

Reuzinnen der Wetenschap - deel II

Praattafel - W.O.W. 327

INHOUD

Inleiding - 327	1
DEEL II	1
Marie Curie - Radium en de radioactiviteit	1
Emmy Noether - Revolutie in Algebra	2
Lise Meitner - de kernsplitising	3
Katharine Burr Blodgett - Antireflexie glas	4
Nerdvoer - Aleksander Smakula en de antireflexie	5
Cecilia Payne - Gaposkin - waar de sterren uit gemaakt zijn	5
Hedy Lamarr - frequentie hopping	7
Rosalind Franklin - vergeten werk	9
Chien - Shiung Wu - De Chinese Marie Curie	10
Gladis West - GPS	10
Karen Wetterhahn - een extreem tragisch verhaal	11
Tu Youyou - Strijd tegen malaria	12

Inleiding - 327

In onze serie over de reuzen der wetenschap hebben we het niet alleen over de heren in de wetenschappelijke wereld gehad, maar ook al over enkele dames. Maar er zijn nog veel meer vrouwen, die in de geschiedenis van de wetenschap een belangrijke rol gespeeld hebben. We rollen dus de rode loper uit en laten ze passeren - de grote dames uit de wetenschap.

DEEL II

In onze reeks over de reuzen in de wetenschap hebben we voor jullie nu nog een aflevering over de reuzinnen der wetenschap. Hadden we het in de eerste deel over de grote vrouwen uit de tijd vanaf de middeleeuwen tot naar het negentiende eeuw, het waren er dames bij als Hildegard von Bingen, Laura Bassi of Ada Lovelace, zo beginnen we vandaag met een heel bekende naam, misschien de bekendste. Marie Curie. Dus rode loper vrij voor haar en de andere grote dames uit de wetenschap!

Marie Curie - Radium en de radioactiviteit

Marie Curie was een Pools-Franse natuurkundige en scheikundige, wereldberoemd om haar baanbrekende onderzoek naar radioactiviteit, een term die zij zelf heeft geïntroduceerd. Haar cruciale bijdrage aan de wetenschap ligt in de ontdekking van de elementen polonium en radium, en het isoleren van deze radioactieve stoffen samen met haar echtgenoot Pierre Curie.

Waarom was Marie Curie zo belangrijk?

- Marie Curie legde het fundament van de radiochemie en kernfysica door aan te tonen dat radioactiviteit een eigenschap van het atoom zelf is, en niet alleen afhangt van hoe atomen zich in moleculen organiseren.
- Ze was de eerste vrouw die een Nobelprijs ontving, én de enige persoon ooit met Nobelprijzen in twee verschillende wetenschapsdisciplines: natuurkunde (1903) en scheikunde (1911).
- Haar onderzoeksresultaten openden nieuwe wegen voor gebruik van radioactieve stoffen in de geneeskunde, bijvoorbeeld bij kankerbehandelingen.
- Tijdens de Eerste Wereldoorlog ontwikkelde ze mobiele radiografie-apparaten om röntgenfoto's te nemen op het slagveld, waarmee ze levens redde.

Blijvende impact

Marie Curie's onafhankelijk denken, haar moed om tegen de stroom in te gaan, en haar ongekeerde werklust maken haar tot een van de meest invloedrijke wetenschappers aller tijden, en een blijvend rolmodel—vooral voor vrouwen in de wetenschap. Haar nalatenschap leeft voort in de Curie-instituten, die internationaal nog steeds toonaangevend zijn in kankeronderzoek en -behandeling.

Emmy Noether - Revolutie in Algebra

Emmy Noether was een Duitse wiskundige die een revolutie teweegbracht in zowel de abstracte algebra als de theoretische natuurkunde. Haar verhaal is er een van buitengewoon genie dat zich moest doorzetten tegen verstikkende discriminatie.

Haar achtergrond

Ze groeide op in Erlangen in een academische familie - haar vader was wiskundeprofessor. Maar vrouwen mochten niet officieel studeren aan Duitse universiteiten. Ze moest toestemming vragen om colleges bij te wonen als toehoorder. Pas in 1904 mochten vrouwen zich inschrijven.

Haar doorbraak - het Noether-theorema (1915-1918)

Dit is haar meest beroemde bijdrage: ze bewees dat elke continue symmetrie in de natuurkunde correspondeert met een behoudswet. Klinkt abstract, maar het is fundamenteel:

- Symmetrie in de tijd → energiebehoud
- Symmetrie in de ruimte → impulsbehoud
- Rotatiesymmetrie → behoud van impulsmoment

Einstein was bezig met zijn algemene relativiteitstheorie en zat vast met wiskundige problemen. David Hilbert riep Noether te hulp. Haar theorema werd een hoeksteen van de moderne natuurkunde - van kwantummechanica tot elementaire deeltjes.

