

SYNTHESE OP HET GEBIED
DER
KOOLOSTOFVERBINDINGEN EN HARE VRUCHTEN
DOOR
Dr. G. DOYER VAN CLEEFF.

(Vervolg van bladz. 49).

IV.

Wat men op het gebied der koolstofverbindingen onder *synthese* verstaat, daarop poogden wij in de voorafgaande bladzijden een antwoord te geven. Ook van de vruchten dier synthese spreekt de titel van dit opstel.

Wanneer wij er nu toe overgaan te vermelden, welke koolstofverbindingen langs synthetischen weg verkregen zijn, blijkt het uitzicht zóó ruim en het aantal stoffen zóó groot en uiteenlopend, dat beperking dringend voorgeschreven is. Uit het vele en velerlei moeten dus zulke gevallen gekozen worden, die de overtuiging geven, dat de vruchten der synthetische scheikunde op velerlei gebied worden ingeoogst.

Wie eenigermate medeleeft met den vooruitgang der scheikunde in onze eeuw, krijgt den indruk in een sinds lang afgesloten tijdperk te worden overgeplaatst, bij de herinnering aan den tijd, toen het nog noodig was de algemeene mogelijkheid der organische synthese ingang te doen vinden. Toch ligt die tijd nog geen veertig jaar achter ons. Struiktuurformules, zooals die tegenwoordig schering en inslag zijn in verhandelingen over koolstofverbindingen, kende men toen nog niet.

De synthese bestond dus toen in de vereeniging van twee stoffen tot ééne andere en in de bereiding van koolstofverbindingen met een grooter gehalte aan koolstof uit andere stoffen, die naar evenredigheid minder koolstof bevatten.

Dat door scheikundige bewerkingen in het laboratorium stoffen konden worden gemaakt, die tot de minerale stoffen behoorden, werd grif weg aangenomen. Toen staatkundige verwickelingen de prijs van de soda, die vooral langs de spaansche kust uit de asch van verbrande zeeplanten werd gemaakt, te sterk deden stijgen, leerde men, langs fabriekmatigen weg soda bereiden uit het keukenzout, hetwelk de zeeplanten ook noodig hadden, in geval zij in haar asch soda zouden achterlaten. Zoo wijs was men reeds in de vorige eeuw. Maar dat ook met *levende* planten en dieren de mededinging kon worden aangegaan en dat stoffen, die voortbrengselen dier *levende* natuur waren, ook zonder de werking van dat leven naar willekeur zouden kunnen worden gemaakt, dat was met de algemeene opvatting in strijd. De door WÖHLER uitgevoerde synthese van ureum (zie bladz. 43) kon wel niet worden aangevochten, maar werd als eene uitzondering beschouwd.

Aan dezen toestand van bestrijding bij den een en van afwachting bij den ander is voor goed een einde gemaakt. Vooral de fransche scheikundige M. BERTHELOT heeft daartoe krachtig medegewerkt door den arbeid, die voorafging aan de uitgaaf van zijn beroemd werk *Chimie organique fondée sur la Synthèse* in 1860.

De koolstof van koolspitsen verbond zich bij zijne proeven met waterstof, wanneer over die koolspitsen, terwijl elektrische vonken tusschen hen oversprongen, waterstof van geringe spanning werd gevoerd; uit de twee grondstoffen koolstof en waterstof werd eene gasvormige verbinding, *acetyleen* genaamd, gemaakt. Van de honderden koolwaterstoffen (verbindingen van koolstof en waterstof), die tegenwoordig in petroleum, koolteer enz. bekend zijn, is *acetyleen* nog de eenige, die door synthese uit de grondstoffen kan worden verkregen. Toen hij de buis, waarin tusschen koolspitsen vonken oversprongen, vulde met een mengsel van acetyleen en waterstof, had er eene nieuwe synthese plaats, waarbij uit de twee genoemde gassen *aethyleen* werd gevormd, een gas, thans ten algemeene nutte gebruikt in steenkolen gas, waarvan het één, misschien het voornaamste, lichtgevend bestanddeel is. Eene derde synthese, waarbij ook het acetyleen zijne diensten bewees, was de synthese van de vloeistof *benzol*, bij ons als vlekkenwater in gebruik; voor deze bereiding was het noodig het acetyleen door ver-

hitte porseleinen buizen te laten gaan, waarbij uit deeltjes of moleculen acetyleen met *twee* atomen koolstof deeltjes of molekulen benzol werden gevormd, die elk *zes* atomen koolstof bevatten.

Een groot aantal verbindingen kwamen zoo uit het laboratorium van BERTHELOT te voorschijn. De *alcohol*, die een paar proeven met het aethyleen hem verschaften, vertoonde in geen enkel opzicht eenig verschil met zuiveren alkohol, die uit eene branderij afkomstig was, en het *mierenzuur*, hetwelk hij zonder mieren of brandnetels of eenig ander dier of eenige andere plant verkregen had, kwam in alle eigenschappen overeen met mierenzuur, zooals het vroeger door koken van mieren met water gemaakt was. Deze voorbeelden mogen voldoen om er een indruk van te geven, waarom na 1860 de organische synthese algemeen in eere was.

Nadat AUGUST KEKULÉ de structuurformules algemeen ingang had doen vinden¹, begon de reeks van overwinningen, waardoor de synthetische scheikunde ook nog heden de wereld verbaast. In de menschelijke samenleving bracht zij groote veranderingen door stoffen, die vroeger zeer kostbaar waren, op goedkoope wijze te leeren bereiden en daardoor onder het bereik van velen te brengen of door nieuwe stoffen aan de markt te doen verschijnen, die alras burgerrecht verkregen en weldra tot de onmisbare levensbehoeften werden gerekend. Door het genot en gemak van velen te verhoogen, heeft zij elders aan vele handen werk verschaft en dientengevolge de volkswelvaart vermeerderd.

Wanneer wij hieromtrent iets naders wenschen mede te deelen, bepalen wij ons eerst bij den inhoud van een opstel in de handelingen van de koninklijke akademie van wetenschappen te Berlijn van 19 October 1893. Het draagt den titel »Over violengeur» en vangt aldus aan: »Als reukstof staat violengeur zeer hoog aangeschreven. Behalve de bloeiende viooltjes bezit ook de gedroogde iriswortel dien eigenaardigen reuk. Legt men violen tusschen het linnen in de linnenkast, dan behoudt dit langen tijd den reuk daarvan. Ook gedroogde en fijn gestampte wortels der violenplant kunnen maanden achtereen aan de lucht liggen, zonder dat de reuk belangrijk vermindert. Hieruit mag men afleiden, dat die reuk in beide gevallen het gevolg

¹ Zie: »Oorsprong en beteekenis der structuurformules», *Album der Natuur* 1892, bladz. 50—66.

is van de aanwezigheid van eene bepaalde weinig-vluchtige scheikundige verbinding."

