

NOBEL PRIS NL

Eregalerij van
Nederlandse
Nobelprijswinnaars



ZOMER 2011

Meeneemexemplaar • Gratis



Alfred Nobel

(1833-1896)

●●● Toen het testament van de Zweedse industrieel en miljonair Alfred Nobel werd geopend, schokte de uitkomst de familie en de wereld. Nobel wenste de rente op zijn aanzienlijke fortuin te benutten voor het toekennen van een jaarlijkse Nobel-prijs aan degenen die de mensheid het meest hadden gediend op het gebied van de natuurkunde, scheikunde, fysiologie of geneeskunde, literatuur en vrede. Nobel had zich het hoofd op hol laten brengen door schuldgevoelens of was beïnvloed door antimilitaristen, vonden velen. Nu had Nobel inderdaad last van schuldgevoelens. Hij had zijn fortuin vooral vergaard met het ontwikkelen van explosieven. In 1867 vroeg hij patent aan op zijn uitvinding van dynamiet. Dit explosief combineerde het krachtige en gevaarlijke vloeibare nitroglycerine met de absorberende grondsoort diatomeeënaarde (of kiezelaarde). Bij de ontwikkeling van dynamiet was Nobels jongere broer om het leven gekomen. En ook later zouden productie, transport en gebruik van het explosief nog vele levens eisen. Maar Nobel was behalve uitvinder ook internationalist en idealist, had op diverse locaties in Europa huizen, was een liefhebber van romantische literatuur en bezat een omvangrijke bibliotheek. Volgens Alfred Nobel moesten wetenschap, technologie en literatuur ten dienste staan van de mensheid en broederschap onder de volkeren bevorderen. Precies die gedachte wilde Nobel via de door hem ingestelde prijs laten voortleven.

De serie van vijf Nobelprijzen werd voor het eerst in 1901 toegekend en groeide al snel uit tot de meest prestigieuze internationale prijs die een wetenschapper, schrijver of politicus kan krijgen. De uitreiking vindt jaarlijks plaats in het koninklijk paleis in Stockholm, op 10 december, de sterfdag van Alfred Nobel. Laureaten ontvangen een uniek ontworpen diploma, een gouden medaille en 10 miljoen Zweedse kronen (circa 1 miljoen euro).

Nobelprijs-medailles van Van 't Hoff (chemie) en Einthoven (geneeskunde)



NOBELPRIJS NL

is een uitgave van Museum Boerhaave. De krant verschijnt bij de gelijknamige tentoonstelling die vanaf 15 juni 2011 in Museum Boerhaave te bezichtigen is.

Redactie

Dirk van Delft
Esther van Gelder
Mieneke te Hennepe

Ontwerp en realisatie

KEEN/TYPE 3
Den Haag

Verspreiding

NOBELPRIJS NL
is te verkrijgen in
Museum Boerhaave
Lange St. Agnietenstraat 10
Leiden

Copyright 2011 Museum Boerhaave

Het overnemen van artikelen
als bedoeld in artikel 15 van de
auteurswet is niet toegestaan

ISBN

9062921671

Met dank aan

Nico Bloembergen
Paul Crutzen
Gerard 't Hooft
Andre Geim
Martinus Veltman

NOBEL PRIJS NL

Nederland heeft tot nu toe negentien Nobelprijswinnaars voortgebracht, een prima score. De prijzen geven een prachtig overzicht van toponderzoek, maar tonen ook het doorzettingsvermogen en de creativiteit van onze beroemdste wetenschappers uit de twintigste en eenentwintigste eeuw. Wat waren hun drijfveren? Welke bijzondere objecten zijn verbonden met hun ontdekkingen? In Nobelprijs NL maak je kennis met de personen die tijdens de succesvolle periode rond 1900, de Tweede Gouden Eeuw, de Nederlandse wetenschap op de kaart zetten. Je vindt er ook de pioniers die zich op nieuwe gebieden in de biologie en de economie waagden en de toekomstvisies van artsen, economen en chemici over het einde van ziekte, armoede en milieuvervuiling. Zonder twijfel voldoen deze wetenschappers aan de voorwaarde die Alfred Nobel in zijn testament opnam: de prijzen moeten toegekend worden aan hen ‘die de mensheid het afgelopen jaar het meest hebben gediend’.

In 1901 werden voor het eerst Nobelprijzen uitgereikt. Alfred Nobel, de Zweedse chemicus en industrieel die met de productie van dynamiet fortuin maakte, had in zijn testament beschikt dat er jaarlijks vijf Nobelprijzen moesten worden uitgereikt: voor de natuurkunde, scheikunde, fysiologie of geneeskunde, literatuur en vrede. In 1968 kwam daar nog een Nobelprijs voor de Economie bij. Winnaars moesten de mensheid ‘de grootste weldaad’ hebben bewezen. Al snel waren de Nobelprijzen een begrip, daarbij geholpen door het

formidabele bedrag. Een grotere wetenschappelijke eer bestaat er niet. Direct in het eerste jaar viel Nederland in de prijzen: Jacobus van 't Hoff won de Nobelprijs voor de Scheikunde. Het jaar daarop was het weer raak: Hendrik Lorentz en Pieter Zeeman sleepten die voor de natuurkunde in de wacht. Daarbij zou het niet blijven. In totaal hebben we tot nu toe 19 winnaars, onder wie de broers Jan (economie, 1969) en Niko (fysiologie of geneeskunde, 1973) Tinbergen. Andre Geim is in deze succesreeks tot nu toe de laatste, met de Nobelprijs

voor de Natuurkunde van 2010. Wetenschap werkt en wetenschap is mensenwerk. Dat wil de eregalerij NOBELPRIJS NL in beeld brengen. Een breed publiek op toegankelijke wijze ervan doordringen dat de nieuwsgierigheid, lef, creativiteit, bezetenheid, koppigheid en het doorzettingsvermogen die nodig zijn om de top te halen van alle tijden zijn – daar is het Museum Boerhaave om te doen. Foto's, filmpjes, instrumenten, aantekenboekjes, brieven, publicaties en parafernalia brengen de ‘knappe koppen’ tot leven, in de tentoonstelling,

maar ook op de museumwebsite en in deze speciale NOBELPRIJS NL krant. NOBELPRIJS NL heeft alles te maken met Nederland kennisland. We kunnen niet buiten jonge onderzoekers, onze welvaart hangt ervan af. NOBELPRIJS NL is er voor iedereen, maar in het bijzonder wil deze eregalerij jongeren de fascinatie voor wetenschappelijk onderzoek bijbrengen. Als dat eenmaal lukt, komt nummer 20 vanzelf!

Dirk van Delft
directeur Museum Boerhaave

Tobias Asser

(1838-1913)

Nobelprijs voor de Vrede in 1911 (met Alfred Fried) ‘vanwege zijn rol bij het tot stand komen van het Permanente Hof van Arbitrage op de eerste Haagse vredesconferentie in 1899’.



foto Spaarnestad Photo



Winnende ontwerp-
tekening Haagse
Vredespaleis van
M.L. de Cordonnier,
1905
(foto Nederlands
Architectuurinstituut)

●●● Tobias Michael Carel Asser was voorbestemd voor een carrière binnen de rechtswetenschap. Zijn opa, vader en broers waren allen juristen. In 1862 werd hij, pas 24 jaar oud, hoogleraar Rechtswetenschap aan het Atheneum Illustre, de latere Universiteit van Amsterdam. Asser was altijd meer geïnteresseerd in praktisch recht dan in de theorie of filosofie van zijn gebied. Zo organiseerde hij pleitwedstrijden voor zijn studenten en behield hij lange tijd zijn advocatenkantoor naast zijn leerstoel. Asser gold als een autoriteit op het gebied van het internationaal privaatrecht, maar het bekendst is hij geworden vanwege zijn gaven als diplomaat.

Asser vertegenwoordigde Nederland op de eerste Haagse Vredesconferentie in 1899. Deze conferentie was bijeengeroepen op initiatief van de Russische tsaar Nicolaas II. Vertegenwoordigers van 44 landen beraadden zich twee maanden lang over het internationaal oorlogsrecht en het terugdringen van de wapenproductie. Asser zette zich in voor de oprichting van een Permanent Hof van Arbitrage. Dit Hof moest een belangrijk middel gaan vormen in het vreedzaam oplossen van internationale meningsverschillen. De Amerikaanse staalgi-gigant en filantroop Andrew Carnegie doneerde anderhalf miljoen dollar voor de bouw van een Vredespaleis ter huisvesting van het Hof en een bijbehorende handbibliotheek. In 1913 werd het Vredespaleis in gebruik genomen. Kort daarvoor was de Nobelprijs voor de Vrede aan Asser toegekend voor zijn rol bij het tot stand komen van het Hof.