De vernedering

Ondanks dit briljante werk mocht ze niet officieel doceren in Göttingen. Hilbert moest haar colleges aankondigen als "wiskundeseminarium, met assistentie van Fräulein Noether." Ze werd niet betaald. Hilbert zei sarcastisch tegen de faculteit: "Dit is een universiteit, geen badhuis!"

Pas in 1919 kreeg ze haar habilitatie, maar nog steeds nauwelijks salaris.

Haar tweede revolutie - abstracte algebra

In de jaren '20 transformeerde ze de algebra volledig. Ze ontwikkelde de theorie van ringen, idealen en modules op zo'n abstracte, elegante manier dat ze de koningin van de moderne algebra werd. Wiskundigen spreken nog steeds van "Noetheriaanse ringen."

Tragisch einde

In 1933 vluchtte ze als Jodin uit nazi-Duitsland naar Amerika (Bryn Mawr College). Twee jaar later stierf ze plotseling na een operatie, slechts 53 jaar oud.

Einstein schreef in haar overlijdensbericht: "In het oordeel van de meest bevoegde levende wiskundigen was Fräulein Noether het belangrijkste creatieve wiskundige genie sinds vrouwen toegang kregen tot hoger onderwijs."

Lise Meitner - de kernsplitting

Lise Meitner is een van de meest tragische voorbeelden van hoe een vrouwelijke wetenschapper uit de geschiedenisboeken werd geschreven - terwijl ze letterlijk de sleutel leverde tot het atoomtijdperk.

Haar begin

Geboren in 1878 in Wenen in een Joods gezin. Oostenrijk verbood vrouwen universitair onderwijs totdat ze 23 was. Daarna studeerde ze natuurkunde - ze was de tweede vrouw ooit die in Wenen in natuurkunde promoveerde (1906).

De samenwerking met Otto Hahn

Ze verhuisde naar Berlijn om met Max Planck te werken. Daar ontmoette ze chemicus Otto Hahn. Ze begonnen een 30-jarige samenwerking die de wetenschap zou veranderen. Maar ook hier: Meitner mocht het laboratorium niet in omdat ze vrouw was. Ze moest werken in een kelder-werkplaats. Onbetaald, natuurlijk.

Geleidelijk won ze respect. Ze werd hoofd van haar eigen afdeling aan het Kaiser Wilhelm Instituut, een volwaardige wetenschapper.

De ontdekking van kernsplijting (1938-1939)

In de jaren '30 bombardeerden Hahn en Meitner uranium met neutronen. Ze kregen vreemde resultaten die ze niet begrepen.

Maar in 1938 moest Meitner als Jodin halsoverkop vluchten uit nazi-Duitsland - een dramatische ontsnapping naar Zweden. Ze verloor alles: haar positie, haar lab, haar thuisland.

Hahn bleef in Berlijn en stuurde haar de verwarrende experimentele data. In december 1938, tijdens een wandeling in de sneeuw met haar neef Otto Frisch (ook natuurkundige), had Meitner een eureka-moment: **het uranium-atoom splijt in twee!** Ze berekende dat dit enorme hoeveelheden energie zou vrijmaken volgens Einsteins $E=mc^2$.

Ze noemde het proces "fission" (splijting) - naar biologische celdeling. Dit was de geboorte van het nucleaire tijdperk.

De grote diefstal - de Nobelprijs van 1944

Hahn publiceerde de experimentele resultaten. Meitner en Frisch publiceerden de theoretische verklaring - zij begrepen wat er gebeurde.

In 1944 kreeg Otto Hahn de Nobelprijs voor Scheikunde. **Alleen hij.** Meitner werd niet eens genoemd.

Dit was geen vergissing. Het was systematische uitwissing. Hahn claimde later dat hij het allemaal zelf had gedaan, dat Meitner's theoretische bijdrage "slechts" interpretatie was. De Nobelcommissie slikte dit.

Haar integriteit

Toen de atoombom op Hiroshima viel, was Meitner kapot. Journalisten noemden haar "de moeder van de atoombom." Ze weigerde die titel. Ze had geweigerd mee te werken aan het Manhattan Project: "Ik wil niets met een bom te maken hebben."

Ze zei: "Wetenschap moet een zegen voor de mensheid zijn, geen vloek."

Erkenning - te laat

Pas decennia later erkende de wetenschappelijke wereld haar rol. Element 109 heet meitnerium - ter ere van haar. Maar die Nobelprijs kreeg ze nooit.