En wanneer de schrijvers, prof. dr. FERD. TIEMANN en dr. PAUL KRÜGER, nu voortgaan met de verzekering, dat de samenstelling van het violenaroma sinds langen tijd door hen wordt gezocht om het misschien later uit eenvoudiger stoffen te kunnen opbouwen, dat violen en iriswortels zeer kleine hoeveelheden van hun aroma bevatten en daarom het onderzoek van voldoende hoeveelheden dier plantendeelen moeielijk in het universiteits-laboratorium geschieden kan, en dat daarom in de fabrieken van HAARMANN en REIMER te Holzminden en van DE LAIRE & co. te Parijs het onderzoek heeft plaats gehad, dan zou men gaarne vernemen, hoe die arbeid is uitgevoerd. Dadelijk daarop komt de zuivere wetenschap aan het woord. Hoe de iriswortel met aether wordt uitgetrokken, welke de niet- of weinig-vluchtige en welke de vluchtige stoffen zijn, die door dien aether van het overige der wortels worden afgescheiden, hoe het *iron*, het aroma van den iriswortel en misschien ook der violen, in zuiveren staat werd verkregen, ja voor zoover zou het nog gaan den draad vast te houden.

Nu komen echter allerlei scheikundige stoffen aan de beurt, die door scheikundige werkingen uit dat *iron* verkregen zijn en weldra verschijnen ook min of meer uitgewerkte structuurformules, waarin het onderling verband tusschen al die stoffen wordt uitgedrukt. En waar nu de gewone lezer in de schemering den weg geheel verliest, daar begon juist licht te dagen voor de schrijvers der verhandeling. Immers zij vinden onder die structuurformules vingerwijzingen naar andere stoffen, waarvan de structuurformules met de hier opgestelde eene gelijkenis vertoonen.

De andere stof, die een geschikt uitgangspunt schijnt te beloven voor een onderzoekingstocht naar het synthetisch violenaroma, vinden TIEMANN en KRÜGER in *citral*, dat aangetroffen is als een bestanddeel van citroenolie en lemongrasolie en dat door oxydatie uit het geraniol van geraniumolie is bereid. De voor dit *citral* aangenomen structuurformule en het onderscheid in eigenschappen tusschen *citral* en *iron* (het aroma van den iriswortel) wijzen de stof aan, die door vereeniging met *citral* misschien *iron* zal kunnen opleveren. Wanneer deze poging slaagde, zou de synthese van *iron* ten slotte eene synthese van de tweede soort zijn geweest.

Inderdaad verkrijgen TIEMANN en KRÜGER eene verbinding *ionon*,

die dezelfde verhouding tusschen de gewichten koolstof, zuurstof en waterstof vertoont als het *iron*. Het *ionon* bezit een reuk van versche bloemen, die aan den reuk der violen en tevens aan dien van den bloeienden wijnstok doet denken; bij verdunde oplossingen in alkohol komt de reuk het sterkst te voorschijn, zooals dit ook bij *iron* en bij andere riekende stoffen het geval is. *Ionon* is geen *iron*, hoeveel het er ook op moge gelijken; in natuurkundige eigenschappen wijken zij min of meer van elkander af en ook de reuk is niet dezelfde. »Geoeffende neuzen kunnen *iron* en *ionon* ook dan van elkander onderscheiden, wanneer beide volkomen van verontreinigingen gezuiverd zijn; de reuk van *ionon* is iets zachter en wekt den indruk van bloeiende violen het sterkst op.» Of nu de riekende stof der violen dezelfde is als die van den iriswortel, of dezelfde als het synthetisch verkregen *ionon*, of misschien eene derde stof, die in scheikundige eigenschappen van de twee genoemde verschilt en toch denzelfden reuk bezit, kan vooralsnog niet worden uitgemaakt. Misschien verschilt zij van *iron* en *ionon* even weinig als deze twee onderling in eigenschappen uiteenloopen; dat het tegenovergestelde ook het geval kan zijn, heeft de synthese van andere reukstoffen duidelijk geleerd.

Een bekend voorbeeld van twee riekende stoffen, die beide kunstmatig worden bereid, omdat zij den reuk van de bittere amandelolie bezitten, zijn *nitrobenzol* en *benzylaldehyd*. Beiden zijn beter bekend onder andere namen, het *nitrobenzol* als *valsche bittere amandelolie* en het *benzylaldehyd* als *echte bittere amandelolie*; de tegenstelling van deze twee namen is gegrond op het feit, dat alleen de laatste in *alle* eigenschappen overeenstemt met de riekende stof, die uit bittere amandelen kan verkregen worden. Beiden worden uit lichte steenkolenteerolie gemaakt en vinden ruime toepassing in de parfumerie en de bereiding van welriekende zeepen, terwijl zij als tusschenstoffen belangrijke diensten doen bij de bereiding van tal van kleurstoffen. De *valsche bittere amandelolie* had reeds vele tientallen van jaren haar weg naar de zeepfabrieken gevonden, voordat de *echte* goedkoop genoeg werd om ook in de techniek te kunnen worden ingevoerd. Deze verlaging in prijs geschiedde, nadat in 1880 eene nieuwe bereidingswijze ingang gevonden had.

Andere voorbeelden van kunstmatige reukstoffen, die den reuk van een voortbrengsel der natuur bezitten en toch geheel andere stoffen zijn dan deze, zijn bijv. de *kunstmuskus* en de *jara-jara*, eene stof die naar ananassen en andere vruchten riekt; de eerste werd door

Dr. ALBERT BAUR bereid, met lichte teerolie als uitgangspunt voor de synthese, heeft evenals *ionon* het eigenaardige, dat de reuk zich het sterkst vertoont bij sterke verdunning (bijv. aan papier, dat met eene 2 pcts-oplossing in alcohol doortrokken is geweest) en wordt door de *Fabriques de produits chimiques de Thann et de Mulhouse* in den handel gebracht; de laatste werd door E. JACOBSEN uit de naphthaline, dus uit eene zware teerolie, gemaakt.

Daarentegen is de kunstmatige *vanilline*, evenals de *echte bittere amandelolie*, aan het voortbrengsel der natuur volkomen gelijk. TIEMANN, thans hoogleeraar te Berlijn en HAARMANN, thans een der firmanten van eene fabriek te Holzminden en beiden reeds in dit opstel genoemd, kwamen eerst in 1874 de structuurformule van *vanilline*, het riekend beginsel der *vanille*, op het spoor en leerden haar in 1874 bereiden uit het cambiumsap van dennenhout. Als andere reukstoffen, die op uitgebreide schaal worden gemaakt, noemt Dr. H. WICHELHAUS¹ behalve *vanilline*, nog *cumarine* en *heliotropine*, zonder dat hij in staat is omtrent deze stoffen in cijfers een overzicht te geven.

Dat de industrie hare krachten inspant, om een aangename reuk in onze vertrekken te verspreiden, daarvan getuigen o. a. de voortgezette studiën van den ontdekker van *kunstmuskus*, die hij eenige maanden geleden in de *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* plaatste, en de werkzaamheden aan de fabriek van *aetherische oliën* van de firma SCHIMMEL & CO. te Leipzig, waar een gedeelte van het onderzoek naar den geur der rozen geschiedde, waarop onlangs in het *Wetenschappelijk Bijblad*² de aandacht gevestigd werd.

De geschiedenis der scheikunde is voor goed aan die van de ontwikkeling der kleurstoffenbereiding verbonden. Door eenige van hare vruchten moge zij onzen reuk streelen, veel meer heeft zij voor ons oog gedaan. Behangselpapieren, gordijnen en vloerkleeden, wol, zijde, katoen en linnen voor onze kledingstukken, worden voor veel minder geld dan vroeger en in eene veel grootere verscheidenheid van tinten geverfd, sinds theorie en praktijk zich vereenigden om uit koolteer kleurstoffen voort te brengen.