Het verhaal gaat dat Alfred Nobel ook een prijs voor de Vrede in zijn testament opnam omdat hij diep beïnvloed was door zijn vriendschap en correspondentie met de pacifiste Bertha von Suttner. Deze Oostenrijkse barones was actief in de internationale vredesbeweging en had faam verworven met haar antimilitaristische roman *Die Waffen nieder!* (1889), een boek dat Nobel in zijn bibliotheek had staan. In mei 1899 nam Von Suttner, als enige vrouw, deel aan de eerste Haagse Internationale Vredesconferentie, waar ook Asser was. Haar verslag van de bijeenkomsten, feesten en ontmoetingen werd gepubliceerd. In 1905 ontving zij de Nobelprijs voor de Vrede vanwege haar werk voor de vredesbeweging.



Bertha von Suttner,
Die Haager Friedensconferenz:
Tagebuchblätter
(Dresden 1900)

Verzekeringen

Niet vanwege zijn universitaire werk, maar in zijn functie als advocaat speelde Asser een rol in het publieke leven van Amsterdam. Door zijn specialisatie in het verzekeringswezen was hij een belangrijk figuur in de zakenwereld. In 1870 werd Asser voor de tussentijdse Tweede-Kamerverkiezingen slechts met een klein verschil verslagen door de populaire oud-burgemeester van Amsterdam G.C.J. van Reenen.

Jacobus van 't Hoff

(1825-1911)



Nobelprijs voor de Scheikunde in 1901 ‘voor zijn ontdekking van de wetten van chemische evenwichten en osmotische waarde in oplossingen’.

●●● Als student aan de Poytechnische School in Delft (de huidige Technische Universiteit) was Jacobus Henricus van 't Hoff al gek op gedichten. Henry, zoals hij door zijn naaste omgeving werd genoemd, interesseerde zich naast de scheikunde ook voor filosofie en de poëzie van Lord Byron. Na een snel doorlopen studie overwoog hij even om zich helemaal op het dichten te storten, maar besloot toch om verder te gaan met de studies wis- en natuurkunde. Vervolgens studeerde hij scheikunde bij de beroemde geleerden Kekulé in Bonn en Wurz in Parijs. Van een in zichzelf gekeerde jongeman ontwikkelde hij zich tot de grondlegger van de fysische chemie en de stereochemie. Al in 1874 schreef hij zijn belangrijkste artikel over de ruimtelijke bouw van organische moleculen en hun verbindingen.

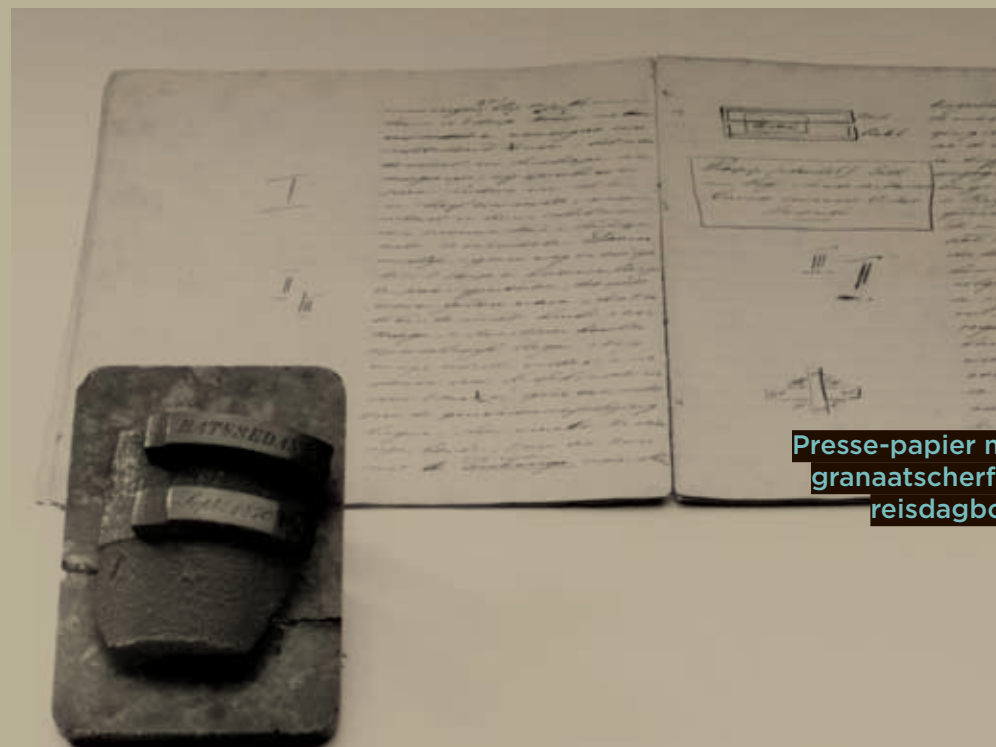
Mede door zijn zelf gemaakte papieren modelletjes die hij meestuurde bij het artikel raakten zijn ideeën bekend bij collega-wetenschappers. Hoewel hij op veel kritiek stuitte, was Van 't Hoff wel degelijk de eerste

die liet zien dat moleculen 3D-voorwerpen waren. Alleen op die manier is te verklaren dat er links- en rechtsdraaiende yoghurt bestaat.

Toen in 1901 voor het eerst Nobel-prijzen werden uitgereikt, won Van 't Hoff de prijs voor scheikunde. Hij kreeg de medaille voor zijn bijdragen aan de beschrijvingen van het chemisch evenwicht en de osmotische druk in vloeistoffen. Tijdens de Nobelceremonie prees de voorzitter van de Zweedse Academie van Wetenschappen vooral de praktische gevolgen van Van 't Hoff's ideeën over osmose. Cellen, ook die in ons eigen lichaam, kunnen door osmose water uit de omgeving aanzuigen en vasthouden. Van 't Hoff onderzocht de achterliggende mechanismen door gericht allerlei experimenten uit te voeren. Dankzij Van 't Hoff hebben we een beter begrip gekregen van veel biologische processen in het lichaam waarbij uitwisseling van water een rol speelt.



Papieren
molecuulmodellen



Presse-papier met
granaatscherf en
reisdagboek

Granaat

In september 1870 kon Van 't Hoff met een vriend van zijn ouders mee naar het slagveld Sedan in de Franse Ardennen. Napoleon III was kort daarvoor door de Pruisen krijgsgevangen genomen. Van 't Hoff raapte petjes, patroonhulzen, epauletten en een flinke granaatscherf van de grond en noteerde zijn belevenissen in zijn reisdagboek. De granaatscherf kreeg thuis op de schrijftafel een plekje als presse-papier.

Hendrik Lorentz

(1853-1928)

Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1902

(met Pieter Zeeman) 'als blijk van erkenning voor de buitengewone dienst die zij verleenden door hun onderzoek naar de invloed van magnetisme op stralingsverschijnselen'.

●●● **Hendrik Antoon Lorentz** was zoon van een Arnhemse kweker en een waar wonderkind. Pijsnel en met de allerhoogste cijfers doorliep hij **de Hogere Burgerschool**, dé kweekvijver voor natuurwetenschappelijk talent. Op 22-jarige leeftijd promoveerde hij en drie jaar later was hij hoogleraar mathematische fysica aan de **Universiteit Leiden**. In Leiden werkte hij de eerste jaren in alle rust aan zijn 'elektronentheorie', een uitbreiding van de ideeën van **Maxwell** over elektro-magnetisme. Lorentz argumenteerde dat de kleinste delen van materie uit bewegende elektrisch geladen deeltjes bestonden. De elektromagnetische kracht die de beweging van deze deeltjes beïnvloedt, werd naar hem vernoemd: de lorentzkracht. Met kathodestraalbuizen kon de lorentzkracht gedemonstreerd worden.

