

---

# LINUS PAULING, EEN BUITENBEENTJE

---

Albert Einstein noemde Linus Pauling één van de meest prominente en vindingrijke Amerikaanse wetenschapsmensen. Isaac Asimov zag in hem de grootste chemicus van de 20ste eeuw. Francis Crick maakt een veelzeggend voorbehoud: 'Around 1950, he was the leading chemist of the world'. Behalve Marie Curie is Pauling de enige laureaat van twee Nobelprijzen: voor chemie(1954) en voor de vrede(1962). Enkele decennia geleden leerde het gewone publiek zijn naam kennen door zijn campagne om vitamine C tot een wonderheilmiddel te promoveren. In 1958 staat Pauling in voor een bijdrage over de chemische bindingen in het "Internationaal Paleis van de Wetenschappen" op EXPO 58 te Brussel.

Voor ons is Pauling de katalysator geweest bij de verjongingskuur van ons chemieonderwijs. Uitgaande van zijn theorieën over de chemische binding werd de leerstof in het secundair onderwijs reeds voor het VSO herzien en is geëvolueerd tot een samenhangende en logische verklaring over het gedrag van moleculen en ionen om langs deze weg het waarom van een reactie te begrijpen. Gedaan met het afdreunen van 'Voorkomen - Fysische en Chemische Eigenschappen - Reacties - Toepassingen - Voornaamste Verbindingen' van

een aantal elementen! (Zelfs dit programma bleek sommige leerlingen voldoende te begeisteren om het 'goede pad' te kiezen!)

## Zijn Jeugd

Linus Pauling is in 1901 geboren in Portland in de staat Oregon. Rond de eeuwwisseling is de stad in volle expansie en dankt haar bloei aan de welstand van de handelaars en de inzet van minder welvarende avonturiers die er verzeilen na het einde van de Californische Goldrush. Het is een bevolking die het werken in zich heeft en weinig tijd en gelegenheid heeft voor studie en ontspanning. Na de dood van Paulings vader, die een kleine drogisterij uitbaat, heeft zijn moeder het hard om met haar drie kinderen de eindjes aan mekaar te knopen. Ze ziet in Linus, de oudste en enige zoon, de toekomstige broodwinner van het gezin. Aan Washington High School brengt een jonge lerares hem het heilig vuur voor de wetenschappen bij. Hij behaalt evenwel zijn eindexamen niet omdat hij oordeelt dat lectuur hem meer over burgerzin en maatschappijleer bijbrengt dan wat hij in de lessen opraapt. (Uit valse schroom heeft de school hem zijn diploma 'honoris causa' toegekend in 1962. Het was uiteindelijk niet zo eer-

vol om de drager van twee Nobelprijzen een humanioradiploma te ontzeggen!)

Tegen de wil van zijn moeder in gaat hij in 1917 aan het Oregon Agricultural College (thans Oregon State University) studeren. Hij brengt het van jobstudent tot assistent. Het is een teken aan de wand dat hij als student zonder enige academische graad deze post krijgt: hij geeft inhaallessen, verbetert toetsen en leidt het practicum van analytische scheikunde. Financieel kan hij nu zijn familie onderhouden en zijn studies voortzetten. Hij geraakt geboeid door het baanbrekend werk van Irving Langmuir en Gilbert Lewis over de krachten die de atomen aaneenlijmen en door de chemische Newspeak met begrippen als doubletten, octetstructuur, edelgasconfiguratie.

Hij twijfelt of hij zijn studies zal voortzetten te Berkeley (waar hij hoopt bij Lewis te werken) of aan 'CalTech', het California Institute of Technology te Pasadena dat met zijn beperkt aantal professoren en studenten vooral aan research doet. Hij opteert voor 'CalTech'. Roscoe Robinson, die zelf het klappen van de zweep geleerd had bij William Henry Bragg (1862-1942) en zijn zoon William Lawrence Bragg, leert hem de knepen van de röntgenkristallografie. In 1923 publiceert Pauling zijn eerste artikel waarin hij aantoonde dat  $\text{MoS}_2$  niet door 8 maar door 6 zwavelatomen omringd is. Hij toont het verschil aan tussen de tetragonale vorm van rood  $\text{PbO}$  en de rombische gele vorm. Hij bevestigt het vermoeden dat kaliumpyroantimonaat  $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  beantwoordt aan de formule  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ .

Hij bepaalt door röntgendiffractie de structuur van complexe verbindingen. Met dezelfde techniek slaagt hij erin de ionenstraal van een aantal elementen te berekenen en toont aan dat deze straal afhangt van het aantal buurionen. Niet-tegenstaande R.D. Shannon en C.T.

Prewitt in 1972 grotere stralen voor de kationen en kleinere stralen voor de anionen vinden, blijken hun waarden voor  $(r^+ + r^-)$  overeen te stemmen met die van Pauling.

In 1925 behaalt hij zijn doctoraat met een proefschrift over 'The Determination of the Structure of Crystals'.

### 'The Nature of the Chemical Bond'

Hij ontvangt een studiebeurs en twijfelt opnieuw: wordt het Berkeley (waar Lewis evenwel reeds zijn hoogtepunt voorbij is) of wordt het Europa? Zoals de Franse "Compagnons du Tour" het land afreizen om bij ervaren meesters hun beroepskennis te vervolmaken zwermen de jonge buitenlandse wetenschapslui naar Europa. In deze Europese Gemeenschap avant-la-lettre heerst een gezonde rivaliteit tussen politieke vluchtelingen uit Hongarije (zoals Edward Teller, Leo Szilard, Eugene Wigner, Jancsi von Neumann) en beursstudenten uit Amerika (waaronder I.I. Rabi en Robert Oppenheimer). Ook Pauling gooit zich hals over kop in deze smeltkroes die borrelt van jonge ideeën en nieuwe horizonten openstelt door de explosie van de golf- en quantummechanica. Vanaf 1926 zwerft hij gedurende ongeveer twee jaar tussen Arnold Sommerfeld in München, Niels Bohr in Kopenhagen en Erwin Schrödinger en Pieter Debye in Zurich.

Bij zijn terugkeer wordt hij professor aan 'CalTech' waar hij het grootste deel van zijn leven zal blijven (1928-1963). Hij past de quantummechanica toe op de chemische binding. Hij verdiept zich in het verschijnsel van de resonantie, dat in 1926 en onafhankelijk van elkaar door Werner Heisenberg en Paul Dirac voorgesteld werd. Hij vindt een verklaring voor de gelijkwaardigheid van de vier C-H-bindingen in methaan door het begrip

hybridisatie in te voeren (hybrid bond). Hij stelt het principe van de elektronegatieve waarden op punt. Hij is de grondlegger van de valentiebindings-theorie.

In 1931 kent de American Chemical Society hem de Langmuirprijs toe voor "het meest waardevolle werk door een wetenschapper jonger dan 30 jaar, gepresenteerd op het gebied van zuiver wetenschappelijk onderzoek". Zijn reeds gevestigde faam in 'CalTech' waait over naar de oostkust: John Slater wil hem winnen voor het Massachusetts Institute of Technology bij Boston. Na lang aarzelen slaat hij toe. Zijn verblijf is van relatief korte duur. MIT ligt hem niet. John Slater, zoals Yankee Doodle 'can't find the city, because of the houses': hij werkt elk detail rigoureuus wiskundig uit. Pauling knalt er intuïtief op los: hij ziet het bos, maar niet de bomen. Pauling heeft steeds die neiging vertoond. Maar wat is intuïtie? Het begrip is uiteraard onwetenschappelijk. Is intuïtie niet het resultaat van een grondige kennis en inzicht waaruit het verstand, bewust of onbewust, de juiste oplossing extraheert of distilleert?