Wanneer het eene verontschuldiging mocht behoeven, dat nogmaals voor de steenkolenverfstoffen het woord werd gevraagd in ons tijd-

¹ *Wirtschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit*, bladz. 37.

² 1894, bladz. 79 en 80; 1895, bladz. 6.

schrift, dat reeds meer dan eens daarvan gewaagde, dan kunnen wij volstaan met te wijzen op de voortreffelijke schets door Dr. HEINRICH CARO gegeven; waarover reeds boven op bladz. 47 gesproken werd. Die schets bevat toch omtrent eene zaak van maatschappelijk belang zóóveel bijzonderheden uit de eerste hand, dat een daaraan ontleend en kort overzicht omtrent de laatste dertig jaren stellig de aandacht van het algemeen verdient.

CARO stelt zich voor met zijne lezers boven op een toren van het terrein der fabrieken te staan. Wij zien naar beneden. Eene stad. Reeksen van lange straten en pleinen. Overal liggen rails voor het vervoer, overal zien wij de bindingsdraden voor elektrisch licht, telegraaf en telefoon. Uit de verwarde massa van fabrieksgebouwen met hooge en lage schoorsteenen steken eenige groepen meer naar boven uit.

Langzamerhand leeren wij onderscheid te maken tusschen het een en het ander; steeds dringen zich die groepen van groote gebouwen voor ons meer op den voorgrond.

Op één daarvan vestigen wij meer bepaald het oog. Het is eene vereeniging van talrijke werkplaatsen, die zich in vier hoofdrichtingen uitstrekken. Drie daarvan zijn in gebruik voor de bereiding van steenkolenkleurstoffen. In de richting, waar de gebouwen duidelijk het oudst zijn, legt men zich toe op de bereiding van *anilinekleurstoffen*; in 1857 begon deze in Engeland en in 1859 werd zij ook in Duitschland aangevangen. Daar worden gemaakt *fuchsine* en de daarmee verwante violette, blauwe en groene stoffen, verder *resorcinekleurstoffen*, *safraninen* en *indulinen*, *methyleenblauw*, *auraminen* en *rhodaminen* en nog vele meer. Het is hier het gebied van het benzol en de daarvan afgeleide stoffen.

De gebouwen in eene andere richting zich uitstrekkend, waarvan de aanleg in 1869 begonnen werd, bergen de industrie van de kunstmatige alizarine. Daar worden de *krapkleurstoffen* bereid en hetgeen hiervan gemakkelijk kan worden afgeleid, verder BAEYER's *galleïne* en *coeruleïne*, het *naphtazarine* van ROUSSIN, het *galloflavine* en het *alizarinegeel*. In deze gebouwen vindt vooral het anthraceen zijne toepassingen.

In eene derde richting, waar de daken rood zijn gekleurd door het stof der verfstoffen, worden de *azokleurstoffen* en de *naphthokleurstoffen* vervaardigd. Naphtaline is de grondstof, die hier wordt verwerkt. De meeste van deze gebouwen zijn na 1877 opgericht. In nieuwe bijgebouwen maakt men sedert 1884 de *substantieue azokleur-*

stoffen, die katoen vast verven, zonder dat daarvoor eene bijts noodig is.

Hetgeen gebeurt in de gebouwen, die zich van het centrum uit in eene vierde richting uitbreiden, zal straks onze aandacht vragen. Vooreerst luisteren wij naar eenige bijzonderheden, die CARO omtrent de geschiedenis der steenkoolkleurstoffen geeft en die hij gedeeltelijk aan den ontdekker zelve te danken heeft.

Tegen het eind van 1857 kwam de eerste anilinekleurstof in Engeland onder den naam »*Mauve*» aan de markt; haar naam wijst op de gelijkenis in kleur met de bloem der *Malva*. De ontdekker heette WILLIAM HENRY PERKIN.

PERKIN was de zoon van een architect en door zijn vader ook voor dat vak bestemd. Hij vond een anderen weg. Op dertienjarigen leeftijd was hij toevalligerwijze getuige van scheikundige proeven, die zijn geest dermate vervulden, dat hij besloot scheikundige te worden. Gelukkig kwam hij later in Londen en vond hij daar de eenige school, waar destijds in scheikunde en andere natuurwetenschappen onderwijs gegeven werd.

De onderwijzer aan die school was een leerling van HOFMANN geweest aan het *Royal College of Chemistry*; PERKIN werd dit ook, toen hij vijftien jaar oud was. Twee jaar later is hij privaatsistent van HOFMANN, »de gedachtenkring, het voorbeeld, de werkmethode, de geestdrift van den meester gingen op den leerling over.» Over dag werkt hij in het laboratorium van het *Royal College of Chemistry*, maar 's avonds en elk ander uur, dat hij vrij heeft, dringt hem een onweersaanbare drang om in een in zijn huis met geringe middelen ingericht laboratorium te werken. De synthese van chinine was van zijne phantasie het doel; uit allyltoluidine moest zij wel door oxydatie kunnen ontstaan.

Om zich den weg daartoe mogelijk te maken, gaat PERKIN zien, wat er gebeurt bij oxydatie van eenvoudiger verbindingen, die met die allyltoluidine verwant zijn. Hij vermengt daartoe oplossingen van chroomzure potasch en van een zout van aniline en zwavelzuur. Er ontstaat een zwart bezinksel in het glas, waarin die oplossingen waren vermengd geworden. Deze proef werd gedaan in de paaschvakantie van het jaar 1856.

PERKIN liet zich door dit zwarte bezinksel van zijn weg afleiden. Het gaf hem voorsnog den weg niet naar de synthese van chinine, maar beloonde ruimschoots de moeite, die hij er aan heeft besteed. Anderen hadden ook dergelijke werkingen opgemerkt, hadden b. v. fraai ge-

gekleurde oplossingen gevonden en als iets bijzonders vermeld, maar waren er niet verder op ingegaan. PERKIN deed anders. Hij onderwerpt het zwarte bezinksel aan verscheidene bewerkingen en lost er, door behandeling met alkohol, eene fraaie violette stof uit op.

Nu kwam het uit, dat hij boven vele anderen oog voor de praktijk had. Hij stelt zich in verbinding met een verver in Pesth, opdat die de nieuwe kleurstof beproeven zou wat hare toepasselijkheid betreft. De beoordeeling is gunstig. Zoo komt het, dat de ontdekker na het einde der zomervakantie niet meer in het laboratorium van Hofmann terugkeert. De fabriekmatige uitvoering van zijne uitvinding vereischt al zijne werkkraft. In het begin van Juni 1857 begint hij met beperkte middelen, geholpen door zijn vader en zijn broeder, den bouw van de eerste fabriek van teerkleurstoffen te Greenford Green bij Londen, en reeds in December wordt de eerste verf van de firma PERKIN & sons aan de londensche zijdeververs toegezonden. Weldra is de vrees voor mislukking van hem genomen en valt ook zijne bezorgdheid weg, dat de eischen der praktijk voortaan al zijne krachten in beslag zullen nemen en verderen arbeid op wetenschappelijk gebied onmogelijk zullen maken. De jonge fabriek maakte uitstekende zaken en, terwijl zijn beroep steeds meer werk vereischte, bleef PERKIN toch aan de wetenschap getrouw; hij bleef een vooranger ook op haar gebied.

