

---

## HERMANN STAUDINGER

---

**Hermann Staudinger** werd in Worms aan de Rijn geboren op 23 maart 1881. Hij was de tweede zoon van het echtpaar Franz Staudinger en Auguste Wenck. Zijn vader, een Kant's filosoof, raadde Hermann aan, nadat deze ervan getuigde een grote liefde voor bloemen en planten te hebben, scheikunde te gaan studeren. Want dat was de wetenschap om meer te weten te komen van het inwendige leven van de flora. Hermann zelf dacht toen, nadat hij op 18-jarige leeftijd het eindexamen gymnasium had afgelegd, daar helemaal niet aan. Hij ging botanie studeren in Halle, maar tegelijkertijd beoefende hij wat analytische scheikunde en ging na een korte poos toch scheikunde studeren, eerst in Darmstadt waar hij een eerste examen aflegde en daarna in München. In 1901, dus op 20-jarige leeftijd keerde hij terug naar Halle om daar twee jaar later reeds te promoveren bij D. Vorländer. De titel van zijn dissertatie luidde: "Anlagerung des Malonesters an ungesättigte Verbindungen". Alleen of met zijn promotor schreef hij nog een enkel artikel over hetzelfde onderwerp. Direct na zijn promotie (in 1903 dus) werd hij assistent van J. Thiele in Straatsburg.

Na daar twee jaar onderzoek gedaan te hebben maakte hij het eerste keten - difenyلكeten - en ontdekte daarbij diens

grote reactiviteit. Weer twee jaar later schreef hij een studie over onverzadigde verbindingen, waarmee hij leerbevoegdheid (Habilitation) verkreeg en dan ook direct buitengewoon hoogleraar aan de Technische Hochschule te Karlsruhe werd. Hermann Staudinger was toen pas 26 jaar. Na 5 jaar daar werken gaf hij zijn eerste boek "Die Ketene" uit waardoor hij zo bekend raakte dat populair gezegd z'n kostje hiermee gekocht was. De scheikunde-historicus Ralph E. Oesper merkte in 1939 op dat dit geschrift toen nog als standaardwerk gebruikt werd.



Herman Staudinger studeert zelfs aan de ontbijttafel

Van 1907 tot 1912 had Staudinger min of meer de vrije hand voor zijn research in het Institut für Organische Chemie in Karlsruhe. Aan het Institut für Physikalische und Elektrochemie van de T.H. in Karlsruhe was de 13 jaar oudere Fritz Haber een jaar eerder tot hoogleraar-directeur benoemd. Weliswaar werkten ze beiden in hetzelfde gebouw maar beider belangstellingen lagen op verschillend gebied, zodat er van strenge samenwerking eigenlijk geen sprake was. Ze bleven die 5 jaar ieder hun eigen baas. Ze genoten zulk een vrijheid dat Haber Staudinger in wezen condoleerde met zijn benoeming in 1912 tot docent aan de Eidgenössische T.H. van Zürich.

Reeds na een jaar werken kon Staudinger z'n eerste zelfstandige publicatie de wereld inzenden via de Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. Slechts 3 pagina's maar het was het echte wetenschappelijke begin. 1912 was dus voor Staudinger een belangrijk jaar. De uitgave van boven vermeld boek (dat in het Engels, Frans, Spaans, Italiaans en Japans vertaald werd) over zijn

research van de ketenen en zijn overgang naar Zürich, waar hij 14 jaar lang zou verblijven.

Echter het cruciale jaar in Staudingers carrière was 1920 toen hij een artikel in de "Berichte" het licht kon laten zien "Über Polymerisation". Zijn - wie wij graag noemen - "geestelijke zoon" Hermann Franz Mark, wijdt in zijn artikel "Hermann Staudinger father of modern polymer science (in 1989) enkele pagina's aan Staudinger's slechts 12 bladzijden tellende publicatie, niettegenstaande erin geen nieuwe experimenten in opgenomen zijn. Wel een 60-tal referenties waaruit hij de uitdrukking "polymerisatie" creëert die hem leidde tot het onderscheiden van 3 groepen Hochmolekulare Polymerisationsprodukte:

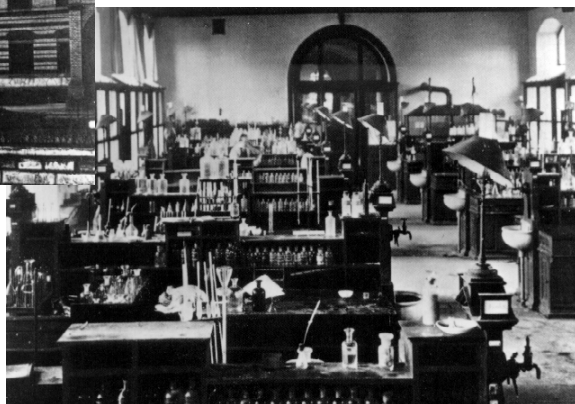
1. paraformaldehyde (het huidige polyformaldehyde)
2. metastyrol (nu bekend als polystyreen)
3. rubber (dus polyisopreen).