In 1902 ontving Lorentz samen met **Pieter Zeeman** de Nobelprijs voor de Natuurkunde vanwege hun theoretische en experimentele onderzoek naar de invloed van een magneetveld op licht. Vanaf die tijd trad Lorentz steeds meer naar buiten met zijn werk. Het krimpen van meetlatten bij snelheden in de buurt van de lichtsnelheid was een hypothese van Lorentz, in 1905 door **Einstein** tot postulaat van zijn relativiteitstheorie verheven. In zijn latere loopbaan nam Lorentz plaats in allerlei nationale en

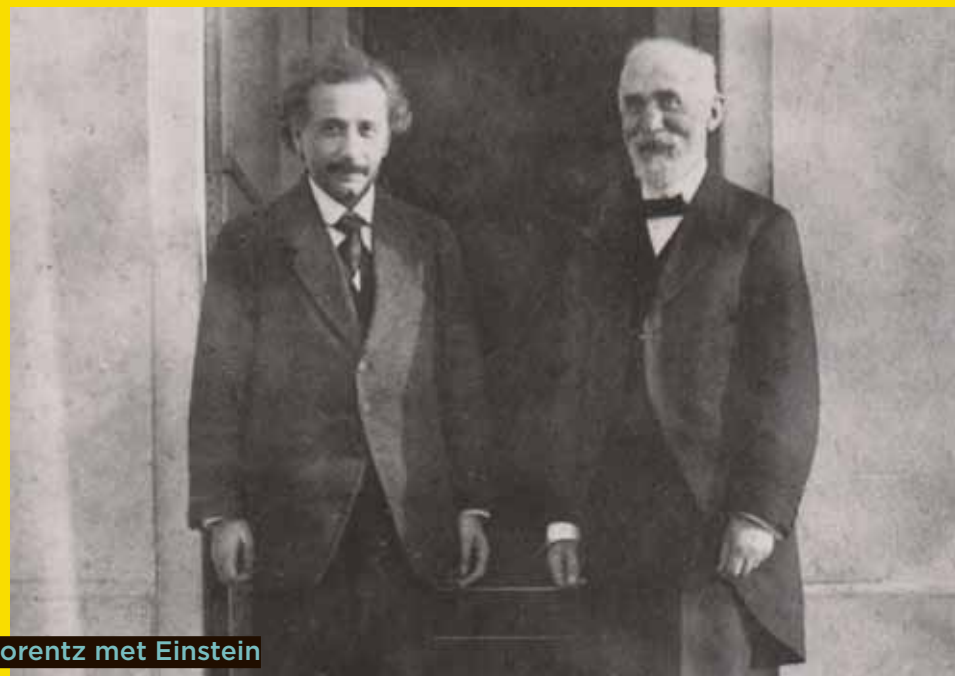
internationale wetenschappelijke commissies. Zo zat hij zestien jaar lang de beroemde Brusselse **Solvay-congressen** voor, waar de top van de natuurkunde elkaar ontmoette. Na de Eerste Wereldoorlog spande hij zich als geen ander in voor herstel van de wetenschappelijke banden tussen de landen die elkaar bevochten hadden. Albert Einstein zou hem later 'een levend kunstwerk' noemen, omdat hij niet alleen een uitzonderlijke intelligentie had, maar ook een heel vriendelijke en aimabele man was.

Lorentz zette zich ook in voor de praktische toepassing van de theoretische natuurkunde. In 1918 werd hij voorzitter van de **Staatscommissie Zuiderzee**. Zijn berekeningen van de waterstromingen in de Waddenzee waren bepalend voor de hoogte en ligging van de Afsluitdijk. In 1925 kreeg hij van ingenieur **J.T. Thijsse** een prachtig fotoalbum als aandenken aan hun gezamenlijke boottochtjes op de Zuiderzee en de afsluiting van het Amsteldiep.



Kathodestraalbuis ter demonstratie van de lorentzkracht, 1900-1925

Zand



Lorentz met Einstein

Albert Einstein had enorme bewondering voor Lorentz en bezocht hem geregeld. Lorentz' vrouw beschreef ooit in een reisverslag een gezamenlijk uitje naar het Gooi. Wandelend over de heide had zij Einstein en Lorentz achter zich gelaten, zodat de heren in alle rust over 'de zwaartekracht' konden spreken. Op een gegeven moment zag ze hen niet meer en liep ze een heel eind terug. Daar trof ze de wetenschappers aan, ze hadden zitten tekenen in het zand.

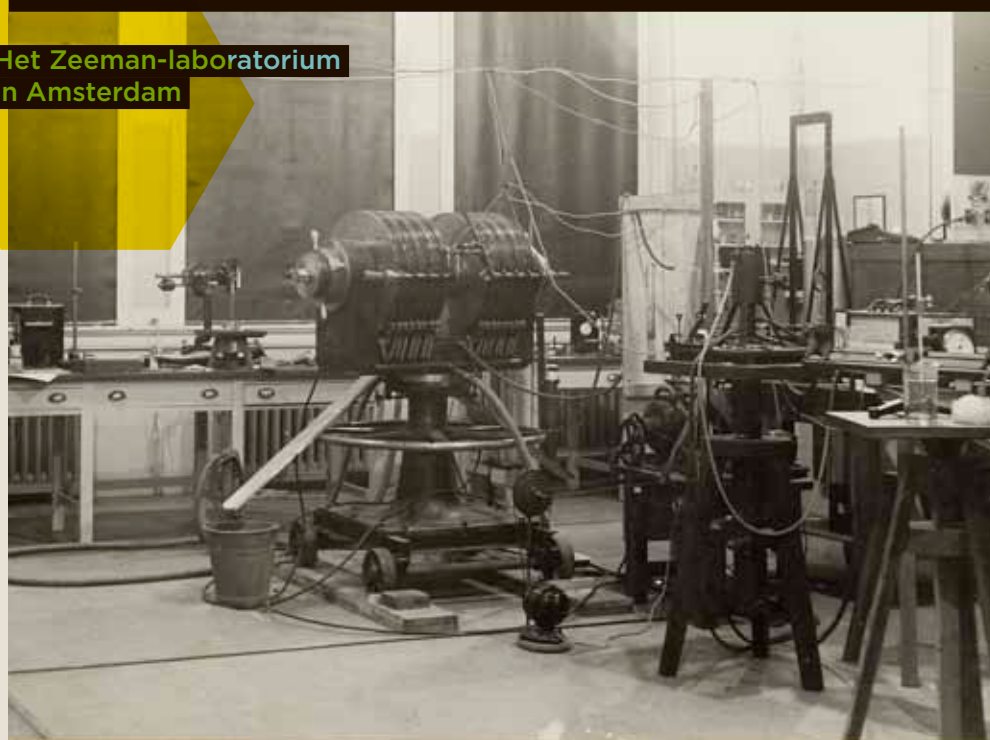
Pieter Zeeman

(1865-1943)

Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1902

(met Hendrik Lorentz) 'als blijk van erkenning voor de buitengewone dienst die zij verleenden door hun onderzoek naar de invloed van magnetisme op stralingsverschijnselen'.

Het Zeeman-laboratorium in Amsterdam



●●● **Pieter Zeeman** kreeg al op 37-jarige leeftijd de Nobelprijs voor de Natuurkunde toegekend, vanwege zijn experimentele onderzoekingen naar de invloed van magnetisme op licht. Maar op de dag van de uitreiking, 10 december 1902, was hij ziek. Medewinnaar **Hendrik Antoon Lorentz** moest daarom de Zweedse koning en andere genodigden uitleggen wat het onderzoek van zijn voor-malige student nu eigenlijk inhield. Zeeman had een preparaat keukenzout dat zich tussen de polen van een magneet bevond zodanig verhit dat het ging gloeien, met de karakteristieke gele kleur die we van straatlantaarns kennen. De spectraallijnen van het uitgezonden licht bleken zich te splitsen wanneer de magneet werd aangezet. Dit 'zeemaneffect', zoals het al snel werd gedoopt, wist Lorentz met behulp van zijn elektronentheorie binnen de kortste keren te verklaren, waarmee die theorie tegelijkertijd ook bevestigd werd. Zeeman onderzocht de splitsing van spectraallijnen in vele verschillende stoffen, waarbij hij de resultaten in een fotoserie vastlegde. Zijn werk was van belang voor al het verdere onderzoek naar de structuur van atomen.

Pieter Zeeman was een experimentator in hart en nieren. Als tiener had hij al belangstelling voor allerlei lichtverschijnselen die hij met diverse instrumenten registreerde en onderzocht. Zo observeerde hij nauwkeurig het Noorderlicht, zoals dat in november 1882 in Noord-Europa te zien was. Zijn waarnemingen haalden het tijdschrift *Nature*, waardoor Zeeman op 17-jarige leeftijd al enige bekendheid verwierf. In een bijdrage in *Philosophical Magazine* werden zijn observaties vervolgens vergeleken met die van anderen. Een overdruk van dit artikel werd naar het ouderlijk huis van de jonge onderzoeker in Zonnemaire (Zeeland) gestuurd, geadresseerd aan 'professor Zeeman'. Uiteindelijk werd Zeeman pas in 1908 daadwerkelijk gewoon hoogleraar aan de **Universiteit van Amsterdam** (al eerder was hij daar tot buitengewoon hoogleraar benoemd). Ook kreeg hij eredoctoraten aan allerlei universiteiten, waaronder die van **Oxford**.