In 1933 publiceert hij drie artikels in het eerste nummer van 'The Journal of Chemical Physics' over 'The Nature of the Chemical Bond'. In 1937 worden ze het onderwerp van een reeks lezingen aan de Cornell University. In 1939 verschijnt de eerste druk van zijn standaardwerk met de gelijknamige titel. Het werk is opgedragen aan Gilbert Newton Lewis. In de inleiding brengt hij hulde aan hen die voor hem naar een verklaring zochten waarom elementen verbindingen vormen: Frankland(1852), Kekulé (1858), Couper(1858), Butlerov(1861), Kossel(1916)... Pauling geeft voor het eerst een ruime definitie van de chemische binding: 'There is a chemical bond between two atoms or groups of atoms in case that the forces

acting between them are such as to lead to the formation of an aggregate with sufficient stability to make it convenient to consider it as an independent molecular species'. Dit begrip omvat de ionbinding, de covalente binding en de bindingen tussen de ionen en de watermoleculen in de hydraten. Pauling was geen wiskundig genie zoals Jancsi von Neuman of Freeman Dyson, maar hij haalt uit de vergelijking van Schrödinger alleen de elementen die hij nodig heeft. Enkele jaren ervoor had hij met E. Bright Wilson reeds 'An Introduction to Quantum Mechanics with Applications in Chemistry' uitgegeven. Gedurende een kwarteeuw maken Paulings theorieën over de VB furore. Niettegenstaande ze thans verdrongen of aangevuld zijn door de MO-theorie wordt tussen 1955 en 1983 niet minder dan 16000 keer verwezen naar 'The Nature of the Chemical Bond'. De derde uitgave kende vorig jaar haar twaalfde druk.

### **Pauling als biochemicus**

Wanneer CalTech uitgebreid wordt met een departement voor biologie onder leiding van de geneticus en Nobellaureaat T.H. Morgan is het voor Pauling de gelegenheid zijn bindingstheorieën te toetsen aan veel grotere moleculen: de eiwitten. Als chemicus beseft hij dat ook in de biochemie de verklaring voor elk verschijnsel schuilt in het gedrag of de eigenschappen van de moleculen die de levende materie opbouwen.

In 'Nature'schrijft hij in 1948: 'I think that enzymes are molecules that are complementary in structure to the activated complexes of the reactions that they catalyze, that is, to the molecular configuration that is intermediate between the reacting substances and the products of reaction for these catalyzed processes. The attraction of the enzyme molecule for the activated complex

would thus lead to a decrease in its energy and hence to a decrease in the energy of activation of the reaction and to an increase in the rate of reaction'. Deze logische verklaring - waarmee thans de leerlingen in het secundair onderwijs vertrouwd zijn - moet ongeveer een halve eeuw geleden wel enige ophef gemaakt hebben.

Zijn aandacht gaat vervolgens naar hemoglobine. Hoe wordt dizuurstof op hemoglobine gebonden? Met Charles Coryell (1912-1971) ontdekt hij dat het om een covalente binding gaat. Dit leiden ze af uit de paramagnetische eigenschappen van hemoglobine in zuurstof-arm bloed en van het diamagnetisme bij zuurstofrijk bloed.

In paramagnetische stoffen bezitten de atomen of de ionen permanent een magnetisch dipoolmoment door de aanwezigheid van ongepaarde elektronen. In doubletten heffen de dipoolmomenten van de elektronen elkaar op door hun tegengestelde spin. Paramagnetische stoffen in een magneetveld versterken het magneetveld door dit permanent dipoolmoment. Paramagnetische stoffen zijn Al (met een 3p-elektron), Pt (met een 6s-elektron),  $Fe^{2+}$  (met  $3d^2 3d^1 3d^1 3d^1 3d^1$ ) en dizuurstof. Deze laatste verbinding schijnt volgens de Lewisformule niet over een ongepaard elektron te beschikken, doch bij de voorstelling van de orbitalen  $(1\sigma)^2 (1\sigma^*)^2 (2\sigma)^2 (2\sigma^*)^2 (1\sigma)^4 (3\sigma)^2 (1\pi^*)^1 (1\pi^*)^1$  valt dit wel op (bonding en anti-bonding orbitalen).

Diamagnetische stoffen bezitten geen permanente dipoolmomenten. Ze bezitten geen ongepaarde elektronen met dezelfde spin. Dit geldt onder meer voor  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ , Be evenals voor Fe in hemoglobine. Hier is het Fe-ion gebonden aan 6 liganden waaronder de dizuurstofmolecule. Er heeft dus geen oxidatie plaats van  $Fe^{2+}$  tot  $Fe^{3+}$ .