Het grote woord "macromoleculen" kwam eerst twee jaar later over Staudingers lippen.



Het chemisch instituut van de E.T.H. te Zurich

Het organisch-chemisch practicum in de E.T.H. te Zurich



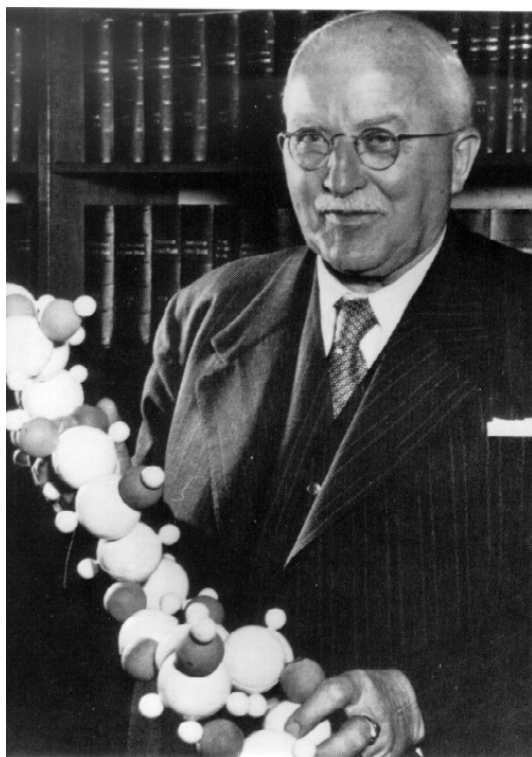
Twee jaar nadat Staudinger in 1920 zijn bovengenoemde artikel over polymerisatie schreef, creëerde hij de naam "macromoleculen". In een onlangs verschenen biografisch artikel in de Nachrichten für Chemische Technik und Laboratorium (47 (1999) nr.4) door Rolf Mülhaupt wordt gesteld dat Staudinger voor z'n veertigste jaar één van de leidende organisch-chemici was, maar dat hij in de jaren daarna tamelijk abrupt zijn "zekere haven van de organische scheikunde verliet en zich waagde op de stormachtige oceaan van de in opkomst komende polymeer-wetenschap".

Onmiddellijk kreeg de 41 jarige Staudinger heel wat fundamentele kritiek voor zijn benadering van polymeren als macromoleculen. Van gerenommeerde collega's uit zowel organische als fysiologisch-chemische hoek. Die kwam onder meer uit de hoek van de wetenschappers die de z.g. miceltheorie aanhingen, een leer uit de kolloïdchemie. Hier handelt het zich om kleine moleculen die a.h.w. tot grote aggregaten, de micellen samenklonteren.

Een van deze opposanten, de ons allen zeer bekende Paul Karrer, stelde dat reuzenmoleculen met b.v. 5000 moleculen als één geheel niet bestaan. Ook de bekende Heinrich Otto Wieland, in die jaren professor aan de Universiteit van Freiburg im Breisgau, was het niet met Staudinger eens. Die bleef beweren, dat stoffen zoals rubber, cellulose en proteïnen ook macromoleculen waren evenzo als polysterol, polyoxy-methyleen en P.V.C. Hij schreef aan Staudinger:

"Beste Heer collega, laat U toch de voorstelling met grote moleculen, organische moleculen met een molecuulgewicht boven 5000 bestaan er niet. Zuiver uw producten, dan zullen ze kristalliseren en zich als laagmoleculaire stoffen bewijzen!!"

Ironisch genoeg werd Staudinger enkele jaren later, in 1926, Wielands opvolger in Freiburg! Ook de net gepromoveerde Oostenrijker Hermann Franz Mark die op het Laboratorium für Faserstoffchemie van het Berlijnse Kaiser-Wilhelm-Institut werkte, was anti. Doch al spoedig, na intensief röntgenonderzoek, werd hij pro. En dat niet alleen. Hij werd zelfs een leidende wetenschapper op het gebied van de hoogpolymeren. En in 1966 necroloog en schrijver van een biografisch artikel over Staudinger, waarin hij hem "de vader van de moderne polymeerwetenschappen" noemde en ook een "apostel" daarvan.



