
DR. LEO HENDRIK BAEKELAND EN BAKELIET

Aan de uitlopende negentiende en de beginnende twintigste eeuw was het voorbehouden het groot economisch belang van de scheikundige voortbrengingswerkwijzen terdege te hebben voorzien. Op betrekkelijk korte tijd slaagde de chemische industrie erin ingang te vinden in talrijke gebieden van de industriële productie. Zij wist een van de eerste plaatsen te veroveren in de moderne economie.

Tot het vijftiental vakgroepen die de chemische industrie omvat, behoort ook de groep van de kunstmatige kleurstoffen en hun tussenproducten. Synthetische organische kleurstoffen verduidelijken trouwens best de bewering dat de chemische industrie een hoge toegevoegde waarde vertoont. Bij de synthese van kleurstoffen wordt immers uitgegaan van vrij eenvoudige chemische verbindingen. De kleurstoffenscheikunde is bovendien een schoolvoorbeeld geworden van de overdracht van kennis uit het laboratorium naar het werkhuis en van een vruchtbare samenwerking tussen industrie en universiteit.

Groot-Brittannië, de toenmalige eerste industriële wereldmacht, oefende op jonge chemici in het midden van de vorige eeuw een niet geringe aantrekkingskracht uit. Voornamelijk de textielindustrie rondom Manchester fungeerde als

motor voor de industriële revolutie. In 1845 aanvaardde de Duitse scheikundige August Wilhelm Hofmann een benoeming aan het zopas gestichte Royal College of Chemistry in London.

Onder zijn assistenten bevond zich William Henry Perkin die in een poging kinine te bereiden, in 1856 aniline met kaliumdichromaat oxideerde. De reactie leidde niet tot het verhoopte eindproduct - dit was theoretisch trouwens niet mogelijk - maar tot de eerste synthetische en in de ververij van zijde bruikbare organische purperen kleurstof: Mauve (1).

Evenwel was er van een georganiseerde industriële research omstreeks 1860 in Duitsland, maar ook in Engeland of in Frankrijk, nauwelijks sprake of hij bleef marginaal.

De toestand kreeg een andere wending toen August Wilhelm Hofmann besloot het Royal College of Chemistry vaarwel te zeggen en naar Duitsland terug te keren. Omstreeks dezelfde periode maakte de ontsluiting van de benzeenformule door August Kekulé - notabene in 1865 in Gent - het vastleggen van structuurformules voor eenvoudige chemische verbindingen mogelijk zoals aniline, naftaline, toluïdine, nitrobenzeen, enz. Zij maakte de weg vrij voor een meer systematisch onderzoek en wees nieuwe richtingen aan voor de chemische technologie.

Ook de Universiteit Gent mocht tussen 1858 en 1867 op grote belangstelling rekenen van aangaande chemici.

August Kekulé von Stradonitz stond er aan het hoofd van een modern laboratorium en was omringd door een aantal jonge en enthousiaste medewerkers. Tot zijn persoonlijke assistenten behoren Adolf Baeyer, een van de eerste Nobelprijswinnaars (2) en Théodore Swarts (3) die tot zijn opvolger werd benoemd.

In 1884 was Leo Baekeland (4) gepromoveerd tot doctor in de natuurwetenschappen en werd assistent van professor Swarts. Deze onderhield goede betrekkingen met Adolf Baeyer, nu professor in Straatsburg. Hij had zijn onderzoek gericht naar de synthese van aromatische verbindingen met zijketen. Onder meer had hij zich toegelegd op de studie van de reactie van fenolen met aldehyden. Met uitzondering van een enkel product, saligenine, bleken de pogingen niet tot kristallijne verbindingen te leiden, een in die tijd hoofdzakelijke bekommernis van chemici.



Leo Baekeland (1904)

Théodore Swarts herinnerde zich de vruchteloze opzoeken van Baeyer en zette Leo Baekeland en zijn zoon Frédéric aan het werk. Hun opdracht bestond erin fenol en formol te laten reageren met het oog op het bekomen van verbindingen met een gekende scheikundige structuur. De beide assistenten waren echter evenmin succesrijk als Baeyer. De kleverige massa die zij verkregen, beantwoordde niet aan de verwachtingen. De pogingen werden gestaakt.