Deze eigenschappen worden bepaald met de Gouy-balans. Dit toestel is een gevoelige dynamometer waaraan een

staaltje tussen twee magneten hangt. Paramagnetische stoffen lijken zwaarder te worden; diamagnetische lichter. Vanaf 1946 (met mijn verontschuldigen voor deze chronologische sprong!) geraakt Pauling geboeid door de sikkcelanemie, een gengebonden afwijking waarin de hemoglobine (Hb-S) afwijkt van de normale moleculen. Bij een verlaagde zuurstofdruk daalt de oplosbaarheid van de Oxy-Hb-S waardoor de rode bloedlichaampjes minder  $O_2$  kunnen opnemen; de hemoglobine klontert samen, polymeriseert tot strengen waardoor de cellen ineensklappen tot hun specifieke sikkelvorm. Ze kunnen een trombus vormen in de fijne haarvaatjes. Hemoglobine bevat twee verschillende aminozuurketens waarvan er elk twee voorkomen. De twee  $\alpha$ -ketens tellen elk 141 aminozuurmoleculen en de twee  $\beta$ -ketens bevatten er 146. Normale hemoglobine bevat naar het einde van de  $\beta$ -keten een moleculen glutaminezuur (polair, door een  $-COOH$ ) dat bij Hb-S een apolaire moleculen valine is (met R = isopropyl). Later ontvangt hij voor deze studie de Martin Luther King-prijs, omdat deze ziekte relatief veel voorkomt bij de gekleurde bevolking.

Rond 1960 kent men de volgorde van de aminozuren in een aantal levensbelangrijke eiwitten, zoals insuline en hemoglobine. Pauling en de Oostenrijkse geneticus Emile Zuckerhandl wijzen er in 1962 op dat de proteïnen in de hedendaagse vertebraten geëvolueerd zijn uit een oertype en dat de vergelijking tussen de samenstelling van de eiwitten met dezelfde rol en hun aanwezigheid in fossielen van een gekende ouderdom (a) een idee geven over de aard van de wijzigingen en (b) op welk ogenblik ze zich voorgedaan hebben.

Pauling en Zuckerhandl bestuderen de evolutie van hemoglobine en myoglobine. Het blijkt dat de bouw van de eiwitketens meer gaat uiteenlopen naarmate men in het verleden teruggaat. Het lan-

cetvisje bezit één aminozuurketen en de hogere vertebraten vier. Binnen de ketens is er een lichte wijziging in de aminozuren die de zuurstofopname niet in het gedrang brengt: een hydrofoob aminozuur wordt vervangen door een ander hydrofoob, een zuur of basisch aminozuur door een van hetzelfde type. Myoglobine en hemoglobine zijn het resultaat van mutaties uit een gemeenschappelijke voorouder. Van de  $\alpha$ -keten bij de mens wijkt die van de hond af met 19%, die van de kip met 25% en de kaper met 49%. Uit de 78 verschillen tussen de menselijke  $\alpha$ - en  $\beta$ -ketens besluit het Paulingteam dat ze door duplicatie van de genen ongeveer 565 miljoen jaar geleden geëvolueerd zijn.

Pauling leidt af dat een gunstige mutatie een periode van ongeveer 10 miljoen jaar vergt. Enkele jaren later leidt KIMURA een wiskundige formule af:  $2kt = -\ln(1-d/n)$  waarin  $n$  het aantal gewijzigde aminozuren voorstelt op  $d$  plaatsen over een tijdsinterval  $t$ . De eenheid  $k$  is de snelheid waarmee de substitutie per plaats en per jaar plaatsgrijpt en bedraagt  $10^{-9}$ .

Hij noemt deze eenheid de Pauling of MEU (molecular evolutionary unit).