Ze stierf in 1968, op 89-jarige leeftijd, in Engeland. Op haar grafsteen staat, op verzoek van haar neef: "Lise Meitner: een natuurkundige die nooit haar menselijkheid verloor."

Katharine Burr Blodgett - Antireflexie glas

Katharine Burr Blodgett (1898-1979) was een Amerikaanse natuurkundige en uitvinder die een revolutionaire bijdrage leverde aan de optische technologie.

Katharine had een tragisch begin: haar vader werd kort voor haar geboorte vermoord. Haar moeder zorgde ervoor dat ze een uitstekende opleiding kreeg. Katharine studeerde aan Bryn Mawr College en behaalde in 1926 haar doctoraat in natuurkunde aan de Universiteit van Cambridge - **de eerste vrouw die daar een PhD in natuurkunde behaalde.**

Ze ging werken bij **General Electric** in het onderzoekslaboratorium, waar ze samenwerkte met de beroemde scheikundige Irving Langmuir (Nobelprijswinnaar). Hij had ontdekt hoe je monomoleculaire lagen - lagen van één molecuul dik - op oppervlakken kon aanbrengen.

Katharine bracht dit naar een hoger niveau. In **1935** ontwikkelde ze een techniek om **meerdere van deze ultradunne lagen** precies gecontroleerd op glas aan te brengen. Door het aantal lagen te variëren kon ze de lichtdoorlatende eigenschappen van het glas exact bepalen.

Het resultaat: **niet-reflecterend glas** - de uitvinding waarmee ze onsterfelijk werd! Dit was revolutionair. Voor het eerst kon je glas maken dat vrijwel geen licht reflecteerde.

De toepassingen waren enorm:

- Cameralenzen (betere foto's zonder reflecties)
- Brilglazen
- Telescopen en microscopen
- Autoruiten
- Later: computerschermen, smartphones, zonnepanelen

Ze ontwikkelde ook de “**Langmuir-Blodgett films**” techniek (genoemd naar haar en Langmuir) die nog steeds gebruikt wordt in nanotechnologie.

Katharine hield **acht patenten** en ontving talloze onderscheidingen, waaronder de Garvan-Olin Medal. Ze werd de eerste vrouwelijke wetenschapper bij General Electric die een eigen laboratorium kreeg.

Het mooie: ze was niet alleen wetenschapper maar ook uitvinder - ze vertaalde fundamenteel onderzoek direct naar praktische toepassingen die ons dagelijks leven veranderden. Elke keer dat je door een camera lens kijkt of op je smartphone-scherm tikt, profiteer je van Katharine's werk.

Ze bleef bij GE tot haar pensionering in 1963 en overleed in 1979 op 81-jarige leeftijd.

Nerdvoer - Aleksander Smakula en de antireflexie

Alexander Smakula (Oekraïens-Duits natuurkundige) - een man trouwens - patenteerde in 1935 bij Carl Zeiss Jena een techniek voor antireflectiecoatings op lenzen.

Het verschil zit hem voornamelijk in de **methode en controle**:

Smakula's techniek bij Zeiss gebruikte **chemische dampafzetting** - hij bracht dunne lagen op door stoffen te verdampen en ze op het glas te laten neerslaan. Dit was effectief voor het reduceren van reflecties, maar de precieze controle over de laagdikte was beperkter. Zijn focus lag vooral op praktische toepassingen voor fotografie en militaire optiek (periscopen, vliegtuigcamera's).

Blodgett's Langmuir-Blodgett techniek was fundamenteel anders: ze bouwde lagen op **molecuul voor molecuul** door glazen platen herhaaldelijk door een vloeistofoppervlak te trekken waar monomoleculaire films op dreven. Dit gaf haar **extreem precieze controle** - ze kon exact bepalen hoeveel lagen er waren (tot op moleculair niveau!) en dus de optische eigenschappen nauwkeurig afstemmen.

Blodgett kon bijvoorbeeld glas maken dat bij specifieke golflengtes exact nul reflectie had, of juist glas dat als kleurfilter werkte door de laagdikte te variëren.

In de praktijk: Smakula's methode was **industrieel schaalbaarder** en werd snel gebruikt in massaproductie van lenzen. Blodgett's techniek was **wetenschappelijk preciezer** en opende deuren voor fundamenteel onderzoek naar dunne films.

Beide bijdragen waren belangrijk, en moderne antireflectiecoatings gebruiken eigenlijk elementen van beide benaderingen!