Inmiddels was Leo Baekeland, nu gehuwd met de dochter van zijn leermeester, naar de Verenigde Staten uitgeweken. Hij had er met niet gering succes de formule voor een fotografische papieremulsie uitgewerkt: Velox. Zijn bedrijf, de Nepera Chemical Company, New York, kende een uitzonderlijke bloei. De aanhoudende stijging van de omzet van het Veloxpapier werd een bedreiging voor een soortelijk fotopapier, gefabriceerd door de Eastman Kodak Company, Rochester N.Y. Na langdurige onderhandelingen was George Eastman in 1899 bereid, de Nepera Chemical Company voor een koopsom over te nemen die Leo Baekeland van alle financiële besommingen bevrijdde (5).

De verworven rijkdom effende de weg voor een wellicht onderhuids lang gekoesterde droom: het oprichten van een privé-laboratorium en het aanvangen van opzoeken. Het lag enigszins voor de hand dat Baekeland geen vrede zou nemen met de uitkomsten van zijn in Gent samen met Frédéric Swarts uitgevoerd onderzoek naar de reactie van formol met fenol. Ditmaal kon Baekeland - wij bevinden ons in het jaar 1905 - niet enkel rekening houden met de bevindingen van Baeyer (1871), Edmund ter Meer (1874), W. Kleeberg (1891) en B. Tollens (1892), maar ook met deze van Carl Heinrich Meyer die er in 1901-1902

in geslaagd was het eerste kunsthars te bereiden, namelijk schellak. De synthese lukte Meyer bijna meteen en was te danken aan een gelukkige inval. Hij voegde aan het fenol-formaldehydemengsel geen katalytische hoeveelheden zuur toe, maar nagenoeg equimolair. Hierdoor verliep de reactie reeds bij lage temperaturen en bleef controleerbaar. Het eerste kunstharsoctrooi werd in 1902 ingediend. Het product zelf werd 'Laccaïn' gedoopt en diende voor het politoeren van meubels. Het vertoonde echter één groot nadeel: het vergeelde sterk (6).

In zijn voordracht 'The Synthetic, Constitution, and Uses of Bakelite' maakte Baekeland nog de namen bekend van andere navorsers dan de hoger vernoemden (7). Hij vatte zijn opzoekingen dus aan met een stevige kennis van de literatuur op het gebied.

Evenwel, de eerste uitslagen waren weinig aanmoedigend. Noch Baekeland zelf, noch zijn assistent Thurlow konden een gepast oplosmiddel vinden om de verkregen geelachtige harsen op te lossen. Baekeland gaf er zich tenslotte rekenschap van dat het zou zijn aangewezen de reactieomstandigheden beter te begripen en het gebeuren te beheersen (8). Met het hem eigen doorzettingsvermogen besteedde hij tussen 1905 en 1907 aandacht aan de verschillende reactieparameters zoals de verhoudingen van de reagerende stoffen, temperatuur, druk en katalysatoren. Hij stelde vlug vast dat de aanwezigheid van zuren tot oplosbare, echter niet hard wordende fenolharsen leidde, het toevoegen van alkali en ammoniak echter meerdere oplosbaarheidsstappen opleverde die uiteindelijk een volledig onoplosbaar product liet ontstaan. Baekeland gaf aan zijn smeltbaar fenolhars de naam van Novolak.

Hij onderscheidde hoofdzakelijk drie condensatieproducten en duidde ze aan

met de letters bakeliet A, B en C. De vorm A kon worden gegoten en kon door verwarming onomkeerbaar overgaan in de vorm C. Het product C was onoplosbaar, onsmeltbaar en bood weerstand aan chemische inwerkingen. Wel slaagde het Baekeland er niet in de scheikundige structuur van de verschillende reactietypen te ontrafelen. Dat bleef aan een latere onderzoeker voorbehouden.