Spectraalfoto's van ijzerlijnen met en zonder magneetveld, gemaakt door Zeeman, 1899



Ongehoorzaam

Pieter Zeeman was assistent van Heike Kamerlingh Onnes, de man van 'door meten tot weten'. Die had er in zijn Natuurkundig Laboratorium goed de wind onder en het was beslist niet de bedoeling dat assistenten zomaar eens iets gingen onderzoeken. Zeeman zag zijn kans schoon in de zomer van 1896, toen zijn baas in de Alpen zat om te kuren. Het was in die zomer dat hij de splitsing van de spectraallijnen voor het eerst waarnam. Ongehoorzaamheid in de wetenschap kan heel goed uitpakken!

Johannes van der Waals

(1837-1923)

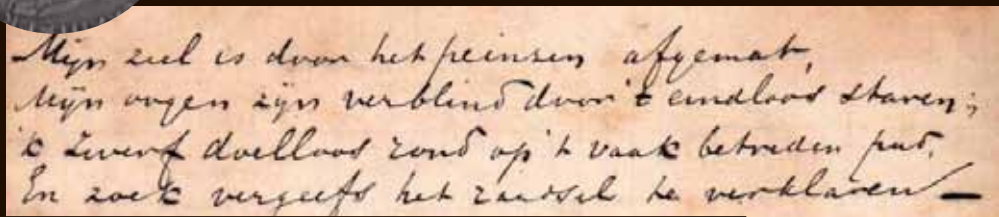
Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1910

‘voor zijn verrichtingen op het gebied van de toestandsvergelijking van gassen en vloeistoffen’.

> Gipsmodel op basis van de vanderwaalsvergelijking, gemaakt voor het laboratorium van Heike Kamerlingh Onnes, 1898



< Zilveren portretmedaille geslagen n.a.v. de toekenning van de Nobelprijs aan Van der Waals in 1910, met een afbeelding van hetzelfde gipsmodel



Fragment uit gedicht van Johannes van der Waals, 1882

(privé-bezit, foto Anne Kox)

●●● **Johannes Diderik van der Waals** was een Leidse timmermanszoon met een enorm doorzettingsvermogen. De weg van het arbeidersmilieu naar het hogleraarschap was lang en in die tijd allesbehalve vanzelfsprekend. Via de **MULO** en allerlei onderwijsaktes werd hij uiteindelijk tot de universiteit toegelaten, waar hij naast zijn drukke baan als leraar zijn doctoraal natuurkunde haalde. In 1873 promoveerde Van der Waals op een legendarisch geworden proefschrift: *Over de continuïteit van den gas- en vloeistof-toestand*. Daarin formuleerde hij zijn veelgeprezen toestandsvergelijking. Die wet gaat over het verband tussen druk, volume en temperatuur van een stof in de gas- en de vloeistof-fase. Hierbij hield hij rekening met de omvang van de moleculen en hun onderlinge aantrekkingskracht (later de vanderwaalskrachten gedoopt). **Kamerlingh Onnes** zou zich als hoogleraar experimentele natuurkunde tot taak stellen Van der Waals' theorieën experimenteel te testen. Het proefschrift van Van der Waals geldt, samen met de elektronentheorie van Lorentz, als het startpunt van een enorme bloei in de Nederlandse natuurwetenschap: de Tweede Gouden Eeuw. In 1910 kreeg Van der Waals alsnog de Nobelprijs voor de Natuurkunde toegekend. Het feit dat Kamerlingh Onnes in 1908 helium vloeibaar had weten te maken, en daarbij Van der Waals' toestandsvergelijking als baken hanteerde, heeft zeker geholpen het Nobelcomité tot dat besluit te brengen.

Van der Waals was de vader van de dichteres **Jacqueline van der Waals**. Zelf dichtte de hoogleraar ook. In 2010 zijn die gedichten teruggelaten, tientallen stuks. Het merendeel stamt uit de periode direct na de dood van zijn geliefde vrouw **Anna Magdalena**, die in 1881 aan tuberculose overleed, slechts 34 jaar oud. Jarenlang werd Van der Waals door depressies gekweld, waardoor hij nauwelijks nog buitenkwam of publiceerde. De gedichten tonen de passie en de emoties van een voor de buitenwereld altijd zeer afstandelijke en gesloten man.

Van der Waals gefotografeerd na het winnen van de Nobelprijs



Zwoegen

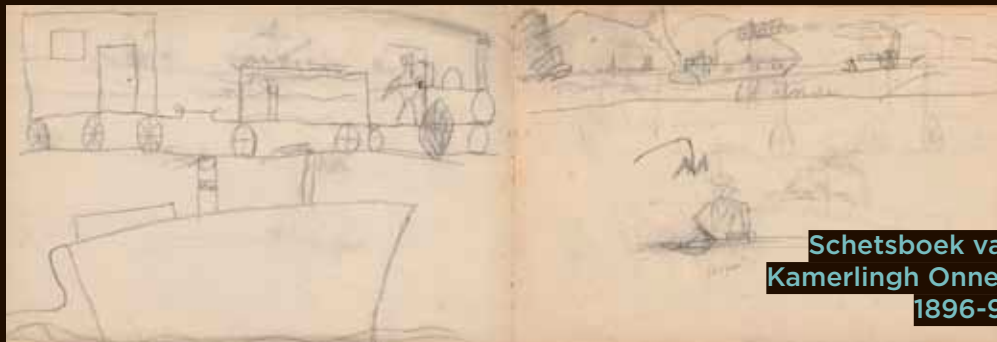
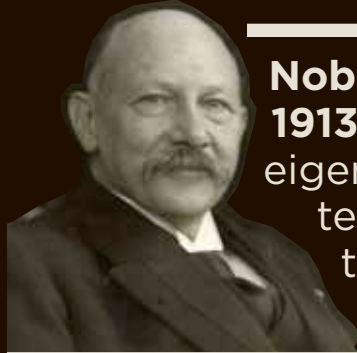
Van der Waals was geen gemakkelijk mens. Hij eiste veel van zichzelf en van zijn studenten. Een luie student las hij als volgt de les: 'Ik, ik! ... ik werkte van 's morgens vier tot 's avonds elf. Toen ik zoo jong was als u, zwóegde ik!'

Heike Kamerlingh Onnes

(1853-1926)

Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1913

‘voor zijn onderzoek naar de eigenschappen van materie bij lage temperaturen, dat onder andere tot de productie van vloeibaar helium heeft geleid’.



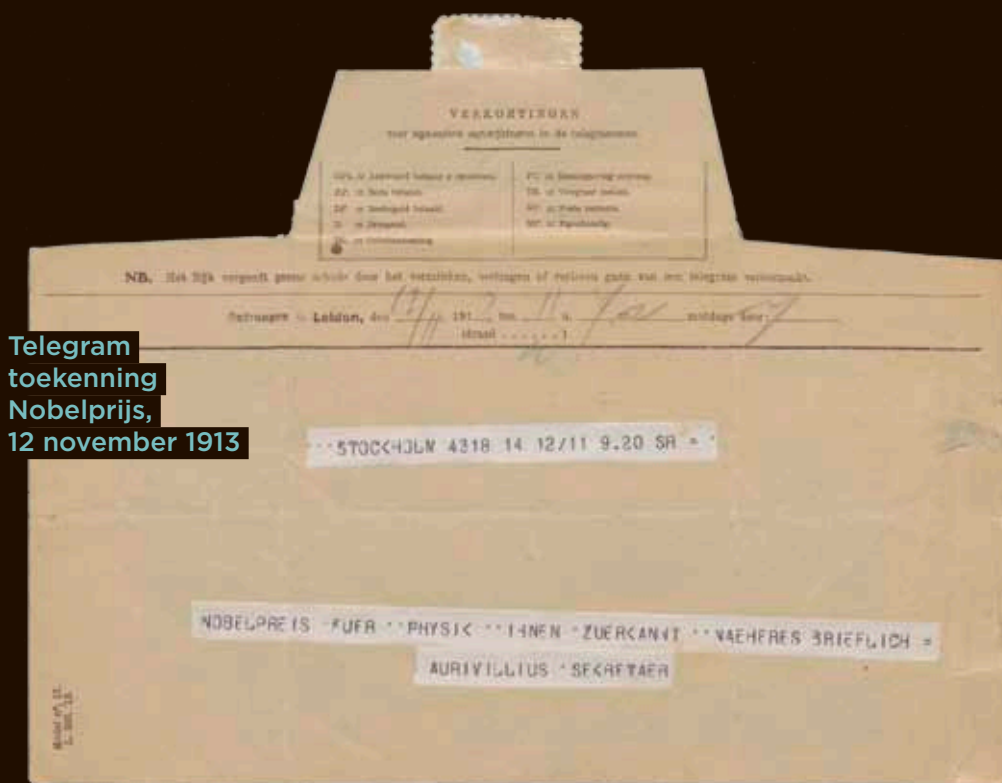
Schetsboek van Kamerlingh Onnes, 1896-97