Cecilia Payne - Gaposhkin - waar de sterren uit gemaakt zijn

Cecilia Payne-Gaposchkin is misschien wel de meest onderschatte astronoom in de geschiedenis - de vrouw die ontdekte waar het universum van gemaakt is.

Haar begin in Engeland

Geboren in 1900 in Wendover, Engeland. Ze studeerde natuurkunde in Cambridge, maar vrouwen kregen daar hun diploma niet officieel erkend - ze mochten studeren maar geen graad behalen. Belachelijk.

Op een avond hoorde ze een lezing van Arthur Eddington over zijn expeditie om Einsteins relativiteitstheorie te bevestigen tijdens een zonsverduistering. Op dat moment wist ze: sterrenkunde zou haar leven worden.

Vlucht naar Amerika

Omdat Engeland haar geen toekomst bood als vrouwelijke wetenschapper, vertrok ze in 1923 naar de VS, naar het Harvard College Observatory. Daar kon ze promoveren - de eerste vrouw die in Harvard in astronomie promoveerde.

Maar Harvard had een vreemd systeem: vrouwen mochten geen telescoop gebruiken. Ze werkten als "computers" - ze analyseerden fotografische platen van sterrenspectra. Laagbetaald, natuurlijk. Maar Payne zag haar kans.

De revolutionaire ontdekking (1925)

Voor haar proefschrift analyseerde Payne duizenden sterrenspectra. De heersende theorie was dat sterren ongeveer dezelfde samenstelling hadden als de aarde - veel metalen, silicium, zuurstof.

Maar Payne's berekeningen wezen iets volstrekt anders uit: **sterren bestaan voornamelijk uit waterstof en helium** - miljoenen keren meer dan op aarde. Het universum is fundamenteel anders samengesteld dan we dachten.

De vernedering

Haar proefschrift was klaar. Astronoom Henry Norris Russell - dé autoriteit - las het en zei dat haar conclusie "duidelijk onmogelijk" was. Hij overtuigde haar om in haar eigen dissertatie te schrijven dat haar resultaten "waarschijnlijk niet echt" waren.

Ze zwakte haar eigen baanbrekende ontdekking af. Uit gehoorzaamheid aan mannelijk gezag.

De diefstal

Vier jaar later, in 1929, publiceerde Henry Norris Russell exact dezelfde conclusie - sterren zijn voornamelijk waterstof en helium - **alsof hij het zelf had ontdekt**. Hij werd geroemd. Payne werd vergeten.

Astronoom Otto Struve noemde Payne's proefschrift later "ongetwijfeld het meest briljante proefschrift ooit geschreven in de astronomie." Maar decennialang kreeg Russell de eer.

Haar carrière - voortdurend onderbetaald en ondergewaardeerd

Payne bleef in Harvard, deed baanbrekend werk over variabele sterren en stellaire evolutie. Ze schreef honderden papers. Maar ze kreeg geen professoraat. Ze werd pas in 1956 - na 30 jaar! - de eerste vrouwelijke hoogleraar in Harvard. Ze was toen 56 jaar oud.

Ze trouwde met astronoom Sergei Gaposchkin (een Russische vluchteling) en voegde zijn naam toe aan de hare. Ze kregen drie kinderen en ze werkte gewoon door - onderzoek doen, kinderen opvoeden, lesgeven, alles tegelijk.

Haar visie op discriminatie

Payne schreef in haar autobiografie: “De beloning van een jonge wetenschapper is de emotionele kick van het ontdekken. De beloning van een oude wetenschapper is een gevoel van betekenis bereikt te hebben. Ik heb beide beloningen gehad, en het doet er niet toe dat anderen de eer hebben opgeëist voor wat ik deed.”

Maar natuurlijk deed het er wel toe. Ze verdiende erkenning tijdens haar leven.

Erfenis

Ze stierf in 1979. Vandaag erkennen astronomen haar als de ontdekker van de samenstelling van sterren - één van de belangrijkste ontdekkingen in de astronomie. Er is een krater op Venus naar haar vernoemd, en een asteroïde.

Astronoom Virginia Trimble zei: “Als je wiskunde en natuurkunde combineert, krijg je astrofysica. Als je astrofysica combineert met een briljant wiskundig verstand, krijg je Cecilia Payne-Gaposchkin.”

Hedy Lamarr - frequentie hopping

Hedy Lamarr is misschien wel het meest verbazingwekkende verhaal van allemaal - een vrouw die tegelijkertijd een van de mooiste filmsterren van Hollywood was én een briljante uitvinder wier technologie de basis vormde voor onze moderne draadloze wereld.