De opgang, dien de *Mauveïne* maakte en die binnen kort ook in Frankrijk en Zwitserland fabrieken te voorschijn riep, maakte bovendien de aandacht wakker voor vele kleurreacties, die bekend waren op het gebied der scheikunde van koolteerstoffen. Spoedig wordt eene nieuwe en veel fraaiere kleurstof aangetoond in het *aniline-vood*; VERGUIN, hoogleeraar te Lyon, toont aan, dat ook dit voor praktische toepassing zeer geschikt is; weldra is het onder den naam *fuchsine* of *magentarood* in gebruik. Het aantal teerkleurstoffen groeit bij den dag aan; indigo en berlijnsch blauw vinden zware mededinging op hun gebied; PERKIN's *mauveïne*, zij moge vaster van kleur zijn dan de meeste der tot nog toe verkregen kleurstoffen, ziet haar gebruik spoedig tot het drukken van katoen beperkt en langzamerhand verliest zij ook dit terrein. Degelijkheid moet wel meer, zooals ook hier, onderdoen voor uitwendig schoon, dat spoedig vergaat.

De wereldtentoonstelling te Londen in 1862 getuigde van den snellen en krachtigen groei van den nieuwen tak van nijverheid. De vitrine van PERKIN AND SONS bevatte o. a. een blok zuivere *mauveïne*

afkomstig uit 2000 tonnen koolteer en voldoende om een stuk calico te verven, dat meer dan 100 engelsche mijlen lang was; *fuchsine*, *violet impérial*, *bleu de Lyon*, *azuline*, *pourpre français*, *emeraldine*, *azurine*, *regina violet*, de grondstoffen en de tusschenprodukten voor de bereidingen, waren in vitrines tentoongesteld, maar boven alles trok de aandacht eene bijna 1 M. hooge kroon van *magentarood*. Deze kroon was samengesteld uit volkomen gevormde kristallen, zoo glad als waren zij gepolijst en een centimeter groot; de waarde van de oplossing, waaruit zij waren gevormd, mag op 8000 pond sterling worden geschat.

Telken jare worden nieuwe kleurstoffen aangeboden, aan sommige van welke slechts een kortstondig bestaan beschoren was, terwijl andere zich eene blijvende plaats op de markt verzekerden. Op de wereldtentoonstelling te Parijs, in 1867, trad het prachtige *violet de Paris* of *methylviolet* voor het eerst in het openbaar op; dit werd niet uit een mengsel van aniline en toluïdine maar uit dimethylaniline gemaakt en had tal van andere kleurstoffen, o. a. het *methylgroen*, in zijn gevolg.

Dat een verslag, uitgebracht bij gelegenheid van de wereldtentoonstelling te Weenen in 1873, sprak over de opkomst van de alizarinekleurstoffen en dat een dergelijk verslag, bij gelegenheid van de tweede wereldtentoonstelling te Parijs in 1878, het zieltogen van den meekrapbouw in Frankrijk berichtte, werd boven reeds gemeld. Op de laatste tentoonstelling bleek ook nog, dat de van dimethylaniline afstammende violette en groene kleurstoffen eene beslissende overwinning op fuchsine hadden behaald, zoodat dit meester bleef alleen op het terrein van blauwe van fuchsine afgeleide phenylderivaten.

Op en neder gaat de kans en steeds grooter wordt het aantal kleurstoffen. Hetgeen CARO ons verhaalt van de *eosine*, kon een groot aantal malen van andere stoffen worden gezegd. »In het voorjaar van 1874 verschijnt eene zeer bijzondere verfstof, de *eosine*. Zonder bijt middel verft men hiermede; verrassend fraaie kleuren fluoresceeren op de vezel, afwisselend tusschen de vurigste tinten van het morgenrood en het helderrood der cochenille. Niettegenstaande haar hoogen prijs vindt zij dadelijk ingang bij het verven van zijde. Het teere rozerood, schitterend met een gelen weerschijn, is in een oogwenk bij de dames zeer geliefd. Het wordt beproefd, en met goed gevolg, bij het drukken van mousseline, bij het maken van kunstbloemen, bij het verven van katoen en van papier, waar het kleuren verschaft

gelijkend op het rozerood van saffloer. Weldra daalt de prijs aanmerkelijk en de toepassingen breiden zich uit; nieuwe soorten met min of meer blauwe tint volgen, wol en zijde worden er mede geverfd en bedrukt tot aan de rijkste schakeeringen van scharlakenrood toe."

Zoo gaat het voort tot op den dag van heden toe. *Fonceau's*, *congo-kleurstoffen*, die katoen roodverwen zonder bijtmiddelen en dus vezelstoffen van gemengde afkomst als halfwol en halfzijde gemakkelijk verven, *chrysamin*, de eerst in 1884 gevonden kleurstof, die met behulp van salicylzuur werd gemaakt, *malachietgroen* dat in 1878 in den handel was gebracht, nadat men geleerd had daarvoor het benzaldehyd of de ware bittere amandelolie goedkoop te bereiden, de *rhodaminen*, die in 1887 hun intrede deden in de ververijen en talloze andere kleurstoffen getuigen van de vruchtdragende samenwerking van wetenschappelijk onderzoek en fabriekmatige bereiding. Steeds bleven de structuurformules de fakkels, die licht verspreidden over de beweging der atomen. De invloed van de verplaatsing van bepaalde atomen door andere op de kleur der verbinding werd dikwijls zóó duidelijk, dat een scheikundige van te voren de kleur kon aangeven, die de door hem gezochte verbinding bezitten zou, in geval hare synthese gelukte. Theorie en praktijk stelden beiden haar eischen; waar de laatste tevreden zou zijn met het bezit van schitterende en vaste kleurstoffen, daar hield toch de theorie haar laatste woord nog niet voor gesproken, voordat zij in structuurformules een beeld van de samenstelling en van de onderlinge groepeerings der atomen vermocht te geven. Zoo was de structuur van het reeds in 1869 met behulp van naphthaline verkregen *magdalarood* eerst in 1886 en die van PERKIN's *mauveïne* eerst in 1888 behoorlijk bekend.

Van de talloze onderzoekingen op dit gebied mag hier bijzonder genoemd worden het onderzoek van ADOLF BAEIJER naar de scheikundige eigenschappen van indigo. Reeds in 1866 waren die onderzoekingen begonnen; zeventien jaar later gevoelde BAEIJER zich in staat eene structuurformule van die verfstof op te stellen, waarin aan elk atoom haar bepaalde plaats aangewezen werd, en, wat veel meer zegt, de welgeslaagde synthese van indigo gaf aan zijne woorden den noodigen steun. De weg was ook hier geweest, dat indigo tot isatine was geoxydeerd, dat isatine had opgeleverd andere stoffen, zoodat men eindelijk stoffen bereikte, waarvan de structuurformule met zekerheid was vastgesteld. Toen dit punt bereikt was

en een overzicht van den afgelegden weg genomen kon worden, vond BAEIJER aanwijzingen om uit orthonitrokaneelzuur, dat weder met behulp van ware bittere amandelolie wordt bereid, en uit orthoamidophenylazijnzuur den weg terug te vinden naar indigoblauw.