●●● Toen **Kamerlingh Onnes** begin december 1913 naar Stockholm reisde om de Nobelprijs voor de Natuurkunde in ontvangst te nemen, kwam hij er tot zijn ontzetting achter dat van hem ook een tafelspeech verwacht werd ten overstaan van het voltallige Zweedse koningshuis, de overige laureaten en andere vips. Gelukkig waren de tafelfredes van zijn voorgangers uitgegeven en op zijn hotelkamer nam hij ze snel door. De speech van **Röntgen**, die in 1901 de eerste Nobelprijs voor de Natuurkunde kreeg, vond hij maar 'soep'. Die van zijn collega-hoogleraar aan de Leidse Universiteit, **Lorentz**, kon hem echter wel bekoren. Vlijtig noteerde hij: 'De wetenschap kent geen Vaderland, maar iedere natuuronderzoeker wel!'

Deze woorden waren ook op het onderzoek van Kamerlingh Onnes zelf van toepassing. Na zijn aantreden als hoogleraar experimentele natuurkunde in Leiden in 1882 had hij een koudelaboratorium uit de grond gestampt en was hij met buitenlandse onderzoekers in een felle concurrentiestrijd verwickeld over het vloeibaar maken van gassen. Zijn inspiratiebron

was het werk van **Van der Waals**, dat stelde dat ieder gas vloeibaar kon worden gemaakt, mits de temperatuur beneden een kritische waarde lag. Kamerlingh Onnes had een ware onderzoeksfabriek in het leven geroepen, waar hij met een groot team van natuurkundigen, assistenten en technici zeer planmatig werkte aan het vloeibaar maken van gassen, met als culminatie de aanval op het edelgas helium. In 1908 slaagde hij erin bij een temperatuur van -269°C dat laatste der permanente gassen te condenseren. Drie jaar na deze triomf ontdekte hij dankzij het vloeibare helium bij toeval de supergeleiding, het effect dat de elektrische weerstand van een stroomgeleider beneden een bepaalde temperatuur opeens wegvalt.

Vaderlandse natuurkunde internationaal aanzien geven, daar was het Kamerlingh Onnes om begonnen. In die filosofie paste het uitnodigen van gastonderzoekers uit alle windstreken, onder wie **Madame Curie**. Zo groeide zijn Leidse laboratorium uit tot een internationaal centrum voor lage temperatuuronderzoek.



Telegram toekenning Nobelprijs, 12 november 1913

Artistiek

Kamerlingh Onnes was een harde werker met zwakke longen. Gedwongen door zijn chronische bronchitis maakte hij vaak tochtjes naar het strand en de zomervakanties reisde hij steevast naar de Alpen. Die uitjes en vakanties legde hij met vaardige hand vast in schetsboeken: imposante berglandschappen, vrouw en kinderen op het strand. Ook zijn laboratoriumaantekenboekjes bevatten trefzekere schetsen. Op zijn cijferlijst van de HBS in Groningen prijkte dan ook een 10 voor zowel hand- als lijntekenen. Dat artistieke talent zat in de familie: broer Menso en neef Harm Kamerlingh Onnes waren gevierde kunstenaars.

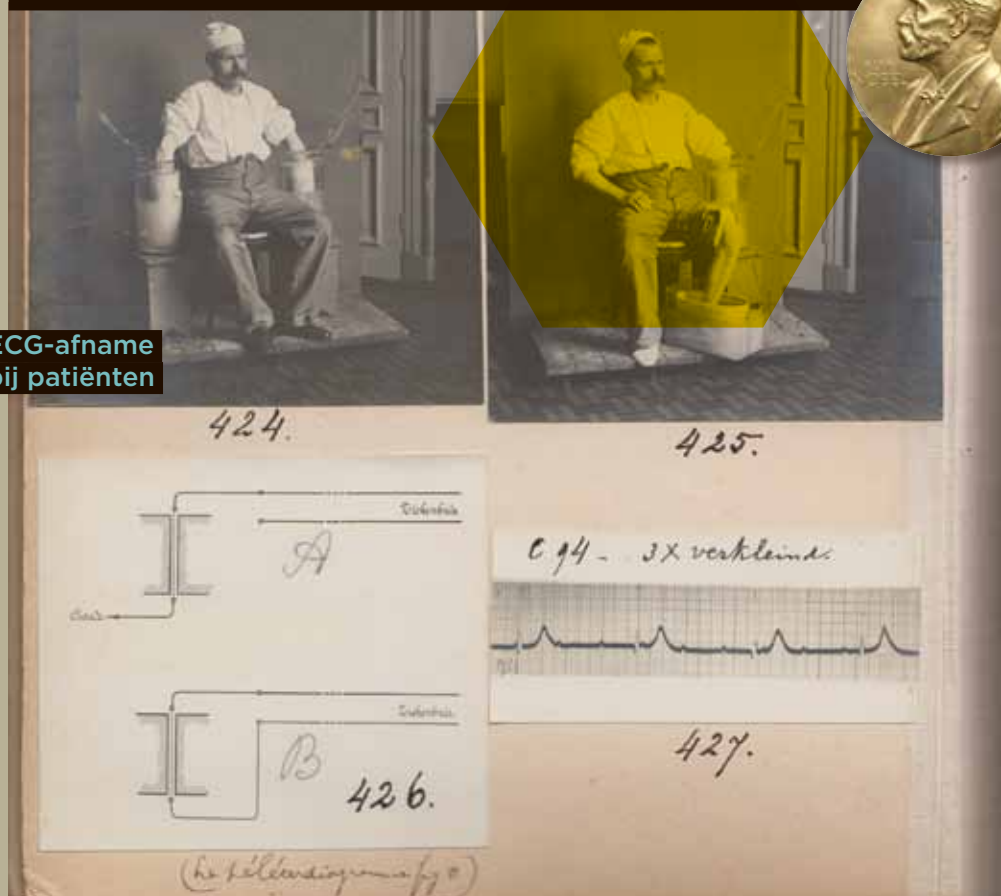
Willem Einthoven

(1860-1927)

Nobelprijs voor de Geneeskunde in 1924 'voor de ontdekking van het mechanisme van het elektrocardiogram'.



ECG-afname bij patiënten



●●● **Willem Einthoven** is de ontdekker van het electrocardiogram (ECG), het hartfilmpje. Andere onderzoekers registreerden al eerder de kleine elektrische stroompjes van het hart. Maar het was Einthoven die in 1902 met zijn zelfontworpen snaargalvanometer op een toegankelijke en nauwkeurige manier de nu bekende curve tevoorschijn kon toveren. Ruim een eeuw later is het ECG nog steeds onmisbaar als eenvoudige en pijnloze techniek bij het vaststellen van hartaandoeningen.

Einthoven raakte tijdens zijn opleiding tot arts eerst geïnteresseerd in de oogheekunde. Al op zijn 26ste werd hij hoogleraar fysiologie aan de **Leidse Universiteit**, waar hij aan de slag ging in het Leids Fysiologisch Laboratorium. Daar verschoof zijn aandacht al snel van het oog naar het hart. Het ontwikkelen van de snaargalvanometer was een ingewikkelde en tijdrovende klus. Probleem was dat de snaargalvanometer zeer gevoelig was voor trillingen in de ondergrond. Omdat Heike Kamerlingh Onnes in zijn nabijgelegen koudlaboratorium iedere dag pers- en zuigpompen liet dreunen, kon Einthoven vaak weinig uitrichten. De heren maakten flinke ruzie en er kwam een geschillencommissie om een oplossing te bedenken.

Uiteindelijk kon de snaargalvanometer in 1905 ingezet worden bij patiënten. Er was alleen één probleem. De zwakke hartpatiënten konden niet naar het laboratorium komen om aangesloten te worden op het apparaat. Omdat het instrument te zwaar was om te kunnen worden verplaatst, maakte Einthoven zijn ECG's op



ECG-opnamen gemaakt door Einthoven

afstand: er zat anderhalve kilometer tussen laboratorium en ziekenhuis. Via de telefoonkabels registreerde de snaargalvanometer zo de eerste 'telecardiogrammen'.