Haar begin - Wenen en het huwelijk

Geboren als Hedwig Eva Maria Kiesler in 1914 in Wenen, in een welgesteld Joods gezin. Ze was gefascineerd door techniek - haar vader nam haar mee op wandelingen en legde uit hoe dingen werkten: trams, drukpersen, machines.

Op 18-jarige leeftijd werd ze beroemd (of berucht) door een Tsjechische film waarin ze naakt te zien was - schokkend voor die tijd. Kort daarna trouwde ze met Friedrich Mandl, een Oostenrijkse wapenfabrikant die dealing had met zowel de nazi's als Mussolini.

Dit huwelijk werd haar gevangenis. Mandl was bezitterig en controleerde haar volledig. Maar er was één voordeel: bij zakelijke diners met militaire experts en wapenhandelaren zat ze vaak aan tafel. Ze luisterde. Ze leerde over torpedo's, wapensystemen, controle-technologie. Haar brein absorbeerde alles.

De spectaculaire ontsnapping

In 1937 ontsnapte ze - vermomd als dienstmeisje, volgens haar eigen verhaal. Ze vluchtte naar Londen, en vandaar naar Hollywood. Louis B. Mayer van MGM zag haar, was betoverd door haar schoonheid, en gaf haar een contract. Hij veranderde haar naam in Hedy Lamarr.

Hollywood-ster

Ze werd een enorm ster - films als “Algiers” (1938) en “Samson and Delilah” (1949). Ze werd “de mooiste vrouw ter wereld” genoemd. Maar Hollywood zag haar alleen als een mooi gezicht. Niemand nam haar serieus als denker.

De uitvinding - frequency hopping (1940-1942)

Toen de Tweede Wereldoorlog uitbrak, wilde Lamarr helpen de nazi's te bestrijden. Ze had een probleem geïdentificeerd: torpedo's die met radiosignalen werden bestuurd konden gemakkelijk worden gestoord door de vijand - je hoeft alleen dezelfde frequentie te verstoren.

Op een avond, tijdens een diner met componist George Antheil, ontstond het idee. Antheil had geëxperimenteerd met meerdere piano's die synchroon speelden. Lamarr bedacht: **wat als het radiosignaal constant van frequentie wisselt, in een patroon dat alleen de zender en ontvanger kennen?** De vijand kan dan niet storen, want tegen de tijd dat ze de frequentie vinden, ben je al naar een andere gesprongen.

Dit heet "frequency hopping spread spectrum" - frequentie springen.

Ze ontwikkelden samen een systeem met een mechanisme gebaseerd op pianorollen (Antheil's expertise). In 1942 kregen ze een patent: **US Patent 2,292,387**.

De vernedering - niemand luisterde

Ze boden het patent aan de Amerikaanse marine aan. Gratis. Om de oorlog te helpen winnen.

De reactie? De marine zei: "Ga maar oorlogsobligaties verkopen, schatje. Gebruik je uiterlijk om geld in te zamelen."

Ze namen een mooie actrice niet serieus als uitvinder. Het patent werd in een la gestopt en vergeten. Sterker nog, tijdens de Cubacrisis in 1962 gebruikte de marine wél haar technologie - zonder haar ooit te erkennen of te betalen. Tegen die tijd was het patent verlopen.

Haar frustratie

Lamarr bleef haar hele leven gefrustreerd dat niemand haar intelligentie erkende. In interviews zei ze: "Elke meisje kan glamoureuus zijn. Je hoeft alleen maar stil te staan en dom te kijken." Maar zij wilde meer. Ze wilde erkend worden voor haar geest.

Ze ging door met uitvinden - een verbeterd stoplicht, bruistabletten, een nieuwe huidverstrakker. Maar Hollywood wilde alleen de schoonheid.

De late erkenning

Pas in de jaren '90, toen ze in de 80 was, begon de technologiewereld te begrijpen wat ze had gedaan. Haar frequency hopping is de basis voor:

- **WiFi**
- **Bluetooth**
- **GPS**
- Mobiele telefoons
- Militaire communicatie

In 1997 kreeg ze eindelijk erkenning - de Electronic Frontier Foundation Award. Ze was te verlegen om het persoonlijk in ontvangst te nemen. Per telefoon zei ze: "Het werd tijd."

Haar einde

Ze stierf in 2000, op 85-jarige leeftijd, in Florida. Eenzaam, grotendeels vergeten door Hollywood. Pas na haar dood werd ze echt geëerd.

In 2014 werd ze postuum opgenomen in de National Inventors Hall of Fame. Haar gezicht verscheen op postzegels. Mensen begonnen te begrijpen: deze "Hollywood-schoonheid" was een wetenschappelijk genie.