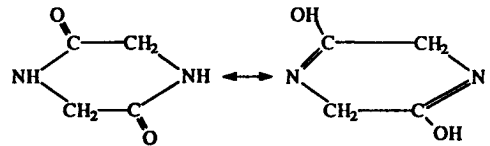
## De $\alpha$ -helix

William Astbury poogt in 1936 om via röntgendiffractie de structuur van keratine te ontrafelen. Hij ontdekt een  $\alpha$ -vorm, die zich voordoet als een schroefvormige molecuule en een  $\beta$ -vorm, de vouwbladstructuur, die hij links laat liggen. Door zijn opnamen verkeerd te interpreteren en door bij het opbouwen van zijn model slordig om te springen met de bindingshoeken en de afstanden tussen de atomen kan hij de juiste structuur niet achterhalen.

Dorothy Wrinch die zich even goed thuis voelt in de wiskunde als in de biologie is

overtuigd dat de eiwitten de cyclolstructuur bezitten: de aminozuren zijn verbonden tot regelmatige zeshoeken die samen een molecuule vormen die veel weg heeft van een kooi.

Pauling gelooft niet in deze mooie symmetrische molecuulen. Met Robert Corey (1897-1971) waagt hij zich langs een andere weg op het gladde terrein. In 1900 had Emil Fischer reeds de structuur van diketopiperazine bepaald, een molecuule die sterk gelijkt op een dipeptide.



Pauling en Corey tonen aan door zelf drie tripeptiden te synthetiseren dat in de primaire structuur van polypeptiden de  $\alpha$ -C-atomen en de CO-NH-binding in een vlak liggen en dat de lengte van de C-N-binding slechts 132 pm bedraagt. Dit wijst op een resonantie daar de gewone C-N-binding 147 pm lang is. Dit maakt de binding zeer stevig en laat geen rotatie om de C-N-as toe.

Wat betreft de secundaire structuur van de eiwitmolecuule, vermoedt Pauling dat het gaat om een polypeptideketen die zich als een kurketrekker kronkelt waarin er waterstofbruggen bestaan tussen het zuurstofatoom in de peptidebinding van de ene en het waterstofatoom in CO-NH van een verder gelegen molecuule. Deze waterstofbruggen blijken veel sterker dan de waterstofbruggen tussen watermolecuulen.

In januari 1938 komt het tot een ernstige confrontatie tussen Pauling en Wrinch, waarbij hij haar argumentatie van de kaart veegt. Pauling heeft zijn  $\alpha$ -helix nog niet bewezen. Heeft hij niet willen toegeven aan het agressief karakter waarvoor Wrinch bekend was? Voelde

hij zich als chemicus superieur aan iemand die vooral mathematica was en in de tweede plaats biologie? Was het zijn 'Fingerspitzengefühl' dat hem tot die afbrekende kritiek leidde? Dorothy Wrinch, die het gebracht heeft tot de eerste vrouwelijke professor in Oxford schreef verbitterd: '... it is undeniable that [my] theory has NOT yet been shown to be false, and therefore only fools or men of evil wishes towards me will be against it a priori ...'. Wanneer ze een studiebeurs aan Cal Tech aanvraagt, adviseert Pauling: '...Her methods and results are still less scientific than they had appeared to be from her papers. I doubt that her attack on the problem of protein structure will lead directly tot any valuable results, and I think that it would be not worthwhile to have her working in our laboratories'. Dit schetst duidelijk hoe scherp beiden even begaafde en egocentrische personen tegenover elkaar stonden!

Het duurt evenwel nog tien jaar vooraleer Pauling de juiste toedracht van de zaak doorheeft. Röntgendiffractie bewijst dat de stap van zijn schroef 554 pm bedraagt en 3,6 aminozuurmoleculen telt. Wanneer Pauling in 1951 het resultaat bekend maakt op een internationaal symposium over kristallografie in Stockholm en het naderhand publiceert in de 'Proceedings of the National Academy of Sciences' zijn Lawrence Bragg en Max Perutz ontgoocheld: zij waren uitgegaan van de opinie dat het aantal aminozuurmoleculen per stap een geheel getal moest zijn, hadden de bindingshoeken enigszins verwrongen en de stap als 510 pm bepaald.

Pauling toont eveneens aan dat in haar, nagels, pluimen en zijde de vouwbladstructuur voorkomt ( $\beta$ -keratine): de moleculen liggen er naast elkaar en zijn ook verbonden door waterstofbruggen. Astbury had dit reeds eerder ontdekt, doch was er niet op ingegaan.