Elk individu heeft zijn eigen ECG. Toch hebben alle normale ECG's ongeveer dezelfde vorm. Een ECG van iemand met een hartprobleem wijkt daar juist weer van af, zodat de aandoening opgespoord kan worden. Einthoven kon bovendien het mechanisme van het hart achter de verschillende curven uitleggen. Voor deze bevindingen kreeg hij in 1924 de Nobelprijs voor de Fysiologie of Geneeskunde.

Punt - uit

Einthoven registreerde niet alleen de trillingen van het hart, maar ook die van zijn eigen stem! Op zijn oude dag sprak hij artikelen en brieven in op de 'parlograaf', een soort dicteermachine. Hij eindigde het dictaat met 'punt - uit'. Hiermee is zijn stem voor altijd bewaard gebleven op de opnamerollen.

Christiaan Eijkman

(1858-1930)

Nobelprijs voor de Geneeskunde in 1929 (met Frederick Gowland Hopkins) 'voor de ontdekking van diverse vitamines'.

●●● Het begon met zwakte en verlies van gevoel in de benen. Uiteindelijk kon de ziekte polyneuritis, beriberi genoemd door de Indonesiërs, leiden tot de dood. De Nederlandse arts **Christiaan Eijkman** reisde in 1886 af naar 'ons Indië' om als lid van een commissie de ziekte te onderzoeken die vele Nederlandse soldaten het leven kostte. Juist nu de Atjeh-oorlog woedde was iedere soldaat hard nodig. Als jonge officier van gezondheid van het **Koninklijk Nederlands-Indisch Leger** (KNIL) zocht Eijkman met de rest van de commissie naarstig naar een oorzaak van de ziekte. De meest logische weg leek de zoektocht naar een bacterie als ziekteverwekker. Eijkman zelf had nota bene gewerkt in het laboratorium van **Robert Koch**, de ontdekker van de cholera- en tuberculosebacterie. Het bleek echter niet om een bacterie te gaan.

Beriberi wordt veroorzaakt door een gebrek aan vitamine D. Cruciaal voor deze ontdekking waren Eijkmans observaties aan zijn kippen in het laboratorium in Indië. De ziekteverschijnselen, die leken op die van beriberi, (polyneuritis gallinarum) hadden te maken met de voeding die de kippen kregen. Van gepelde rijst zonder zilvertviesje werden ze ziek, maar kippen gevoerd met ongepelde rijst bleven in leven. Eijkman ontdeedde de weefsels van de dode kippen en onderzocht deze onder de microscoop. De publicaties van Eijkman uit 1890 en 1896 over zijn bevindingen bij de kippen behoren tot de klassieke werken van de medische literatuur. Na een onderzoek onder inlandse gevangenen op Java bevestigde de inspecteur van de gezondheidsdienst Eijkmans conclusies.

Toch duurde het nog tot 1926 eer men de beschermende stof uit het zilvertvies van rijst wist te isoleren. Eijkman zelf dacht lange tijd dat een rijstvergift beriberi veroorzaakte. Ook schreef hij over kakkerlakken die mogelijk beriberi verspreidden en over elektrisch onderzoek als diagnose bij beriberi. Pas in 1919 kwamen bij Eijkman vitamines in beeld. Toch zullen de kippen uit het lab van Eijkman altijd de belangrijkste acteurs blijven in de ontstaansgeschiedenis van de vitamineleer.



Het Eijkman Instituut



Rijstvoorraad voor vitamine-productie



Beriberi-patiënten, 1888

Medaille

Bij de huldiging van Christiaan Eijkman op 1 oktober 1923 werd Het Eijkman Medaillefonds opgericht. De stichting wilde baanbrekend wetenschappelijk onderzoek op het gebied van tropische geneeskunde stimuleren, onder meer door de Eijkman Medaille uit te reiken aan beoefenaren van tropische geneeskunde. Sinds 1927 hebben vijftig personen deze medaille gekregen voor onderzoek naar ziekten zoals malaria, HIV en lepra.

Peter Debye

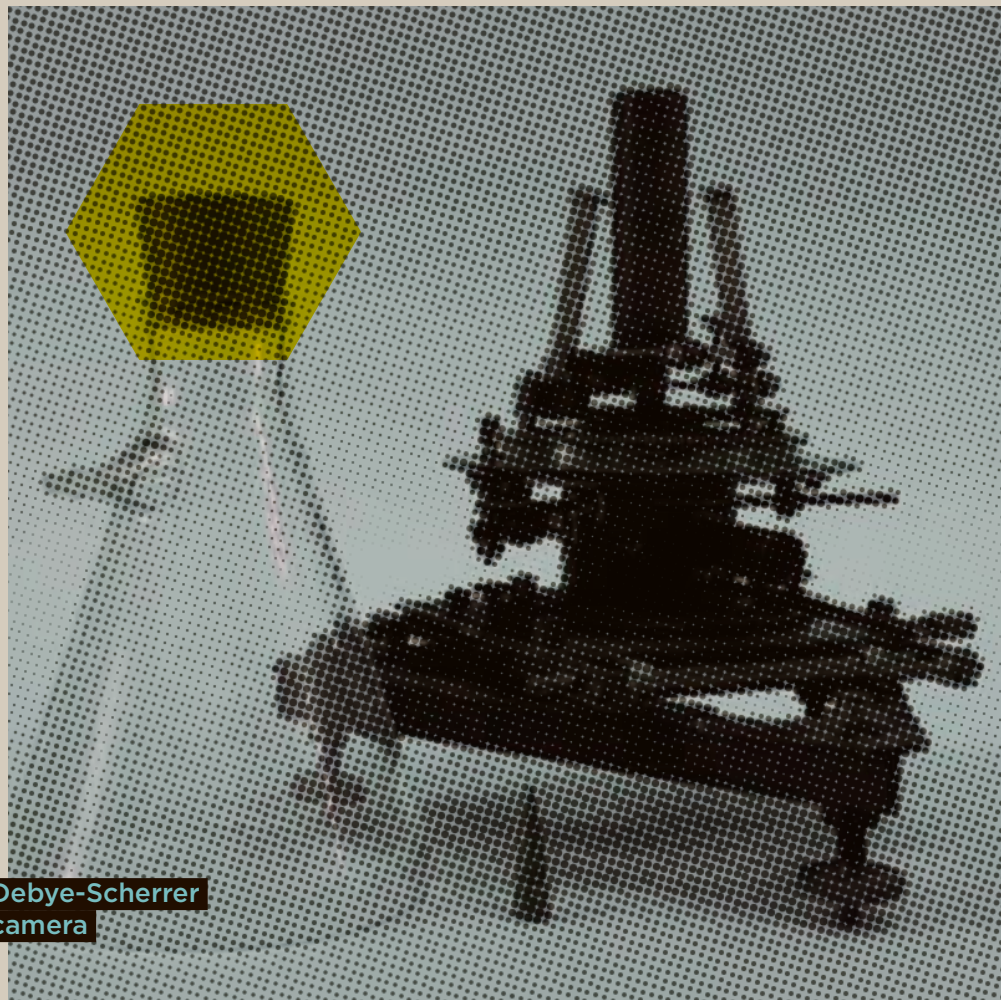
(1884-1966)

Nobelprijs voor de Scheikunde in 1936

‘voor zijn verdiensten op het gebied van de moleculaire structuur door onderzoek naar dipoolmomenten en de diffractie van röntgenstralen en elektronen in gassen.’



foto ANP



Debye-Scherrer camera

●●● Veel ontdekkingen van **Petrus (Pie) Josephus Wilhelmus Debye** dragen zijn naam: de ‘Wet van Debye’, de ‘Debye-Scherrer Camera’, ‘Debye-temperatuur’, de ‘Debye-Waller factor’ en de ‘debije’, de internationale eenheid van dipoolmoment – je stelt als geleerde pas echt wat voor als je naam met een kleine letter wordt geschreven. Het laat zien op hoeveel terreinen de fysisch-chemicus uit Maastricht wetenschappelijk actief is geweest en hoe baanbrekend zijn werk was. Debye behaalde in 1905 zijn diploma elektrotechnisch ingenieur aan de **Technische Hochschule in Aken**. Vervolgens bekleedde hij posities aan verschillende universiteiten in Duitsland (met een kort intermezzo in Utrecht), tot hij in 1934 directeur werd van het **Kaiser Wilhelm Instituut voor Fysica in Berlijn**. Ook werd hij in Berlijn hoogleraar in de theoretische fysica.