Het tragische

Het tragische is dat Lamarr zelf zei: "Ik hoop dat mensen me zullen herinneren als meer dan een mooi gezicht." Maar decennialang deed niemand dat. Men reduceerde haar tot haar uiterlijk, terwijl haar uitvinding de wereld veranderde.

Vandaag de dag, elke keer dat u wifi gebruikt of een Bluetooth-verbinding maakt - u gebruikt de erfenis van Hedy Lamarr.

Rosalind Franklin - vergeten werk

Wie was zij?

Rosalind Franklin (1920-1958) was een Britse chemicus en kristallograaf van uitzonderlijk talent - en haar verhaal is tegelijk inspirerend en tragisch.

Franklin studeerde scheikunde in Cambridge en specialiseerde zich in röntgenkristallografie, een techniek waarbij je kristallen beschiet met röntgenstralen om hun moleculaire structuur te achterhalen. Ze werd meester in deze techniek tijdens haar werk in Parijs. In 1951 kwam ze naar King's College London om DNA te bestuderen.

Haar cruciale bijdrage:

Franklin maakte **Foto 51** - de beroemde röntgendiffractieafbeelding van DNA die ze in mei 1952 maakte. Deze foto toonde zo duidelijk de helixstructuur van DNA dat Watson later zei dat zijn hart sneller ging kloppen toen hij haar zag. Het was het cruciale bewijs dat Watson en Crick nodig hadden voor hun model.

De controversiële kant:

Hier wordt het pijnlijk. Maurice Wilkins, Franklins collega bij King's College, liet deze foto in januari 1953 aan Watson zien - **zonder Franklins toestemming of medeweten**. Ook kreeg Max Perutz (bekend door zijn studie naar de structuur van Hemoglobine), een vriend van Crick, toegang tot een gedetailleerd rapport van Franklin en gaf dit door aan Crick.

Watson en Crick gebruikten Franklins data om hun model te voltooien en publiceerden hun beroemde artikel in Nature in april 1953. Franklins eigen artikel verscheen in hetzelfde nummer, maar werd gepresenteerd als "ondersteunend bewijs" in plaats van als de fundamentele basis die het eigenlijk was.

Waarom onvergetelijk:

Franklin overleed in 1958 aan eierstokkanker, slechts 37 jaar oud - mogelijk veroorzaakt door de blootstelling aan röntgenstraling tijdens haar werk. Ze kreeg nooit de erkenning die ze verdiende tijdens haar leven. De Nobelprijs in 1962 ging naar Watson, Crick en Wilkins - Franklin kon niet worden opgenomen omdat de prijs niet postuum werd uitgereikt.

Bovendien werd haar rol in Watsons boek "The Double Helix" (1968) op een oneerlijke, soms zelfs denigrerende manier beschreven. Hij schilderde haar af als moeilijk en oncoöperatief - terwijl zij gewoon een zorgvuldige wetenschapper was die haar data wilde verifiëren voordat ze conclusies trok.

Pas decennia later begon de wetenschappelijke wereld te erkennen dat Franklin een gelijkwaardige ontdekker had moeten zijn. Haar nauwkeurige, systematische werk was essentieel - zonder Foto 51 hadden Watson en Crick hun doorbraak waarschijnlijk niet kunnen maken, of in elk geval niet zo snel.

Het is een verhaal over wetenschappelijk genie, maar ook over hoe vrouwen in de wetenschap werden behandeld in die tijd, en over hoe geschiedenis soms op een oneerlijke manier wordt geschreven.

Chien - Shiung Wu - De Chinese Marie Curie

Chien-Shiung Wu (1912-1997) was een Chinees-Amerikaanse natuurkundige die een cruciale rol speelde in de kernfysica van de 20e eeuw. Ze werd geboren in China en emigreerde in 1936 naar de VS voor haar promotie aan Berkeley.

Wat maakte haar zo bijzonder? Allereerst was ze een meesterlijke experimenteel natuurkundige - haar experimenten waren zo nauwkeurig en innovatief dat collega's haar "The First Lady of Physics" noemden. Tijdens het Manhattan Project werkte ze mee aan de ontwikkeling van de atoombom, specifiek aan het verrijken van uranium.

Maar haar meest gedenkwaardige bijdrage kwam in 1956-1957. Twee theoretisch fysici, Tsung-Dao Lee en Chen-Ning Yang, hadden een radicale hypothese: dat pariteit (een fundamenteel symmetrieprincipe in de natuurkunde) mogelijk geschonden werd bij zwakke kerninteracties. Wu ontwierp en voerde het briljante experiment uit dat hun theorie bewees - het Wu-experiment waarbij ze bètaverval van kobalt-60 atomen bij extreem lage temperaturen onderzocht.