Apostel van de macromoleculaire chemie

In 1926 werd de 26-jarige Staudinger Wielands opvolger in Freiburg in Breisgau, dat hij tot zijn emeritaat in 1951 trouw is gebleven. Hier begon hij met zijn systematisch onderzoek van cellulose en zijn derivaten. Nu werd ook duidelijk dat macromoleculen een belangrijke rol spelen in zowel biologie als biochemie. Zijn research met verschillende medewerkers had grote diepgang maar vanaf 1934 stak het Nazi-Duitsland stokken in de wielen. Toen legde de rector van de universiteit, de filosoof en getrouwe nationaalsocialist Martin aan Hermann Staudinger een "Amtsenthebung" op, dat later iets verzacht werd, maar hem verbood naar het buitenland te reizen en verplichtte aan "oorlogswetenschap" mee te werken.

Stilgezeten heeft Staudinger toen niet. Nadat hij in 1932 het boek "Die Hochmolecularen organische Verbindungen, Kautschuk und Cellulose" uitgegeven had liet hij er in 1939 het eerste deel van "Fortschritte der Chemie, Physik und Technik der makromolekularen Stoffen" op volgen. Een jaar later liet hij verschijnen "Organische Kolloïdchemie". 1940 was het jaar dat hij leider werd van de "Forschungsabteilung für macromoleculaire chemie am Chemischen Universitätslaboratorium". Zijn eigen instituut in Freiburg werd daarmee het eerste in Europa. Maar al gauw kwam daar een eind aan; aan het gebouw althans. Op 27 november 1944 ging het door een bombardement ten onder. In 1947 was het gebouw in zoverre hersteld dat hij met z'n staf de research weer kon opnemen. In dit jaar stichtte hij ook het tijdschrift "Die Makromolekulare Chemie", uitgegeven zowel in Heidelberg als in Basel. Echter 4 jaar later moest hij zijn universitaire werkzaamheden staken. In 1951 werd hij 70 jaar en zijn emeritaatschap brak aan. Evenwel werd hem een erebaantje aangeboden bij de instelling van

het "Staatliches Forschungsinstitut" en bleef hij publiceren.. Enkele eringsartikelen verschenen, twee eredoctoraten (Karlsruhe en Mainz) na het bezit van reeds vele erelidmaatschappen van o.m. buitenlandse wetenschappelijke academies. En de kroon op zijn werk twee jaar later de toekenning van de Nobelprijs voor de Scheikunde, waarna het weer zeer officiële eerverleningen "regende". Tot in het jaar van zijn sterven – september 1965 – met de verlening van het "Grosses Verdienstkreuz mit Stern und Schulterband des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland".

In 1953, toen Staudinger 72 jaar was, kon hij eindelijk naar Stockholm reizen om de hem toegekende Nobelprijs uit handen van de Zweedse koning te ontvangen "Voor zijn ontdekkingen op het gebied van de macromoleculaire scheikunde" (in het Duits: voor zijn werken over hoogmoleculaire substanties). En daarvan had hij reeds 30 jaar eerder baanbrekend, grensverleggend werk verricht. Na een lange, relatief diepgaande inleiding door het lid van het Nobelcomité voor Scheikunde van de Koninklijke Zweedse Academie van Wetenschappen, professor A. Fredga, kwam Hermann Staudinger aan het woord. Het moest een voordracht worden, maar het leek meer op het letterlijk citeren van een artikel n.b. 23 pagina's druk met 10 tabellen, 3 zeer gedetailleerde formules en slechts één foto, met aansluitend 60 literatuurcitaten. Arme toehoorders, in het bijzonder de leken inclusief de koning en andere koninklijke hoogheden. Voor de scheikundige toehoorders was zijn verhaal zeer overzichtelijk en uit de eerste drie tabellen met classificaties precies na te gaan waar de macromoleculaire chemie over gaat: stoffen die in de natuur voorkomen, die omgevormd zijn van natuurlijke substanties, en synthetische materialen.