Synthetisch was indigo gemaakt, maar daarmee was de natuurlijke indigo nog niet overwonnen. De kosten van de bereiding der kunstmatige indigo zijn nog groot. De pogingen van KARL HEUMANN in 1890¹ en die van FLIMM »verlevendigen de gezonken hoop, dat de kosten aanmerkelijk zullen dalen. Er bestaat zelfs eenig uitzicht, dat de goedkoope naphthaline eenmaal het uitgangspunt van de bereiding worden zal. »Maar zelfs dan bestaat er geen vooruitzicht, dat binnen kort de natuurlijke indigo ten onder zal gaan; zoo lang er nog uitgestrekte deelen van de aarde zijn, waar de indigo in het wild groeit, en zoo lang de bouw nog voor verbetering en uitbreiding vatbaar is en de verfstof op betere wijze dan tot nu toe kan worden verkregen.”

Menig natuurlijke verfstof heeft het veld reeds moeten ruimen of wordt althans veel minder dan vroeger gevraagd. *Biebricher scharlaken* en andere scharlakensoorten, die sedert 1878 uit naphthaline (uit disulphonzuren van B-naphтол) gemaakt worden, verdreven binnen 10 jaren de cochenille bijna volkomen uit de wolververijen. In het carmijnzuur uit de verfstof van de cochenille had men langs synthetischen weg eene stof herkend, die tot naphthaline bijna in hetzelfde verband staat als alizarine tot anthraceen. Landen, die vroeger Europa voorzagen van allerlei verfhout, gebruiken zelf nu aanmerkelijke hoeveelheden steenkolenkleurstoffen. Zoo zegt WICHELHAUS², dat de waarde der in 1890 ingevoerde teerkleurstoffen in Indië bedroeg 5.309.850 *Mark*, in China 1.046.430 *Mark* en in Japan 808.490 *Mark*. Toch komen nog altijd groote hoeveelheden van de natuurlijke verfstoffen naar Europa, hetgeen het gevolg is zoowel van eene aanzienlijke vermeerdering van geverfde goederen als van de omstandigheid, dat voor bepaalde doeleinden die natuurlijke verfstoffen nog altijd haar terrein wisten te behouden.

Eenige cijfers van WICHELHAUS mogen wijzen op het voordeel, dat de structuurformules voor de volkswelvaart brachten. Bij benadering schat hij de waarde der in Duitschland vervaardigde teerkleurstoffen

¹ *Wetenschappelijk Bijblad* 1891, blz. 75.

² Als boven, blz. 84.

voor 1874 op 24 millioen, voor 1878 op 40 millioen, voor 1882 op 50 millioen en voor 1890 op 65 millioen *Mark*. Het aantal fabrieken was in dat land in 1885: 13 met 2418 werklieden en in 1890: 21 met 10 237 werklieden.

Ten slotte een voorbeeld van den invloed van den opgang van ééne bepaalde verfstof. Het geldt het *violet de Paris* van LAUTH, dat, in een groot blok aanwezig, op de wereldtentoonstelling van 1867 eerst de aandacht trok. Het was gemaakt met behulp van de methylaniline.

GRIMAUX vertelde onlangs, dat deze dimethylaniline, waarvan hij zich herinnerde indertijd in het laboratorium van LAUTH de eerste hoeveelheid van eenige grammen gezien te hebben, thans jaarlijks in hoeveelheden van millioenen K.G. wordt gemaakt. Eéne enkele fransche fabriek maakte na 1867 van het *violet de Paris* voor ruim 20 millioen *francs*.

Bij het bezoek, dat CARO met zijne lezers aan de fabriek bracht, waar de uitgebreide koolteerindustrie haar zetel opsloeg, wees hij hun nog eene vierde groep van gebouwen aan. Daar worden de geneesmiddelen van den nieuwen tijd gemaakt.

Ook op dit gebied wordt een verbazende ijver ontwikkeld en ook hier gaan beoefening der praktijk en der theorie hand in hand. Niet gering is het aantal temperatuurverlagende, bederfwerende, pijnstillende, gevoelloosmakende, slaapwekkende geneesmiddelen, die jaarlijks worden aangeboden; ook voor zenuwkwalen en huidkwalen schijnt er overvloed van hulp te zijn. Een oppervlakkig overzicht van het hoofdstuk *Pharmaceutische Chemie* uit het *Jahrbuch der Chemie* voor 1893 gaf voor dit jaar ongeveer *veertig* nieuwe geneesmiddelen, die uit steenkolenteer waren verkregen. Elke van die geneesmiddelen: *salocoll*, *malakin*, *thermodin*, *neurodin*, *salacetol*, *symphorol N.*, *symphorol L.*, *symphorol S.*, *jatrol*, *bromol*, *tallal*, *gallal* en hoe zij verder mogen heeten, wordt door den ontdekker, voor eene bepaalde kwaal aanbevolen. Jammer alleen, dat de geneeskundigen weinig met dezen overvloed ingenomen zijn; prof. STOKVIS heeft op het medisch congres te Rome de verlegenheid geteekend der geneeskundigen, die telkens uit nieuwe en betere (?) middelen eene keuze moeten doen; niet minder zijn de zieken te beklagen, waarop voortdurend nieuwe proeven moeten worden gedaan.

Hoe waar het is, hetgeen H. BECKURTS, de schrijver van de hoofdstukken over *Pharmaceutische Chemie* in genoemd jaarboek, in 1891 schreef: »die meisten der sogenannten synthetischen Arzneimittel sind

Eintagsfliegen, sie verschwinden, so rasch sie gekommen, ohne dass sie allgemein bekannt werden", toch heeft de synthetische scheikunde meer dan één geneesmiddel opgeleverd, dat hoog in éere is.

Daar is in de eerste plaats het *salicylzuur*, als inwendig en uitwendig geneesmiddel en als bedwerfwerende stof algemeen gebruikt. KOLBE leerde het in 1861 door synthese maken uit koolzuur en phenolnatrium (eene stof, die met behulp van carbolzuur en het metaal natrium kan worden verkregen). Nog is de bereiding in hoofdzaak dezelfde als in 1861; de bereiding op groote schaal begon in 1874; in 1890 werden uit Duitschland uitgevoerd 243 tonnen. Welk eene opschudding verwekte de toevoeging van salicylzuur aan duitsch bier inder tijd te Parijs!

Het ligt waarlijk niet aan den ijver der scheikundigen, dat het menschedom niet lichamelijk gezond blijft. Jammer alleen dat omtrent het verband tusschen de structuurformules en de physiologische werking der stoffen nog zoo veel minder bekend is, dan omtrent het verband tusschen structuurformule en kleur. Dat het niet aan pogingen ontbreekt om uit het kostelijke salicylzuur andere stoffen te maken, die nog veel kostelijker zijn, getuigen al de salicylzuurpraeparaten; in het *Jahrbuch der Chemie* voor 1891 werden daarvan genoemd: *salipheen*, *salol*, *salopheen*, *salipyrine*; het volgend jaar voegt daaraan toe: *dijoodsalol*, *nitrosalol*, *phenosalyl* en *agathin*, terwijl het jaarboek voor 1893 spreekt van *salocoll*, *malakin*, *salacetol*, *antispasmine*, *thioform*, *salumine*, *xylensalolen*, *dithiosalicylzuur* en *basisch bis-muthsalicylaat*.

Twee stoffen, die door scheikundigen ontdekt zijn, waarvan de kennis geheel of gedeeltelijk aan de theorie der structuurformules te danken is en die als geneesmiddelen den proeftijd glansrijk hebben doorstaan, zijn *antifebrine* en *antipyrine*. De eerste van deze twee is wel reeds in 1853 door GERHARDT ontdekt en als *acetanilid* bekend geweest, doch haar geneeskrachtige werking werd eerst later openbaar, de laatste is in 1883 voor het eerst synthetisch bereid door KNORR.