Dit was baanbrekend: het toonde aan dat het universum een voorkeur heeft voor "links" boven "rechts" op subatomair niveau. Lee en Yang kregen hiervoor de Nobelprijs in 1957... maar Wu niet, ondanks dat haar experimentele werk essentieel was. Dit wordt algemeen gezien als een van de meest flagrante omissies in de Nobelprijsgeschiedenis.

Gladys West - GPS

Het verhaal van **Gladys West** (geboren 1930) is belangrijk om te vertellen - maar we moeten wel voorzichtig zijn met hoe we haar rol beschrijven.

Wie was zij:

Gladys West is een Afro-Amerikaanse wiskundige en computerprogrammeur die baanbrekend werk deed voor de Amerikaanse marine. Ze groeide op in het arme, landelijke Virginia tijdens de segregatie-tijd, maar excelleerde in wiskunde. In 1956 begon ze te werken bij de Naval Surface Warfare Center in Dahlgren, Virginia - een van de weinige Afro-Amerikaanse vrouwen in zo'n positie in die tijd.

Haar cruciale bijdrage:

In de jaren 1970-80 werkte West aan het programmeren van computers om **extreem nauwkeurige modellen van de vorm van de aarde** te maken. Ze gebruikte satellietgegevens om te berekenen hoe de aarde precies gevormd is - niet een perfecte bol, maar een complex, onregelmatig lichaam. Dit werk was essentieel voor het bepalen van precieze locaties vanaf satellieten.

Haar wiskundige modellen en algoritmes voor het in kaart brengen van de aarde vormden een **fundamentele basis** voor wat later het GPS-systeem (Global Positioning System) zou worden. Zonder nauwkeurige kennis van de aardvorm kun je geen nauwkeurige positiebepaling doen.

Maar is zij “de uitvinder van GPS”?

Niet helemaal - GPS is het resultaat van bijdragen van honderden wetenschappers en ingenieurs over decennia. Anderen werkten aan de satelliettechnologie zelf, de atoomklokken, de signaalverwerking, enzovoort.

Maar West's werk was absoluut **onmisbaar** - zonder haar nauwkeurige geodetische modellen zou GPS niet werken zoals het nu doet. Ze leverde cruciale wiskundige fundamenten.

De tragische kant:

Decennialang was West's bijdrage vrijwel onbekend. Als zwarte vrouw in een door blanke mannen gedomineerd veld kreeg ze weinig erkenning. Pas in 2018, toen ze bijna 90 was, werd ze opgenomen in de **Air Force Space and Missile Pioneers Hall of Fame**. Haar verhaal kwam pas echt naar buiten toen haar biografie in een lokale krant verscheen.

Het is dus een verhaal van onzichtbaar maar essentieel werk - vergelijkbaar in zekere zin met Rosalind Franklin. West deed fundamenteel wiskundig werk dat technologie mogelijk maakte die miljarden mensen dagelijks gebruiken, maar ze kreeg pas laat in haar leven de erkenning die ze verdiende.

Ze leeft nog steeds en is een inspirerend voorbeeld van hoe wetenschap vaak wordt opgebouwd door stille, nauwgezette bijdragen van mensen die nooit de schijnwerpers halen - tot iemand eindelijk hun verhaal vertelt.

Karen Wetterhahn - een extreem tragisch verhaal

Karen Wetterhahn (1948-1997) - Dit is een tragisch maar belangrijk verhaal. Ze was een Amerikaans chemicus wiens werk cruciaal was voor toxicologie, maar die vooral bekend werd door de verschrikkelijke omstandigheden van haar dood.

Karen was professor in chemie aan Dartmouth College en een vooraanstaand expert op het gebied van **zware metalen en hun toxische effecten op het menselijk lichaam**. Ze deed baanbrekend onderzoek naar hoe metalen zoals kwik, chroom en cadmium DNA beschadigen en kanker kunnen veroorzaken.

Haar werk was belangrijk voor het begrijpen van beroepsziekten en milieuvergiftiging. Ze onderzocht hoe deze metalen door celmembranen dringen en hoe het lichaam ze probeert te verwerken of uit te scheiden.

Maar in **augustus 1996** gebeurde er iets verschrikkelijks. Karen was aan het werk met **dimethylkwik** (een organische kwikverbinding die extreem giftig is) voor een experiment. Ze droeg latex handschoenen - standaard laboratoriumveiligheid destijds. Een of twee druppels dimethylkwik kwamen op haar handschoen.