Het eerste octrooi van Baekeland werd genomen op 18 februari 1907. Enkele maanden later volgde het befaamde 'warmte- en drukoctrooi' dat moet worden beschouwd als het grondleggende patent voor de latere ontwikkeling van de persmassa. Het beschrijft een procédé waarbij een fenolformaldehyde-condensatieproduct zo lang aan de inwerking van warmte en druk wordt blootgesteld, tot het eindproduct hard, onsmeltbaar en onoplosbaar is geworden. Hiermede werd aan Leo Baekeland het eerste octrooi voor het vervaardigen van kunststoffen (Duroplasten) toegekend. Terecht wordt hij derhalve de 'vader van de kunststoffen' geheten.

Baekeland was niet enkel een inventief uitvinder, maar ook een vruchtbaar auteur (9).

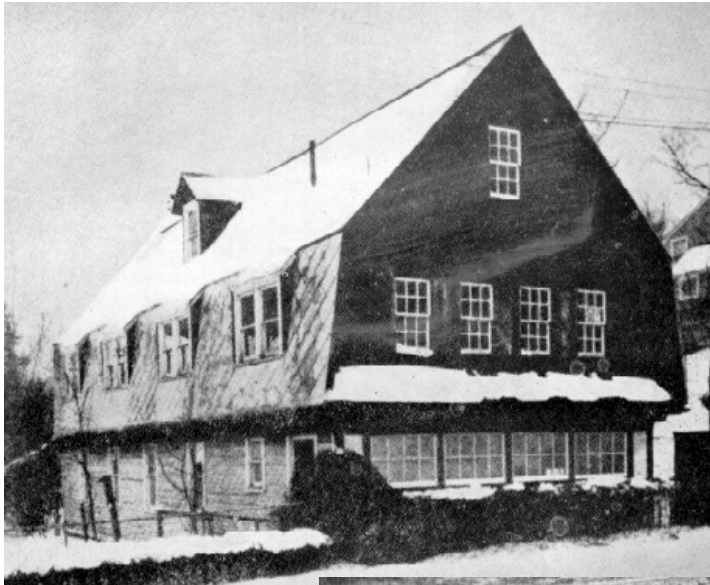
Wanneer men de vraag stelt naar de verdienste van Baekeland, dan kan men het antwoord ongeveer als volgt formuleren: Baekeland verstond het - de reeds door C.F. Meyer uitgevoerde reactie - tussen fenol en formaldehyde zo te leiden dat zij op om het even welk tussenstadium kon worden tot staan gebracht. Hierdoor werd het mogelijk om aan vloeibare of pastavormige mengsels van fenolharsen en vulstoffen de gewenste vorm te geven alvorens ze zich - b.v. door verder te verwarmen - tot onoplosbare kunststoffen omvormden.

Zijn octrooien en publicaties gaven aan tal van uitvinders de aansporing, om eveneens in deze richting onderzoek uit

te voeren. Een van de eersten was Fritz Raschig (10), een scheikundige uit Ludwigshafen. Raschig modificeerde de methode van Baekeland derwijze dat hij - door verhoging van de concentratie van formol - harsen verkreeg die konden worden gegoten. Door verder verwarmen geraakte men tot onbewerkte plastics, waaraan men door boren, zagen of draaien een uiteindelijke vorm kon verlenen.

Het bakeliet, ontstaan in het privé-laboratorium van Baekeland in Yonkers, N.Y., vond de eerste toepassingen als

isolatiemateriaal in de elektrotechniek. De stijgende toepassingsmogelijkheden leidden tot de oprichting van de General Bakelite Company in Perth Amboy in 1910. Nog in hetzelfde jaar werd in Duitsland de Bakelite Gesellschaft m.b.H. gesticht in samenwerking met de Rütgers-Werke. In 1922 werd de Bakelite Corporation boven het doopvont gehouden in Bound Brook, N.Y. Zij fuseerde in 1939 met de firma Union Carbide & Carbon Corporation, waar zij er de Bakelite Division van vormde. Later werd de naam omgevormd tot Carbide Plastics Company.