Deze synthese is het gevolg van opzettelijk zoeken. Het was duidelijk geworden, dat de alkaloiden uit de kinabast in verband stonden met *chinoline*, een der stikstofhoudende bestanddeelen van koolteer. Hieruit trachtte men daarom stoffen te maken, waarvan de structuurformule op die van chinine begon te gelijken en die ook middelen zouden zijn om de koorts te bestrijden. Een tijd lang maakte *kairine*, een van die stoffen, veel opgang, maar duurzaam was het gebruik daarvan

niet; evenmin was dit het geval met *thalline*. De *antipyrine* daarentegen, die het veld tot nog toe behield, bleek later niet in het vermeende verband te staan tot chinoline. Verkeerde beschouwingen hadden hier de goede vruchten opgeleverd.

Nog beter dan antipyrine wordt genoemd *salipyrine* een goed kristalliseerend geheel van antipyrine en salicylzuur; en deze *salipyrine* zou de vlag weder moeten strijken voor een geheel van salicylazijnzuur en antipyrine.

De synthese van chinine, die reeds langen tijd geleden door PERKIN werd gezocht, is nog niet geslaagd. Wel is dit het geval met andere stoffen uit de groep der plantenalkaloïden, waartoe ook chinine behoort, doch daar deze niet tot de geneesmiddelen behoren, ja zelfs wel vergiftig zijn (bijv. de coniïne, het alkaloïd van den *Gevlechten Scheerling*), worden zij hier niet verder genoemd.

Geen geneesmiddel, maar toch voor zekere zieken bestemd, is de *saccharine*, eene sterk zoetende stof, die in het vorige jaar eene mededingster kreeg in *dulcine*. Beiden zijn weder langs synthetischen weg uit bestanddeelen van steenkolenteer verkregen; zij werden niet gevonden als het einddoel van opzettelijk onderzoek, maar trokken, nadat zij ontdekt waren, de aandacht door haar sterk zoeten smaak. Over de *saccharine* treden wij meer in bijzonderheden.

C. FAHLBERG en IRA REMSEN ontdekten in 1879, dat het door hen uit het toluol van lichte teerolie gemaakte *anhydro-orthosulfaminbenzoëzuur* (later *benzoëzuursulfonid* genoemd) zich door een bijzonder zoeten smaak onderscheidde. Het was veel zoeter dan rietsuiker; omdat fijne proevers geen onderscheid vonden tusschen den smaak van eene oplossing van 1 gram der nieuwe stof op 70.000 gram water en dien van eene suikeroplossing, die op 250 gram water 1 gram suiker bevatte, werd het zoetend vermogen gelijk gesteld aan ongeveer 280 maal dat van rietsuiker. Nadat FAHLBERG er in geslaagd was in ADOLF LIST iemand te vinden, die geld aan de zaak wagen wilde, verliet hij Noord-Amerika voor goed en werd door hen te Salbke bij Westerrhusen aan de Elbe een fabriek begonnen. Het produkt van die fabriek werd onder den naam *saccharine* aan de markt gebracht. Deze naam werd wel gewraakt, omdat zij te veel aan dien van rietsuiker (*saccharum officinale*) herinnerde, terwijl de nieuwe stof met suikers alleen den smaak en niet de verteerbaarheid gemeen had, en omdat de naam *saccharine* reeds aan eene kunstmatig en met suiker verwante

stof gegeven was. Dr. ROBERT STUTZER¹ daagde de fabrikanten haast wel uit hun waar *toluolzoet* te noemen zooals glycerine vroeger *oliezoet* heette, toch bleef de naam *saccharine* aan de nieuwe zoetende stof verbonden.

De *saccharine* vond haar weg in de wereld; ook te Antwerpen werd zij weldra door H. F. VAN HEURCK & CO. bereid. In den eersten tijd was er een onaangename nasmaak aan verbonden, een gevolg van de aanwezigheid van sporen van eene *isomere* (bladz. 44) stof. Nu men geleerd heeft, hoe dit bijmengsel verwijderd kan worden en hoe men verder geraffineerde *saccharine* bereiden kan, is dit ongemak verholpen. FAHLBERG, LIST & Co. bieden tegenwoordig *saccharine* aan, die 500 maal zoo zoet is als rietsuiker.

De *saccharine* werd aanbevolen voor lijders aan suikerziekte en vervetting, die suiker als koolhydraat niet mogen gebruiken en die toch in hun spijs en drank den zoeten smaak wenschen te behouden. Verder zou zij den onaangename smaak van geneesmiddelen kunnen verbergen, hetgeen men met rietsuiker niet gedaan zou kunnen krijgen, daar hiervan te groote hoeveelheden noodig zijn en de geneesmiddelen in te groote doses zouden moeten worden gebruikt.

Maar niet alleen voor den zieken, ook voor den gezonden man werd *saccharine* als zoetende stof aanbevolen. Met goedkoope suikers, die veel minder zoet zijn dan rietsuiker, zou het kunnen worden vermengd. Twee gram *saccharine* kunnen aan een K.G. uit zetmeel bereide druivensuiker een even sterk zoetend vermogen geven als een K.G. rietsuiker bezit. Groot voordeel is hier vooralsnog niet aan verbonden, daar 2 gram van de geraffineerde *saccharine* in 1890 nog 23 cent kostten. De minder goede soorten schijnen toch reeds veel in gebruik te zijn, ook omdat *saccharine* eene bederfwerende stof is; likeuren, vruchtengeleien, vruchten op suiker, bonbons, biscuits enz., zijn er mede gemaakt.

De *saccharine* heeft veel strijd in de wereld gebracht. Is zij in het gebruik schadelijk of onschadelijk? Die vraag heeft vele hoofden warm gemaakt. Dat zij niet op ééne lijn met suiker mag worden gesteld is uitgemaakt; immers de suiker wordt spoedig bij de stofwisseling in ons lichaam omgezet en telt met eere onder de voedingsmiddelen, terwijl de *saccharine* bijna, zoo niet geheel, in onveran-

¹ *Das Fahlberg'sche Saccharin*. Braunschweig. Druck und Verlag von FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

derden staat door de nieren uit het lichaam verwijderd wordt. Maar voor onschuldig hielden en houden velen haar niet. Heeft zij als bederfwerende stof geen nadeeligen invloed op de werking van de stoffen, die in ons lichaam de omzetting van het voedsel moeten bezorgen, maakt zij misschien niet die microben werkeloos, die naast de bestanddeelen van speeksel, maagsap en gal de spijsen doen verteeren in ons darmkanaal?

Proeven met ongunstigen en met gunstigen uitslag werden genoemd, hoewel de meeste stemmen oordeelen dat saccharine eene onschadelijke stof is en dus met voordeel kan worden gebruikt door patienten, die geen suiker mogen hebben. Zoo oordeelde daarover de vergadering van voorzitters der geneeskundige raden in 1888 in ons vaderland, die aan haar opdracht om den minister van binnenlandse zaken te dienen van advies gevolg gaf met de mededeeling, dat zij het onnoodig achtte wettelijke bepalingen tegen het gebruik van saccharine vast te stellen. Tot dezelfde uitkomst kwam dr. HUYGENS te Utrecht, nadat tusschen 9 Mei en 6 Juli (dus op 58 achtereenvolgende dagen) in het geheel 17.4 gram gezuiverd saccharine was gebruikt, zonder dat de gebruiker verder iets aan zijne levenswijze veranderd had.