Staudinger heeft zich zeker niet beperkt tot zijn wetenschappelijk onderzoek. Ook in zijn beginperiode – in Karlsruhe en Zürich – heeft hij colleges – ook in de anorganische scheikunde – en capita selecta gegeven. Evenzo begeleidde hij vele studenten op de practica en leidde hij also deze leerlingen – van wie wel eens gezegd werd, dat ze aan de voeten van de meester zaten – op tot volwaardige onderzoekers. Het was er wel een 200-tal van verschillende nationaliteiten met wie hij meer dan 600 artikelen het licht deed zien.

We hebben reeds vermeld, dat Frits Haber in Karlsruhe een collega was van Staudinger. In 1912 zijn hun wegen, voorzover die parallel liepen, gescheiden door Staudingers vertrek naar Zwitserland. Eigenlijk al een jaar eerder, toen Haber naar Berlijn geroepen werd. En algemeen is toch wel bekend dat Haber zich in de eerste wereldoorlog toegelegd heeft op het vervaardigen en doen gebruiken van chloor als oorlogsgas. Voor velen, ook zijn eigen vrouw, een zeer kwalijke zaak. Staudinger daarentegen was een pure pacifist, in die zin dat hij zich in gesprek en geschrift tegen het vreselijke oorlogsgeweld uitliet. We noemen hierbij het artikel "Technik und Krieg" uit "Die Friedenwarte: Blätter für zwischenstaatliche Organisation" uit 1917 en zijn aan het eind van dat jaar aanmaning bij het Duitse "Oberkommando" in Berlijn het zinloze "bloedvergieten" te beëindigen. Ook voorspelde hij een snel verliezen van de oorlog, na inmening van de USA. Deze "onduitse houding" van Staudinger is hem door zijn superieuren op z'n zachtst gezegd nooit in dank afgenomen. En dat vanaf het begin van het "Derde Rijk". Het speelde al een rol bij zijn benoeming in 1926 naar Freiburg. En in 1934 kreeg hij in zekere zin een "Berufsverbot", waardoor zijn wetenschappelijk werk ernstig gehinderd werd. Zijn latere verzoek om een eigen

instituut binnen het Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, het latere Max-Planck Gesellschaft werd nooit gehonoreerd. Daarbij zal ook zijn na de Tweede Wereldoorlog uitgegeven boek over de rebellie van de technische slaaf (1947) hem geen goed hebben gedaan. Pas in 1983 werd in het Max-Planck Gesellschaft het Institut für Polymerforschung gegrondvest. Herman Staudinger heet dan bij zijn emeritaat een verbitterd man geweest te zijn.

We spraken even over de relatie van Frits Haber met diens vrouw. Met die met de echtgenote van Hermann Staudinger was het heel anders gesteld. Zij werd a.h.w. zijn wetenschappelijke arm. Dat is waarschijnlijk wat onemancipatie-achig gezegd, feit is, dat Magda Staudinger-Woit Hermanns wetenschappelijke assistent en -collega is geweest. Zij zag daarbij de grootheid van haar man zo intensief in, dat zij in de jaren 1969 tot 1976 "Das wissenschaftliche Werk von Hermann Staudinger" uitgegeven heeft met als Band 5 (1975) "Arbeiten Allgemeiner Richtung von Hermann Staudinger". Hierin gaat Magda o.m. in op Hermanns houding als anti-oorlog propagandist en de daaruit voortvloeiende verhouding met zijn oud-collega Haber.

Van Magda vernemen we ook dat Hermann reeds in 1927 met haar het verband besprak met tussen zijn macromoleculair onderzoek en zijn interesse voor de biologie. Dit was op het Biologisch Anstalt in Helgoland waar Magda werkte. Magda getuigt verder dat de macromoleculaire chemie als moleculaire biologie een triomferende vooruitgang boekte en in de genetika en celbiologie niet meer weg te denken is. Magda is niet alleen Hermanns echtgenote en biografe geworden, zij heeft ook jarenlang met hem samen onderzoek gedaan en mede gepubliceerd. Zo tilden zij een nieuwe discipline van de grond, de "macromoleculaire biowetenschappen".