## Heksenjacht

In 1941 krijgt Pauling een verleidelijk aanbod om bij Shell te gaan werken. Hij gaat er niet op in omdat dit het einde zou betekenen van zijn onafhankelijkheid. Toch speelt hij mee in vorsingswerk in verband met de oorlogsindustrie: het verbeteren van de samenstelling van springstoffen, het zoeken naar betere brandstoffen voor raketten, een studie over de voedingsgewoonten van de Amerikaan en het bepalen van het zuurstofverbruik in vliegtuigen en onderzeeërs (Hiervoor past hij de paramagnetische eigenschap van  $O_2$  toe). Het onderzoek om in vitro een antilichaam te synthetiseren tegen longontsteking valt falikant uit.

Pauling is steeds een anti-autoritaire figuur geweest. In tegenstelling met de Oppenheimers waar Kitty de katalysator was om Robert politiek te beïnvloeden, blijkt bij de Paulings steeds een progressieve politieke "resonantie" bestaan te hebben tussen hem en zijn echtgenote Ava Helen. Na Pearl Harbour reageren zij fel wanneer de in Amerika wonende en genaturaliseerde Japanners naar kampen gedeporteerd worden.

In 1950 zet McCarthy de heksenjacht in. Al wie de minste kritiek op het Amerikaanse beleid uitoefent wordt als potentiële communist gebrandmerkt. Pauling wordt door de onderzoekscommissie van de senaat van Californië gedagvaard. Hij weigert te antwoorden op de vraag of hij communist. Hij oordeelt dat dit een ongepaste ('improper') vraag is, doch (...wel een sluwe zet!) houdt een persconferentie waarin hij uitdrukkelijk zijn banden met het communisme loochent. Wanneer hij in 1952 op uitnodiging van de Royal Society naar Engeland wil reizen voor een symposium over de  $\alpha$ -helix wordt hem zijn uitreisvisum ontzegd niettegenstaande de tussenkomsten van Albert Einstein, Enrico

Fermi en Edward Teller. Op 3 november 1954 ontvangt hij de Nobelprijs voor scheikunde. Opnieuw verrijzen moeilijkheden voor zijn visum dat hij op de valreep toch verkrijgt om de prijs in Stockholm te ontvangen.

## 'No More War'

De Amerikaanse Commissie voor Atoomenergie (AEC) houdt bij monde van Willard Libby, Eugene Rabinowitch en Edward Teller vol dat de radioactieve neerslag van de proeven met kernwapens geen nefaste invloed hebben voor de mens daar ze de natuurlijk aanwezige radioactiviteit niet merkkelijk verhogen. Pauling reageert woedend. In 1958 richt hij een petitie naar de Verenigde Naties om op te houden met verdere proeven met kernwapens. Ze is ondertekend door 11000 geleerden, waaronder Max Born, Paul Dirac, Otto Hahn, Arne Tiselius, Albert Schweitzer, Hans Krebs, Albert Szent-Györgyi en 43 professoren van de ULB. In 1958 publiceert Pauling 'No More War!' waarin hij de AEC beschuldigt de bevolking te misleiden over de gevolgen van de radioactieve neerslag. In mei 1961 organiseert hij een vredesconferentie in Oslo waarop hij voorstelt de NAVO-landen niet met kernwapens uit te rusten, geen verdere kernproeven uit te voeren en beklemtoont dat ontwapening de levensstandaard in de wereld zal verhogen.

In 1964 ontvangt hij de Nobelprijs voor de vrede. In tegenstelling tot zijn eerste Nobelprijs wordt deze eer door de academische wereld van CalTech lauwwaardig (om het zacht uit te drukken).

## Pauling zonder CalTech

Na meer dan 40 jaar verbonden te zijn geweest aan CalTech biedt hij zijn ontslag aan. Hij motiveert het door erop te wijzen dat na verschillende decennia

theoretisch en praktisch werk geleverd te hebben in de meeste takken van de exacte wetenschappen, nu het ogenblik aangebroken is om de fakkel aan anderen over te dragen. De werkelijkheid ligt anders. Het toekennen van de Nobelprijs voor de vrede maakt hem tot "persona non grata" aan CalTech. De rector verklaart in een krantartikel dat het een merkwaardige gebeurtenis is twee Nobelprijzen te ontvangen, doch 'there is much difference of opinion about the value of the peace work that Professor Pauling has been doing'.