Minder gunstig luidde de beoordeeling in Frankrijk. Daar werd in het *Journal Officiel* op 2 December 1888 een wet uitgevaardigd, waarvan het eerste artikel den invoer in Frankrijk en Algerië verbood van saccharine en daarmede vervaardigde stoffen.

De mededeeling van den eenen kant, dat lijders aan suikerziekte hun eetlust geheel hadden verloren, nadat zij acht dagen achtereen saccharine hadden gebruikt, wordt te niet gedaan door de ervaring van tal van personen, die geen de minste verandering in hun eetlust ondervonden. Tegenover het getuigenis van N. N., die gezien heeft dat wespen en andere insecten gebak, waarover saccharine gestrooid is, laten staan en dat bijen zelfs zeer verstoord werden wanneer haar saccharine in plaats van suiker werd toegediend, waaruit de voortreffelijkheid van die dieren boven zooveel verdwaasde menschenkinderen moest uitblinken, stelt dr. VAN HEURCK de ervaring, die in den dierentuin te Antwerpen is opgedaan, dat de leeuwen, de tijgers en de jakhals gaarne vleesch eten dat met saccharine is bedekt, dat de olifanten en de beeren gaarne saccharinehoudende bonbons gebruiken, dat de apen zelfs gaarne de vingers afflikken der oppassers, wanneer deze saccharine in hunne handen hebben gehad.

Inderdaad het aantal attesten van geneeskundigen is groot genoeg om het gebruik van saccharine in noodige gevallen te wettigen. Nog eens, zij mag niet dienen als surrogaat voor suiker, waar deze als voedsel zou worden gebruikt. Ten dienste van zieken werd reeds eenige jaren geleden in Duitschland een kookboekje uitgegeven door LINA MORGENSTERN: *Saccharin im Haushalt und für den Krankentisch. Eine Studie nebst 100 Koch-, Bach- und Conserve-Recepten mit Saccharin.*

Saccharine is weinig oplosbaar in koud en veel meer oplosbaar in warm water, zoodat uit eene heete oplossing veel kristallen zich afzetten bij de bekoeling. Meer oplosbaar is het in verbinding met soda; de *saccharine solubilisée* van VAN HEURCK ET CO. bevat die verbinding. Verder zijn er kleine tabletten met 0.05 gram. Door de firma DAVID SPRÜNGLI UND SOHN te Zürich wordt *saccharine-cacao* gemaakt, die blijkens de getuigschriften in vele ziekenhuizen met goed gevolg is gebruikt en waarvan, op grond van eigen ervaring, hier verzekerd kan worden, dat zij uitstekend smaakt.

Door de *Badische Anilin- und Sodafabrik* te Ludwigshaven werd eenige jaren geleden patent aangevraagd voor de bereiding van *methyl-saccharine*, die nog veel zoeter zou zijn. Het is weder de kennis der structuurformules, die deze stof leerde maken, zooals indertijd uit het magentarood violette methylnagenta's werden gemaakt. Of deze stof opgang maakte of niet, daaromtrent is mij niets bekend.

Ten slotte de vraag, wat de synthetische scheikunde gedaan heeft voor den gezonden mensch. Heeft zij nieuwe stoffen te zijner beschikking gesteld om zich daarmede te kleeden en te voeden? Het antwoord is, dat hare vruchten in dit opzicht tot nog toe uitbleven.

Er is kunstzijde ontdekt eerst door DE CHARDONNIER ¹ en later op eene tweede wijze door DU VIVIER ², er is sprake geweest van bereiding van deze zijde op groote schaal, maar de zaak schijnt te slapen sinds dien tijd. Het publiek wacht op aanbiedingen van deze kunstzijde, die het voortbrengsel der synthetische scheikunde zou zijn, zooals de schrijver van dit opstel wacht op de vervulling der hoop, die de eerstgenoemde ontdekker hem in 1889 te kennen gaf, dat hij spoedig in staat zou zijn »une petite collection d'échantillons» te kunnen zenden.

¹ *Album der Natur*, 1889, 332.

² *E. I.* 1890, 323.

Evenmin werden tot nog toe voedingstoffen door synthese verkregen. De saccharine toch kan hoogstens genotmiddel zijn; de margarine-boter, eene welkome vermeerdering van het aantal voedingsmiddelen, is een mengsel, waarvoor men wel de noodige kennis omtrent de vereischte bestanddeelen en de hoeveelheden daarvan aan de scheikunde te danken heeft, maar met eenige synthese heeft deze fabrikatie niets uit te staan. En men moge kunnen wijzen op de hongeropwekkende *orexine*, die in 1889 ontdekt werd, hetgeen dien honger stillen kan, dat maakte men nog niet. Wat die *orexine* aangaat, een groot bezwaar, namelijk een afschuwelijke smaak, schijnt aan de aanbevolen toepassing in den weg te staan, om van menschen, die een gebrek-kigen eetlust hebben, het voedsel met *orexine* te vermengen.

Synthesen, die tot de ontdekking van voedingstoffen zouden kunnen leiden, zijn er verscheidene gedaan. Daarop wenschen wij nog in korte woorden te wijzen.

Van de vier groepen van voedingstoffen: vetten, koolhydraten, eiwitachtige stoffen en zouten, behooren de eerste drie tot de koolstofverbindingen. Hetgeen omtrent de synthese daarvan kan worden gezegd, behoort in dit opstel thuis.

Eenige vetten, namelijk stearine en palmitine, dus de hoofdbestanddeelen van de bij de gewone temperatuur vaste en halfvaste vetten, zijn langs synthetischen weg gemaakt, de stearine uit glycerine en stearinezuur en de palmitine uit glycerine en palmitinezuur. Dezelfde stoffen, die in vele kaarsenfabrieken van den nieuwen tijd door verwarming van palmolie en talk met oververhitten stoom worden verkregen, dienden BERTHELOT om de overtuiging ingang te doen vinden, dat kunstmatig bereide vetten in alle eigenschappen kunnen overeenstemmen met vetten, zooals de natuur die oplevert (blad. 79).

De tweede groep der voedingstoffen is die der koolhydraten, waartoe de verschillende soorten van suikers en het zetmeel behooren. Haar naam ontleent zij aan de omstandigheid, dat de hoeveelheden waterstof en zuurstof, die met koolstof de samenstellende elementen er van zijn, in dezelfde verhouding noodig zijn als voor de vorming van water; de hoeveelheid zuurstof is dus achtmaal zoo groot als die van waterstof. Dit moge van alle koolhydraten gelden, het omgekeerde is daarom niet het geval, namelijk, dat alle stoffen, die de bovenstaandē samenstelling hebben, ook koolhydraten zijn.

Het arbeidsvermogen, dat als licht van de zon uitstraalt, vermag in de gewone deelen der plant, die er door worden beschenen, het

uit de lucht opgenomen koolzuur en het aan den grond ontleende water zóódanig te veranderen, dat de plant het noodige voor haren groei daardoor ontvangt en dikwijls ook voor lateren tijd voor zich zelve of voor haar nakomelingen een voorraad van voedsel bereidt, die als suiker in den stengel, als zetmeel in de knollen, als olie, zetmeel en eiwitstoffen in de zaadkorrels of op eenige andere wijze wordt bewaard.