In 1936 kreeg Debye de Nobelprijs voor Scheikunde voor zijn onderzoek naar de structuur van moleculen, inclusief het ontwikkelen van meetmethoden. Samen met zijn assistent **Scherrer** had hij een methode voor het analyseren van stoffen ontwikkeld. Een fotocamera die röntgenbeelden maakte legde de eigen-

schappen van poeders (en later ook van vloeistoffen) vast op een fotografische plaat. De ringenpatronen zien er voor een buitenstaander wonderlijk uit maar betekenen een bijzonder krachtig hulpmiddel in de studie van kristalstructuren.

Naast al deze wetenschappelijke wapenfeiten is de naam Debye ook verbonden met de discussie over zijn eventuele betrokkenheid bij het Nazi-regime. Als president van de Duitse **Physikalische Gesellschaft** onderkende hij in 1938 een brief met ‘Heil Hitler’. In Nederland kwam er in 2006 een rel van. Uiteindelijk kwam een onderzoekscommissie van het NIOD (Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie) tot de conclusie dat het gedrag van Debye zich kenmerkte door een combinatie van idealisme en opportunisme. De Universiteit Utrecht kwam terug op haar besluit het Debye Instituut van zijn naam te ontdoen, maar Maastricht bleef bij zijn besluit dat een Debye-onderscheiding niet langer kon. Onomstreden is dat Debye een bijzonder vruchtbare carrière heeft doorlopen. Tot op de dag van vandaag behoort hij tot de meest geciteerde natuurwetenschappers uit de vroege twintigste eeuw.

Spion?

In nieuw onderzoek uit 2010 oppert een ex-scheikundedocent en historicus dat Peter Debye wellicht een informant is geweest van de belangrijke MI6 spion Paul Rosbaud. De twee hielpen in 1938 de Joods-Oostenrijkse wetenschapper Lise Meitner uit Berlijn te ontsnappen.

Frederik Zernike

(1888-1966)

Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1953 ‘voor zijn demonstratie van de fasecontrastmethode, en met name voor zijn uitvinding van de fasecontrastmicroscop’.

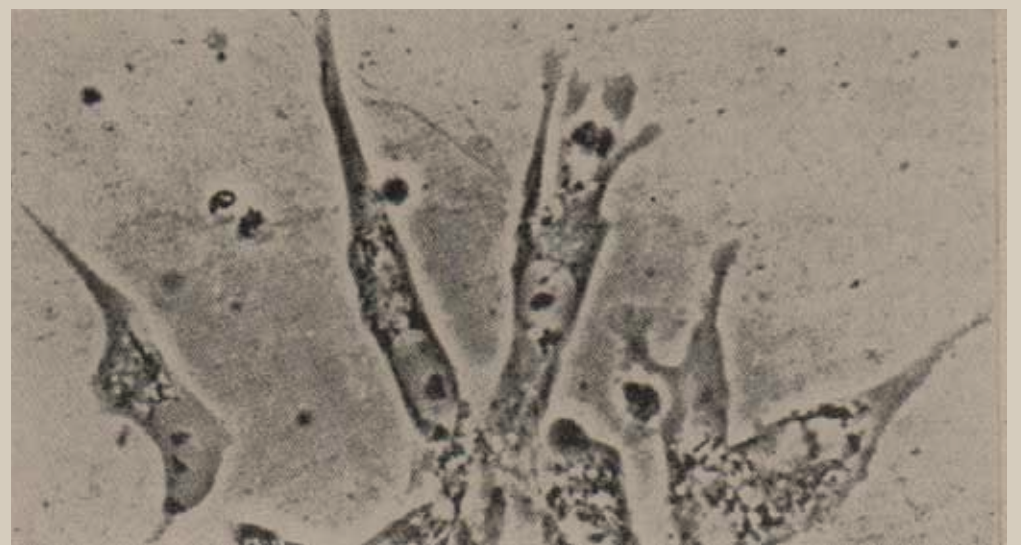


●●● “Als dit enige praktische waarde zou hebben, dan hadden we het al lang zelf uitgevonden”. Dat kreeg de natuurkundige **Frits Zernike** te horen toen hij zijn uitvinding in 1932 demonstreerde bij een Duitse fabrikant van microscopen. Een misvatting. De nieuwe techniek van de fasecontrastmicroscopie zou na de Tweede Wereldoorlog juist enorm belangrijk worden in de biologie en de geneeskunde. Vóór de uitvinding van Zernike moesten wetenschappers levende cellen kleuren (en dus doden) om ze goed onder de microscoop zichtbaar te maken. Het fasecontrastmechanisme zorgde ervoor dat je levende transparante objecten zoals bacteriën en menselijke cellen nu onder de microscoop kon volgen. Als licht door een transparant object loopt ontstaat een faseverschil met het licht uit de omgeving: de golven lopen niet in de maat. Zernike ontwikkelde in zijn laboratorium het ‘fase-plaatje’ boven in de microscoop dat dit faseverschil versterkt. Levende cellen zijn beter te zien doordat het contrast tussen object en omgeving groter wordt.

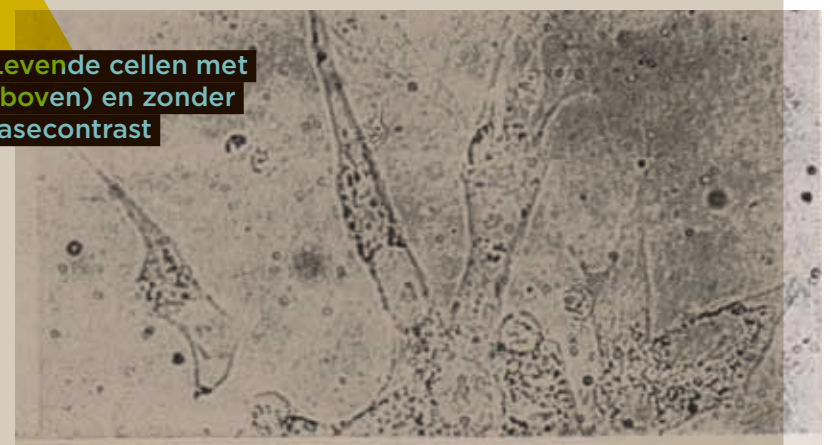
Als jongen was Zernike al een verwoed knutselaar. Bij gebrek aan voldoende zakgeld zette hij zelf een fotocamera in elkaar. Van een oude kijker, een tafelpoot, wat afval en een oude platenspeler maakte hij een

telescoop. Na zijn studie en promotie in de scheikunde werkte hij vanaf 1915 eerst als lector en later als hoogleraar mathematische fysica en theoretische mechanica aan de **Groninger Universiteit**. Ook daar bleef Zernike bezig met experimenteren. Hij ontwierp een gevoelige galvanometer (ofwel ampèremeter) en vervolgens de fasecontrastmethode. Hoewel Zernike de techniek al in de vroege jaren dertig voor de microscoop had toegepast, duurde het tot na de Tweede Wereldoorlog voordat fabrikanten de verbeterde fasecontrastmicroscopie in productie namen. Intussen had een gedreven Zernike de techniek verder ontwikkeld.

Behalve de Nobelprijs in 1953 kreeg Zernike vele andere prijzen en onderscheidingen. Toch zullen juist de praktische toepassingen van zijn werk de bescheiden Zernike goed hebben gedaan. Ook nu nog is de fasecontrastmethode onmisbaar in het onderzoek naar levende organismen en weefsels; van hersen-, bloed-, huid- en eicellen tot virussen, parasieten en bacteriën. De ontwikkeling van commerciële producten als zeep, oliën, vetten, textiel, pigmenten, verf, voeding en medicijnen is niet voor te stellen zonder de fasecontrastmicroscopie. Praktischer kan niet!



Levende cellen met (boven) en zonder fasecontrast



Levende cellen

Biomedici gebruiken levende cellen veelvuldig om allerlei ziekten te bestuderen. Een fasecontrastmicroscopie brengt veel details in celculturen in beeld. Zernike maakte deze beelden zelf in 1955. De celkernen zijn als ronde stippen te zien in het linker fasecontrastbeeld.

Jan Tinbergen

(1903-1994)



foto Spaarnestad

Nobelprijs voor de Economie in 1969
(met Ragnar Frisch) ‘voor het ontwikkelen en uitvoeren van dynamische modellen voor analyses van economische processen’.