Herman en Magda Staudinger werken samen

Staudinger is daarbij altijd trouw gebleven aan zijn jeugdinteresse voor de botanie en vermeldde in zijn eigen "Arbeitserinnerungen" die hij in 1961 op 80-jarige leeftijd schreef, na zijn emeritaat de mogelijkheid te hebben gehad om zich weer aan deze studie te wijden. In de biografie die toegevoegd werd aan z'n Nobel-voordracht uit 1953 destilleren we dat Staudinger naast zijn deels bovenvermelde boeken een groot aantal publicaties op zijn naam heeft staan, zo'n 500 alleen al over macromoleculaire verbindingen, voorafgegaan door een 50-tal over zijn beginonderzoek over ketenen. Over cellulose publiceerde hij apart wel 120 artikelen en over rubber en isopreen een 50-tal. In een recent artikel van 2 jaar terug berekende de auteur Rolf Mülhaupt uit Freiburg het juiste aantal artikelen van Staudinger op 859 met over de 10.000 pagina's. Het aantal dissertaties dat onder zijn leiding geschreven werd is 150. Nalatenschap van Hermann Staudinger wordt bewaard in het Deutsches Museum in München en is openbaar toegankelijk.

#### Wat betekende België voor Staudinger?

Laten we dit als intermezzo eens releveren. Dan lezen we al op de eerste drie bladzijden van zijn Nobel-voordracht in 1953 dat hij bij zijn studies en onderzoek veel gehad heeft aan de structuurtheorieën van "onze" Kekulé. Hij constateert daarbij dat het enige verschil tussen macromoleculen (met 1 miljoen of meer atomen) en kleine moleculen met een laag molecuulmassa dus, is dat van structurele grootte. Doch dat macromoleculaire verbindingen even goed aan de wetten van Kekulé's structuurtheorie voldoen, exact op dezelfde wijze. En zouden we Leo Hendrik Baekeland niet Staudingers voorloper kunnen noemen? Immers in 1905 synthetiseerde deze 42-jarige Gentenaar de eerste macromoleculaire kunststof door polycondensatie van fenol en formaldehyde, het "bakeliet".

En wel een hele grote betekenis voor Staudinger was zijn benoeming tot "Grand Officier de l'Orde de la Couronne" door onze geliefde koning Boudewijn. Dat was in 1958, een jaar nadat hem het "Grosses Verdienstkreuz mit Stern des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland" werd verleend, maar een jaar voordat Frankrijk hem onderscheide met het corresponderend lidmaatschap van het Instituut de France, de Académie des Sciences. En zouden we tenslotte niet de door hem gesynthetiseerde "Poivre" hier mogen noemen? Immers in de jaren van de Eerste Wereldoorlog was er een groot tekort aan peper. Staudingers "poivre" was zulk een goede vervanger dat hij er zelfs patent op verkreeg. Blijkbaar voor hemzelf ook een markante synthese, want als hij op 80-jarige leeftijd (!) zijn "Arbeitserinnerungen" schrijft, wijdt hij daar een aparte paragraaf aan. En ook voor het Deutsches Museum, want deze bewaart zorgvuldig een zakje van het handelsproduct als relikwie.

---

Te lezen:

- Hermann Staudinger Arbeitserinnerungen, Heidelberg 1961. XI+335pp.
  - Magda Staudinger-Voit, Das Wissenschaftliche Werk von Hermann Staudinger o.a. Band 5: Arbeiten Allgemeiner Richtung. Basel-Heidelberg 1975. XI+437pp.
  - Hermann Staudinger, Macromolecular Chemistry. Nobel Lecture. December 11, 1953 in Nobel Lectures, including presentation speeches and laureates biographie: Chemistry 1942-1962. Amstersam-Londen-New York pp 390 t/m 419.
  - Willem Quarles, Hermann Staudinger Thirty Years of Macromolecules in Journal of Chemical Education 28, 120-122 (+foto) (1951) (t.g.v.S.70 jaar).
  - W. Kern, Zur Entwicklung der makromolekularen Chemie – H. Staudinger zum 70. Geburtstag in Angewandte Chemie 63 (10) 229-231 (1951).
  - Cristofir Siméonescu, Hermann Staudinger 100 years from his birth in Cellulose Chem. Technol. 15, 599-604 (1981).
  - Claus Priesner, H. Staudinger, H. Mark und K.H. Meyer – Thesen zur Größe und Struktur der Macromoleküle. Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel 1980 X+389 pp.
  - Herman F. Mark, Hermann Staudinger father of modern polymer science in Pioneers in Polymer Science (ed. R.B. Seymour) Dordrecht-Boston-Londen 1989 pp. 93-109
  - Rolf Mülhaupt, Hermann Staudinger und die Entwicklung der Makromolekularen Chemie in Nachr.Chem.Techn.Lab. 47, 413-418 (1999) (eventueel te raadplegen over verdere publicaties van en over Staudinger).
- 

Jan W. van Spronsen.  
Voorzitter Historische Commissie van de  
Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging  
te "s-Gravenhage