many years. In 1920 the *Recueil* was transferred by the editors to the Netherlands Chemical Society. The last part of the name "et de la Belgique" was then omitted.

Members and supporters (subsidising industries) of the Netherlands Chemical Society receive the *Chemisch Weekblad* free of charge. They are entitled to subscribe to the *Recueil* at a considerably reduced price. On request, members of non-Netherlands nationality can receive the *Recueil* in place of the *Chemisch Weekblad* and the *Chemisch Jaarboekje* (see below), both of which are published in Dutch. Membership of the Society and subscription to the *Recueil* is compulsory for all those who wish to publish any scientific communication in the *Recueil.* For publication in the *Chemisch Weekblad* there is no limitation. Each edition of the *Recueil* amounts to 1,800 copies, and of the *Chemisch Weekblad* to 4,500 copies or more.

Besides the Yearbook there are other issues at irregular Society publishes an annual "Yearbook" containing a list of the members of the Boards of the Society, of the sections, of the circles and of the committees, followed by a list of names and addresses of all members and supporters. It also contains information regarding government, municipal and private laboratories in the Netherlands and on allied societies and associations.

Besides the Yearbook there are other issues at irregular intervals, namely:—

A. Tables of figures and other data for use in chemical laboratories (last edition 1952);

B. List of periodicals in the field of chemistry and related sciences in Netherlands libraries (last edition 1951);

C. A similar list of books (last edition 1939).

During the later years of the war ten well-known Netherlands chemists, at the request of the Netherlands Chemical Society, began the preparation of a complete review of researches carried out in the Netherlands during the war years. In 1948 an elaborate review was published by D. B. Centen's Uitgevers Maatschappij in Amsterdam under the title of "Chemistry in war-time in the Netherlands". The purpose of this book was to make available in a convenient summary the results of all chemical research published in the Netherlands during the war.

Committees.

Besides the editorial committees concerned with the two journals and other publications of the Society, several committees have been established for special purposes. Some of them may be mentioned here.

(a) Chemical Council of the Netherlands.

Its task is to represent the Netherlands Chemical Society in the International Union of Chemistry. Its members, at least ten in number, are chosen from both the academic and the industrial fields.

The organisation of the Fifteenth Conference of the International Union of Pure and Applied Chemistry, held in September, 1949, in Amsterdam, was in the hands of this Council. Such was also the case with the 9th conference, held in July 1928 at the Hague.

(b) Library Committee.

The Netherlands Chemical Society has no library of its own, because the country has a sufficient number of well-equipped libraries, in which the books and periodicals are available to every scientist. The task of the Library Committee is to prepare lists of the titles of periodicals and books on chemistry and related sciences to be found in Netherlands libraries. Up to now these reviews are supplied free of charge to the members of the Society (see under "Publications" above).

(c) Committee to fix the Fees for Chemical Analyses, etc.

The question as to what is a reasonable remuneration for chemical operations, especially the analysis of substances of different kinds by analytical laboratories and professional chemists, often gives rise to difficulties. Consequently, the Netherlands Chemical Society many years ago drew up a series of rates for these services. These rates are not binding but meant as a guide for the laboratories. The task of the Committee is to revise the rates from time to time in accordance with changing circumstances. It is obvious that these rates are of considerable general interest.

(d) Committee for Education.

The task of this Committee is to keep itself informed on all questions concerning the teaching of chemistry in the schools which are preparing pupils for study at the Universities. The Committee advises the General Board of the Society on educational matters.

(e) Central Committee for Examinations for Analysts.

Every laboratory, either academic or industrial, needs, besides university-trained chemists, an assistant staff having less chemical education, which can be charged with the execution of routine analyses and similar work. In former times these assistant chemists (called "analysts") obtained their education in the laboratory itself. They entered employment at the age of twelve to fourteen years and their value to their employers naturally increased in the course of years. Gradually, however, it became evident that a better educated assistant staff was needed. This led to the establishment by the Netherlands Chemical Socity, in 1917, of an examination for a certificate of competence as an analyst. A direct consequence was the setting up of private courses to impart to the candidates the theoretical and practical knowledge required for these examinations. This first step of the Netherlands Chemical Society has led in the last thirty years to a rather extensive organisation which nowadays provides most of the laboratories in the Netherlands with well-trained analytical personnel. At the head of this organisation is the Central Committee for Examinations for Analysts. So far as we are aware this institution is quite unique and we consider it sufficiently important to discuss in some detail.

The establishment of an examination and a certificate for clinical analysts on behalf of the hospital laboratories followed in 1924—25. Besides the existing chemical examination which provides the analytical and industrial laboratories with analysts, in 1928 another examination was established for analysts employed in laboratories for scientific research, especially the laboratories of Universities. To the above-mentioned examinations was added, in 1943, in co-operation with De Bond voor Materialenkennis (Association for the Study of Materials), an examination and a certificate for analysts in physico-mechanical laboratories. In 1945 an examination and a certificate in plant analysis were established in co-operation with the Royal Netherlands Botanical Society.

The examination for each certificate consists of two parts. The first part is the same for all candidates, whatever direction they wish to follow afterwards, and comprises a theoretical examination (written and oral) in chemistry, physics and (oral only) in the properties of materials. Candidates who have passed the theoretical test are then examined in the usual laboratory manipulations, e.g. the exact execution of a titration, of a simple gravimetric analysis, of the determination of melting and boiling points and in the use of the microscope and the refractometer, etc.