Heeft nu de scheikundige synthese het in haar macht den voorraad dezer voedingsstoffen te vergrooten? Inderdaad is van tijd tot tijd de synthese van een koolhydraat gelukt. BÜTLEROW verkreeg in 1861 eene suikerachtige stof *methylinetan* door inwerking van loogen op *dioxymethyleen*; O. LOEW slaagde er in 1885 in uit het dezer dagen als bederfwerend middel aanbevolen *formaldehyd*, door behandeling met kalk, suikers te doen ontstaan; vooral E. FISCHER, de opvolger van VON HOFMANN te Berlijn, heeft op het gebied van deze synthese groote verdiensten. Druivensuiker en vruchtensuiker deed hij langs kunstmatigen weg ontstaan; nieuwe suikerachtige stoffen kwamen uit zijn laboratorium te voorschijn, zoodat naast de bekende glucosen (die zes atomen koolstof bevatten en daarom wel *hexosen* heeten) daarmede verwante stoffen bekend zijn, die twee tot vijf en zeven tot negen atomen koolstof bevatten. Al deze stoffen bestaan in verhouding uit dezelfde hoeveelheden koolstof, waterstof en zuurstof als *formaldehyd* en kunnen misschien door de samenvoeging van twee tot negen molekulen van dit *formaldehyd* ontstaan. Wanneer men nu mocht aannemen, dat het zonlicht het koolzuur en het water onder afscheiding van zuurstof eerst in *formaldehyd* veranderde, dan zouden de door FISCHER verrichtte syntheses veel licht verspreiden over de vorming der koolhydraten in de plant. Maar de hoeveelheid van deze stoffen, die als voedsel voor den mensch aanwezig is, is daarmede vooralsnog niet grooter geworden. Aan iemand als FISCHER moge het geoorloofd zijn eene schets te ontwerpen van de mogelijke gevolgen van de invoering van kunstmatige koolhydraten in de voeding, waardoor de lever en de melkklieren andere stoffen gaan voortbrengen dan tot nog toe, waarbij de werkingen van het bloed en de weefsels misschien zullen veranderen, het zwijn en de gans den Duitschers andere *Schweinebraten* en *Gänsebraten* zullen verschaffen en de bij eene andere soort van was voortbrengt, waarbij de vorm en de structuur der levende natuur eene diep ingrijpende verandering zal ondergaan, zoodat een andere mensch in eene geheel andere wereld zal rond-

wandelen; van al deze mogelijke veranderingen is zelfs het begin nog niet te aanschouwen. En of die verandering eene verbetering zou zijn, is nog zeer de vraag.

Eerder zou vooruitgang te verwachten zijn van de omzetting van onverteerbare koolhydraten als hout, stroo en andere soorten van cellulose in suikerachtige stoffen. Daartoe moet die omzetting niet alleen mogelijk zijn, maar ook op eene goedkoope wijze uitgevoerd kunnen worden. In de aardappelsiroop-fabrieken wordt suiker uit zetmeel gemaakt; mocht het evenzoo eenmaal gelukken ten koste van de cellulose van hout en stroo de hoeveelheid zetmeel of suiker te vermeerderen!

Ook op het gebied der eiwitachtige stoffen, de derde groep van onze voedingsstoffen, begint de synthese zich te doen gelden, al is ook hier hetgeen zij voortbrengt vooralsnog niet van praktisch maar alleen van theoretisch belang.

In de eerste plaats moet de arbeid van den franschen scheikundige P. SCHÜTZENBERGER worden genoemd. Reeds over een groot aantal jaren breidt zich die arbeid uit. SCHÜTZENBERGER begon volgens een welberaamd plan den onderzoekingstocht naar de scheikundige samenstelling van een groot aantal eiwitachtige stoffen; door deze met loogen (vooral met baryumhydroxyde) aan te tasten, splitst hij ze in stoffen van minder ingewikkelde samenstelling en zodoende leert hij in haar, hoe onderscheiden haar afkomst ook moge zijn, stoffen van éénzelfde type kennen. Struiktuurformules, zóó groot en ingewikkeld dat zij op zichzelf eene bestudeering vereischen, stellen voor, welk samenstel de atomen koolstof, stikstof, waterstof en zuurstof (die gedeeltelijk door zwavel vervangen kan zijn) hier kunnen vormen.¹

Deze onderzoekingen en studies moeten SCHÜTZENBERGER den weg banen om omgekeerd van eenvoudiger verbindingen uit te gaan en daaruit eiwit op te bouwen. In 1891 vermeldt hij² de bereiding van een kunstmatig pepton, dus van een mengsel van oplosbare stoffen, die onder de werking van de pepsine uit maagsap uit eiwitachtige stoffen ontstaan en die in scheikundige samenstelling alleen hierin van de laatsten verschillen, dat zij meer van de bestanddeelen van water bevatten. Wanneer eene eiwitachtige stof zich peptoniseert, neemt zij daartoe de bestanddeelen van water op. De eigenschappen, waaraan

¹ *Conférences, faites à la Société chimique de Paris en 1883—1886.*

² *Compt. rend.*, CXII, 198.

het pepton na deze proef werd herkend, zijn in het algemeen dezelfde, als die nu kort geleden door LEON LILIENFELD werden genoemd. Zelfs de vermelding, dat een weinig van het kunstmatig pepton, op een stukje platina verhit, verkoolt onder verspreiding van de eigenaardige lucht van brandende dierlijke stoffen, ontbreekt ook hier niet.

Voor zoover mij bekend is, kwam SCHÜTZENBERGER later op deze zaak niet terug. Alleen maakte hij in 1892 den uitslag bekend van een onderzoek naar den aard van het pepton, dat uit de eiwitachtige stof uit het bloed van paarden kan worden verkregen.

De ontdekking van LEON LILIENFELD, waarover in het begin van dit opstel gesproken werd en die later ook in vakbladen tot ons kwam, is niet de vrucht van opzettelijk onderzoek, dat een weg naar het ingewikkelde eiwit zocht. Hij neemt eene reeds vroeger vermelde waarneming van anderen op, dat uit glyccol en alkohol eene vaste stof kan ontstaan, die eene reactie vertoont, welke ook bij eiwitachtige stoffen voorkomt. Het gelukt hem eerst eene lijmachtige stof te verkrijgen, later daaruit eene peptonachtige stof, vervolgens, na wijzigingen in de stoffen, waarmede het onderzoek wordt volbracht, de peptonachtige stof, die de *verbliffende* overeenkomst met pepton uit natuurlijk eiwit vertoont, en eindelijk eene stof, die van dat natuurlijk eiwit zelf weinig of niet verschilt. Eene mededeeling over de samenstelling van eiwit, die weldra in dit tijdschrift zal staan, zal bewijzen, dat natuurlijk eiwit geheel iets anders is dan hetgeen tot nog toe verkregen werd.

Achter al degenen, wier werkzaamheid op het gebied der scheikundige synthese door ons werd aanschouwd, bewegen zich vele anderen, die daar in eene andere richting bezig zijn. De afstand, die hen van ons scheidt, is te groot, dan dat wij eene poging mogen doen, ook op hun arbeid meer bepaald de aandacht te vestigen. Hetgeen wij tot nog toe vermeldde, moge voldoende zijn om voor de synthese op het gebied der koolstofverbindingen de belangstelling te hebben gewekt.