Het laboratorium van Baekeland waar bakeliet werd uitgevonden.

Bakelite Corporation (1922-1939) te Bound Brook N.J.

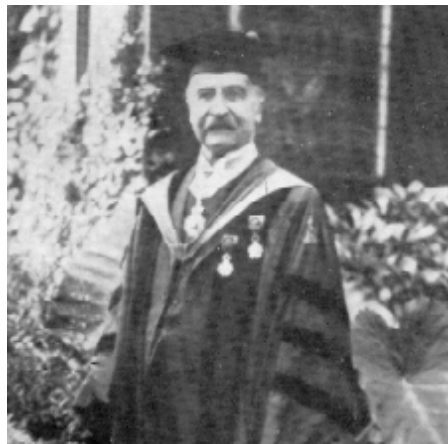


Indien Baekeland succes kende, dan was het te danken aan zijn buitengewone werkkraft, zijn doorzettingsvermogen en zijn doelbewust uitwerken van eens opgedane ervaringen.

De wetenschappelijke en industriële bedrijvigheid van Baekeland bezorgde hem talrijke hoge onderscheidingen. Hem werd het eredoctoraat verleend van tal van universiteiten, o.m. Pittsburgh, New York, Edinburgh en Gent. In 1924 werd hij voorzitter van de American Chemical Society. Bovendien zetelde hij in enkele Amerikaanse nationale raden. Leo Baekeland overleed op 23 februari 1944, 81 jaar oud.

Wij vermeldden dat Leo Baekeland er niet was in geslaagd de scheikundige structuur te onderkennen van de tijdens de condensatiereacties ontstane producten. Een eerste geslaagde poging daar-

toe werd geleverd door Raschig in 1912. A. Helsinga en J. van de Ven hebben het verloop van de harsvorming beschreven in een hoofdstuk gewijd aan de fenoplasten (11).



Baekeland in toga, als Honorary professor' vann de Columbia University te New York (1930)

BIBLIOGRAFIE

1. TRAVIS, A.S. The Rainbow Makers. The Origins of the Synthetic Dyestuffs Industry in Western Europe. Bethlehem: Lehigh University Press, 1993, 335 p.
2. RICHTER, F. Adolf von Baeyer. Ber. 68 (1935), A. 175.
3. GILLIS, J. De Gentse periode van Leo Baekeland. De Brug, 8 (1964), 3-9.
4. ANTHEUNIS, G. Leo Baekeland. Gent: Dienst Leefmilieu, [1988]. 83 p. Tentoonstellingscatalogus Museum voor Wetenschap en Techniek, Gent.
5. JENKINS, R.V. Images and Enterprise. Technology and the American Photographic Industry 1839 to 1925. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1957. 370 p.
6. SCHWENK, E. 80 Jahre Kunststoffe: Fest vergessene Erfinder. Frankfurt am Main: Hoechst AG, 1982. 19 p.
7. BAEKELAND, L. The Synthesis, Constitution, and Uses of Bakelite. Voordracht gehouden voor de American Chemical Society in 1909. Herdruk in Chemtech, 6 (1976), 40-53.
8. GILLIS, J. Leo Hendrik Baekeland. Uitvinder en grootindustriël. Belg. Tijdschr. Kunststoffen, 4 (1963), 465-473.
9. GILLIS, J. Leo Hendrik Baekeland. Verzameld oorspronkelijke documenten. Kon. Vlaamse Acad. Wetensch. Letteren en Schone Kunsten van België. Brussel: Paleis der Academiën, 1965. Overdruk. Lezing gehouden op 12 oktober 1963.
10. ROSENHEIM, A. Ber. 62 (1929), 109.
11. HESLINGA, A. en J. van de Ven. Phenoplaste in R. HOUWINK en A.J. STAVERMAN. Chemie und Technologie der Kunststoffe. III. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, 1963. Pp. 600-623.

L. ROOSENS
Historisch Archief
Agfa-Gevaert NV