Only those can be admitted to the first part of the analytical examination who have a certain degree of general education, which has to be proved by a preceding examination. Exempted from this examination are all candidates who have passed through schools of more than elementary instruction, provided this instruction includes a sufficient knowledge of algebra, geometry and foreign languages (English, French, German). Nowadays, private courses preparing for this first part of the analytical examinations are provided in every town of importance in the Netherlands.

To show the wide recognition attained by this examination, it may be mentioned that in 1953 about 1,700 candidates were examined. Nineteen Committees examined the candidates orally and practically.

To the second part of the analytical examinations only those are admitted who have had practical training as analysts for at least two years in a suitable laboratory. The examinations are especially concerned with the practical abilities of the candidates, who are required to demonstrate their capacity in the execution of a number of analyses. They are also required to have a theoretical knowledge of the chemistry of the analytical methods which are part of the examination. Only a clinical analyst is exempted from the two years' practical training. Here one year's experience suffices, and the training is usually obtained through courses arranged in co-operation with large government or municipal hospitals to guarantee suitable experience in clinical chemistry and bacteriology.

The second part of each examination lasts for at least two days and is held once a year, with the exception of the second part of the clinical examination, which takes place twice a year.

The Central Committee draws up the syllabuses for these examinations, appoints the examiners and makes all other arrangements.

(f) Committee for the Advanced Training of Analysts.

For all those who have obtained analyst's certificates, examinations are established in advanced theoretical mathematics, physics, physical chemistry, organic chemistry and in special branches of chemistry. Only those who have passed all these examinations acquire the certificate for advanced theoretical knowledge.

It is the task of the Committee to make all arrangements connected with these examinations.

(g) Committee to stimulate Scientific Research by young Netherlands Chemists.

After the last war, study at Universities became very expensive. Consequently many students of chemistry have tended to seek employment in chemical industry or elsewhere directly after their graduation, in order to earn their living. In former years graduates in chemistry used to stay a few years longer at the University to carry out research, usually acquiring the degree of Doctor of Science. For lack of these graduates chemical research at the Universities began to suffer. Moreover, the young chemists who enter industry without a training in research have less experience than formerly. This is unfortunate for both parties.

The Netherlands Chemical Society therefore took the initiative in collecting funds from which maintenance allowances are granted to promising young graduates who wish to apply themselves to chemical research at the University for some years longer.

Central Institute for Physico-chemical Constants.

This Central Institute is an independent foundation which originated from the Netherlands Chemical Society. In 1941, a committee was established, called the Committee on Physical Constants, in order to promote the study of the uniform determination of physical constants of organic compounds and to arrange for the centralisation of the data. The primary cause was the publication of two papers in the *Chemisch Weekblad*, 1941, *38*, 51 and 343. These drew attention to the lack of uniformity in both the determination and the notation of the physical constants of organic compounds. In May, 1945, this Committee published a report urging the foundation of a Central Institute for studying the methods of determination of physical constants. It was also proposed that the Institute should itself undertake the determination of these constants. Circumstances arising out of the war prevented the execution of this plan.

In May, 1947, however, the Central Institute was founded and it took over all the duties of the Committee on Physical Constants on 1 January, 1948.

The expenses of the Central Institute are covered by contributions from the Government and from a few large industrial concerns. The Board of Governors includes representatives of scientific associations and of chemical industry. The Board of Management consists partly of members of the former Committee on Physical Constants.

In the time which has elapsed since its foundation, the Central Institute has carried out important research on fractional distillation, on the standardisation of the apparatus for determining temperature-time curves during the melting process, on the apparatus for the determination of melting points and boiling points of compounds between room temperature and *ca.* 250° C, on the exact determination of viscosity with small quantities of a substance, on the refraction increment due to the double bond, on the relations between refractive index, density and structure of homologous series of organic compounds, etc.

The initiative of the Netherlands Chemical Society in establishing the Central Institute for Physico-chemical Constants has provided the country with an important scientific institution which will no doubt have an influence extending far beyond the confines of the Netherlands.

Co-operation with Other Societies.

The Netherlands Chemical Society has agreements with several similar societies whereby members secure some important reductions of dues.

These societies are :— *(a)* Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (The Royal Institute of Engineers); *(b)* De Nederlandse Natuurkundige Vereniging (The Netherlands Physical Society); *(c)* De Vlaamse Chemische Vereniging (The Flemish Chemical Society, Belgium); *(d)* La Société chimique de Belgique (The Belgian Chemical Society); *(e)* The Faraday Society (England); *(f)* De Indonesische Chemische Vereniging (The Indonesian Chemical Society); *(g)* The American Chemical Society, U.S.A. (Members of the Netherlands Chemical Society enjoy a 10 per cent. reduction in the subscription price of the periodicals of the A.C.S.; members of the A.C.S. enjoy a similar reduction of the membership dues of the Netherlands Chemical Society).

Members of the Netherlands Chemical Society and those of the Netherlands Physical Society are allowed to attend all meetings and general discussions of both societies. They are entitled to subscribe at reduced rates to the *Nederlands Natuurkundig Weekblad* and to the *Recueil*.

In collaboration with the Koninklijke Nederlandse Maatschappij ter bevordering der Pharmacie (Royal Netherlands Association for the furtherance of Pharmacy) holiday courses in chemistry are organised each year.

It is our hope that this concise review of the organisation and the work of the Netherlands Chemical Society may give some idea of the valuable services which the Society performs for chemists and for pure and applied chemistry in the Netherlands.