Hij wordt onderzoeker aan het 'Center for Democratic Institutions' te Santa Barbara, een denktank voor politieke opvattingen. Zijn geest zit boordevol wetenschappelijke projecten die hij wil uitwerken gaande van een nieuwe theorie over de bouw van de atoomkern tot het zoeken naar de chemische achtergrond (in tegenstelling tot de psychische oorzaken) van geestesziekten en van het "oudworden".

Het niet-wetenschappelijk milieu ligt hem niet, maar hij voelt zich wel thuis (we zitten volop in de Vietnamoorlog!) in het polemiseren met de Amerikaanse regering (...the Establishment believes in violence, in force, in napalm, in police power, aerial bombing, nuclear weapons, war.)

Na drie jaar verlaat hij het instituut, ontvuld na een proces voor eeroof tegen de 'National Review' verloren te hebben. Hij wordt professor aan de University of California in San Diego.

Met een oud-student Arthur Robinson stelt hij een team samen dat aantoonde dat sommige geesteszieken een sterk tekort aan vitamine C, niacine en pyridoxine vertonen. Na twee jaar schakelt hij over naar Stanford University. Ze is dichterbij gelegen bij zijn ranch te Big Sur en Pauling heeft de leeftijd bereikt waarop hij zijn beste prestaties levert in de eenzaamheid. Het is niet ongewoon

om hem na enkele dagen afwezigheid in het lab te zien opduiken met een nieuwe publicatie of theorie.

## Vitamine C

Pauling blijft een zoeker maar zijn ster is aan het dalen. Veel collega's nemen het niet dat hij zich inlaat met onderwerpen die buiten zijn rechtstreeks domein liggen. Bij zijn theorieën over de nucleaire bindingskrachten gooit hij een knuppel in het hoenderhok van de kernfysici. Met zijn studie over het belang van ascorbinezuur vist hij in de territoriale wateren van de geneeskunde. Nochtans is hij een van de weinigen die in dit gebied tot de kern kunnen doordringen: het benaderen van ziekteverschijnselen op het niveau van moleculen en atomen, net zoals hij de sikkelcelanemie op moleculaire schaal ontrafeld heeft. Ik meen dat er weinig gebieden zijn waar de meningen sterker diametraal tegenover elkaar staan dan in de rol van en het gebruik van megadosissen vitamine C als geneesmiddel. Het zou me te ver leiden alle research en de controversiële resultaten te bespreken. Het is begonnen met een publicatie van ene dokter Ritzel die vastgesteld had dat een dagelijkse dosis van 1 gram vitamine C skiërs beschermt tegen verkoudheden. Het gaat verder met Pauling die samen met zijn echtgenote elke dag 3 gram innemen en de dosis opdrijven tot 18 gram, een hoeveelheid die overeenstemt met 200 sinaasappels!

Thans, ongeveer dertig jaar na het verschijnen van de eerste artikels hierover zijn de meningen nog verdeeld. Dokter Victor Herbert neemt geen blaadje voor de mond. Hij noemt Pauling een ernstig wetenschapsmens, doch oordeelt dat wanneer hij zich ingelaten heeft met vitamine C 'hij volledig geschift ('wacko') raakte'. Hij heeft het over de 'senile megalomania' van Pauling. Dokter Fred

Stare noemt Pauling een grote Amerikaan en een groot scheikundige maar zeker geen voedingsdeskundige of dokter en dus niet weet waarover hij praat. In de laatste jaren maakt Paulings werk weer opgang. Dokters van Harvard en Berkeley hebben vastgesteld dat vitamine C als antioxydans, samen met andere vitamines een belangrijke rol spelen bij het voorkomen of afremmen van hartziekten en kanker.