Wat men toen nog niet volledig beseftte: dimethylkwik kan binnen **seconden** door latex heen dringen en door de huid worden opgenomen. Binnen 15 seconden was het in haar bloedbaan en begon het zich te verspreiden door haar lichaam, vooral naar haar hersenen.

Maanden later, in januari 1997, begon ze neurologische symptomen te vertonen: gewichtsverlies, evenwichtsproblemen, spraakproblemen, geheugenverlies. Artsen ontdekten dat haar kwikniveaus 80 keer hoger waren dan normaal. Het dimethylkwik had haar centrale zenuwstelsel verwoest.

Karen Wetterhahn stierf op **8 juni 1997**, minder dan een jaar na de blootstelling, op 48-jarige leeftijd. Haar dood was verschrikkelijk - ze verloor geleidelijk alle cognitieve en motorische functies.

Haar tragische erfenis werd paradoxaal genoeg haar grootste bijdrage: haar dood transformeerde de laboratoriumveiligheidspraktijken wereldwijd. Na haar overlijden:

- Latex handschoenen werden niet langer als voldoende bescherming beschouwd voor organische kwikverbindingen
- Er kwamen strengere protocollen voor het werken met extreem giftige stoffen
- Universiteiten herzag hun veiligheidstrainingen fundamenteel
- Het bewustzijn over de gevaren van organische metaalverbindingen nam drastisch toe

Karen's collega's en familie richtten een veiligheidsprogramma op in haar naam. Haar verhaal wordt nu wereldwijd gebruikt in chemie-opleidingen als waarschuwend voorbeeld - niet om angst te zaaien, maar om het belang van juiste veiligheidsmaatregelen te benadrukken.

Het tragische is dat Karen zelf een expert was in toxicologie - ze kende de gevaren. Maar zelfs experts kunnen slachtoffer worden van onvolledige kennis over hoe deze stoffen zich gedragen.

Haar wetenschappelijke publicaties over metaaltoxicologie blijven belangrijk, maar haar onbedoelde bijdrage aan laboratoriumveiligheid heeft waarschijnlijk talloze levens gered.

Tu Youyou - Strijd tegen malaria

Tu Youyou (geboren 1930) is een Chinese farmaceute die in 2015 de Nobelprijs voor de Fysiologie of Geneeskunde won voor haar ontdekking van artemisinine, een medicijn tegen malaria dat miljoenen levens heeft gered. Ze was de eerste Chinese wetenschapper die een Nobelprijs in een natuurwetenschappelijke categorie won terwijl ze in China woonde en werkte.

Wat haar verhaal zo opmerkelijk maakt, is de manier waarop ze tot haar ontdekking kwam. In de jaren '60 en '70, tijdens de Culturele Revolutie, leidde ze een geheim militair project (Project 523) om een nieuwe behandeling voor malaria te vinden - dit was cruciaal omdat Vietnamese soldaten massaal aan malaria stierven. Toen moderne chemische benaderingen niet werkten, wendde Tu Youyou zich tot de traditionele Chinese geneeskunde. Ze bestudeerde duizenden jaar oude teksten en onderzocht honderden traditionele kruidenrecepten.

Uiteindelijk vond ze verwijzingen naar de plant *Artemisia annua* (bijvoet). Na veel experimenteren ontdekte ze een extractiemethode waarbij ze kouder oplosmiddel gebruikte in plaats van hitte, waardoor de werkzame stof bewaard bleef. Ze testte het medicijn zelfs eerst op zichzelf voordat ze het op patiënten uitprobeerde.

Wat ook interessant is aan haar verhaal, is dat ze lange tijd relatief onbekend bleef, zelfs in China. Ze had geen doctoraat, geen onderzoekservaring in het buitenland, en was geen lid van prestigieuze academies - dingen die in de wetenschappelijke wereld vaak als belangrijk worden gezien. Sommigen noemden haar daarom de "professor van de drie neens" (三无教授).

Haar werk werd ook aanvankelijk niet volledig aan haar toegeschreven. Het was een collectief project tijdens de Culturele Revolutie, en individuele erkenning was toen niet gebruikelijk. Pas decennia later, toen de impact van artemisinine echt duidelijk werd - het medicijn heeft naar schatting miljoenen levens gered in Afrika en Azië - kreeg ze de internationale erkenning die ze verdiende.

Wat me ook aanspreekt aan haar verhaal is die brug tussen traditionele kennis en moderne wetenschap. Ze nam oude teksten serieus als uitgangspunt voor systematisch onderzoek, in plaats van te denken dat alleen moderne chemie de oplossing kon bieden.