## Het Pauling Instituut

In 1973 richt hij een privé-instituut op: het 'Linus Pauling Institute of Science and Medicine', 440 Page Milk Road, te Palo Alto, California op een 300 kilometer van zijn woning te Big Sur. Het instituut telt 6 laboratoria, een veertigtal medewerkers en ontvangt jaarlijks schenkingen ten bedrage van 3000000 \$. Heel wat onderzoek wordt gedaan over de geneeskrachtige eigenschappen van ascorbinezuur bij het voorkomen van verkoudheden, het afremmen van de groei van kankergezwellen en het bestrijden van hartziekten. Sinds enkele jaren wordt zelfs gezocht om door middel van megadosissen ascorbinezuur het AIDS-virus te bestrijden. Pauling is evenwel de eerste om toe te geven dat de kloof tussen wat in een petrischaal kan en in de praktijk toegepast wordt uiterst diep is!

Pauling werkt vooral thuis. Hij is een denker. Hij werkt gedurende zeven uur per dag, heeft geen behoefte aan ingewikkelde computers, stelt het met een zakrekenmachine en schrijft alle verslagen met de hand. Aan een journalist van de San Francisco Chronicle verklaarde hij: 'I am able to solve problems because I don't have a computer. I know what I am doing every step, and the steps go slowly enough that I can think. Most people, scientists especially don't think hard enough'.



Hij legt zich toe op de studie van mineralen, vitamine C en de immoraliteit van de oorlog. Tijdens de Golfoorlog besteedt hij 18000 \$ om in een reeks kranten de nodige plaats te huren voor een aanval op president Bush : 'DODEN EN MENSEN VERMINKEN IS IMMOREEL! OORLOG IS IMMOREEL!'. Zo luiden de grote koppen boven het artikel.

Linus Pauling is overleden op 20 augustus 1994. Hij leed gedurende verschillende jaren aan prostaatkanker (In de VSA houdt men niet van uitdrukkingen 'slepende'of 'ongeneeslijke' ziekte).

Een eeuw geleden woonde er in de Far West een rancher, ene Samuel Maverick die zijn runderen niet brandmerkte

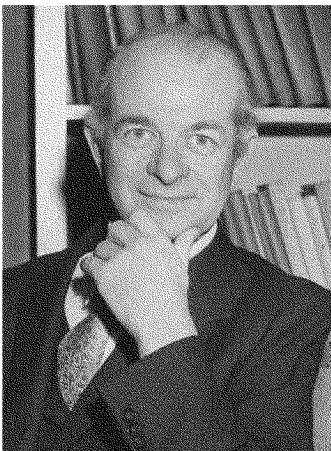
en ze vrij liet grazen. Sindsdien is het begrip 'maverick' synoniem geworden voor een niet-conventionele figuur, een buitenbeentje. Een Amerikaanse krant noemde Linus Pauling in zijn in memoriam een 'maverick'.

Om Pauling zelf even aan het woord te laten in een van zijn laatste interviews: "Veel wetenschapslui zullen me herinneren als de stichter van de moleculaire biologie; voor de chemici ben ik de grondlegger van de moderne scheikunde; ik zal ook bekend blijven als de 'Vitamin C-man', met mijn bijdrage voor de revolutie in de geneeskunde en de gezondheidszorg waarin grote vooruitgang geboekt is dank zij het gebruik van vitamine C."

---

## Bibliografie

- W. Brock 'The Fontana History of Chemistry' - Fontana Books 1992
- BBC2(TV) 'Linus Pauling, Heretic'- 13 juli 1994
- F. Crick 'What Mad Pursuit' - Penguin Books 1990
- D. McQuarrie & P. Rock 'General Chemistry' - Freeman, N.Y. 1991
- S. Mason 'Chemical Evolution' - Oxford University Press 1992
- L. Pauling 'No More War' - Gollancz - London 1958
- L. Pauling 'The Nature of the Chemical Bond' - Cornell University Press, Ithaca - 3<sup>e</sup> uitgave, 12<sup>e</sup> druk - 1993, ISBN 0-8014-0333-2 (60 US\$)
- A. Serafini 'Linus Pauling' - Simon & Schuster 1989
- L. Stryer 'Biochemistry' - W.H. Freeman, N.Y. 1988



Linus PAULING

Yves De Cock  
Rogierlaan 55  
8400 Oostende