Jan Tinbergen, Paul Ehrenfest en andere studenten
(foto Emilio Segre Visual Archives)

●●● In 1969 ontving **Jan Tinbergen** de allereerste Nobelprijs voor de Economie. Samen met de Noorse econoom **Ragnar Frisch** werd hij beloond voor zijn baanbrekende onderzoek op het gebied van een spiksplinternieuw wetenschappelijk vakgebied: de econometrie. De oorsprong van deze nieuwe wetenschap lag in Leiden. Jan Tinbergen studeerde van 1921 tot 1925 wis- en natuurkunde aan de **Universiteit Leiden** en werd promovendus van de Oostenrijkse theoretisch natuurkundige **Paul Ehrenfest**, in 1912 de opvolger van **Hendrik Antoon Lorentz**. Tinbergen profiteerde van het bruisende wetenschappelijke klimaat in Leiden: hij volgde de beroemde maandagmorgencolleges van Lorentz, discussieerde met **Kamerlingh Onnes** en ontmoette er **Albert Einstein**, die in het kader van een bijzonder hoogleraarschap af en toe een maand uit Berlijn overkwam. De jonge Tinbergen bewonderde de beschrijvende en voorspellende kracht van de natuurwetenschappelijke methode. Maar als fanatieke sociaal-democraat was hij gefrustreerd dat hij met zijn studie niet direct kon bijdragen aan oplossingen voor de grootste problemen van zijn tijd, zoals de economische crisis en toenemende sociale tegenstellingen.

MINIMUMPROBLEMEN IN DE NATUURKUNDE EN DE EKONOMIE

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJNS-UNIVERSITEIT TE LEIDEN, OP GEBIED VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS JHR. MR. W. J. M. VAN EYSINGA, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER RECHTSGELEERDHEID, VOOR DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDIENEN OP VRIJDAG 22 MAART 1929, DES NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR
JAN TINBERGEN
GEBOREN TE 'S-GRAVENHAGE

Jan Tinbergen, Minimumproblemen in de natuurkunde en de economie (Proefschrift Universiteit Leiden 1929)

H. J. PARIS
AMSTERDAM MCNXXIX

RUKMUSEUM
VOOR DE GESCHIEDENIS
DER NATUURWETENSCHAPPEN

Tinbergen was van mening dat kwantitatieve methoden uit de wiskunde en statistiek van pas kwamen bij het ontwikkelen van economische modellen. In 1929 promoveerde hij bij **Ehrenfest** op een theoretisch natuurkundig proefschrift met een aanhangsel waarin hij de besproken natuurkundige principes toepaste op economische problemen. Het legde de kiem voor zijn latere werk. Direct voor en na de Tweede Wereldoorlog ontwikkelde Tinbergen de eerste macro-economische modellen voor het herstel en de wederopbouw van Nederland. Als eerste directeur van het Centraal Plan Bureau kwam hij vanaf 1947 met talloze sociaal-economische beleidsadviezen. Later richtte hij zijn aandacht op een rechtvaardiger verdeling van de internationale welvaart en op ontwikkelingssamenwerking.

Broer

Jan Tinbergen was de oudere broer van de bioloog **Niko Tinbergen**, die in 1973 de Nobelprijs voor Fysiologie of Geneeskunde kreeg voor zijn onderzoek naar diergedrag. Twee Nobelprijswinnaars in één gezin, dat is tot nu toe niet vaker vertoond. Beide broers hadden een voorliefde voor kwantitatief onderzoek, maar voor het overige hadden ze weinig gemeen. Jan was van jongs af aan een hard werkende jongen die veel binnen zat, terwijl Niko liever hockeyde of door de duinen zwierf. Tot op hoge leeftijd hadden ze maar weinig contact.

6

Nikolaas Tinbergen

(1907-1988)



foto ANP

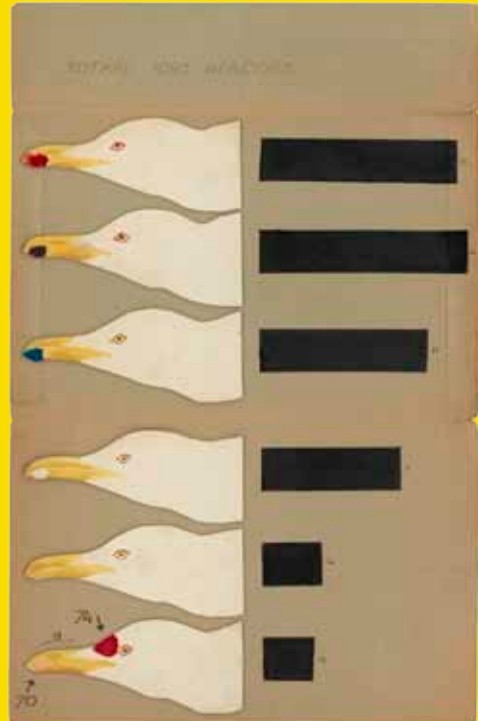
Nobelprijs voor de Geneeskunde in 1973
(met Karl von Frisch en Konrad Lorenz) ‘voor het onderzoek naar het gedrag van sociale dieren’.



Meeuwenkopmodellen gebruikt voor veldonderzoek op Terschelling, 1947-48

●●● **Nikolaas (Niko) Tinbergen** raakte al op jonge leeftijd geïnteresseerd in de natuur en in veldwerk. Zoals veel kinderen in die tijd groeide hij op met de Verkadealbums. Deze populariserende en rijk geïllustreerde boeken over de Nederlandse flora en fauna waren geschreven door **Jac. P. Thijssse**, een bekende veldbioloog en vurig pleitbezorger van natuureducatie. De groeiende interesse in de natuur bij de jeugd leidde in 1920 tot de oprichting van de **Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie**. Niko Tinbergen werd direct lid. Hij organiseerde excursies, schreef stukjes voor het verenigingsblad en maakte er vrienden die later net als hij biologie zouden gaan studeren. Niko was in het bijzonder geïnteresseerd in vogels, die hij zo veel mogelijk in het wild observeerde en ook tekende en fotografeerde. Als gevierd etholoog zou Tinbergen zijn artikelen en boeken nog steeds illustreren met tekeningen of foto's van eigen hand. Ook de filmcamera kreeg een steeds grotere rol in het veldwerk. Op zijn beurt wist Niko Tinbergen, net als Jac. P. Tjisse, met zijn boeken en films grote groepen jonge mensen te enthousiasmeren voor de studie van de natuur.

Tinbergen deed pioniersonderzoek naar het gedrag van dieren. Er was al langer interesse in diergedrag, maar onderzoek beperkte zich tot laboratoriumwerk met witte ratten of duiven en was sterk beïnvloed door de psychologie. Tinbergen vond dat dieren in hun eigen omgeving onderzocht dienden te worden en was ervan overtuigd dat hun gedrag niet psychologisch maar biologisch was te duiden. Zijn aanpak stoelde op nauwkeurige waarnemingen en simpele, gecontroleerde en elegante



experimenten in het veld. Beroemd is zijn onderzoek naar de functie van de rode vlek op de snavel van de zilvermeeuw. Tijdens enkele zomerkampen op Terschelling zette Tinbergen samen met studenten observatieposten op bij meeuwennesten. Als de ouders op jacht waren naar voedsel, hielden ze zelfgemaakte modellen van meeuwenkoppen bij de kuikens om te zien hoe ze reageerden. Met variaties in vorm en kleur van de snavel kwam men erachter welke elementen welk gedrag opwekten.

Niko Tinbergen was onder de indruk van de ideeën over gedrag en instinct van de Oostenrijkse bioloog **Konrad Lorenz**, met wie hij later de Nobelprijs zou delen. Steeds sterker ging Tinbergen gedragingen zien als patronen waarvan de afzonderlijke elementen zich systematisch lieten bestuderen en verklaren. Zijn theoretische opvattingen legde hij neer in *The study of instinct*, dat in 1951 verscheen. Het is een hoogtepunt in de ontstaansgeschiedenis van de ethologie, de wetenschappelijke studie van diergedrag.



J.P. Thijssse, *Texel* (1927)

Profhockeyer

Het had nogal wat voeten in de aarde om Niko Tinbergen aan de studie te zetten. Veel liever werd hij profhockeyer. Zijn ouders deden ten einde raad een beroep op zijn biologieleeraar Abraham van Schierbeek en op Jan Tiberghens promotor Paul Ehrenfest, om op de onwillige jongen in de te praten. Zij slaagden erin Niko te motiveren een zomer lang in een bijzonder vogelgebied en observatiecentrum nabij Kalingrad te verblijven. Deze ervaring deed hem alsnog besluiten biologie in Leiden te gaan studeren.

Tjalling Koopmans

(1910-1985)

Nobelprijs voor de Economie in 1975 (met Leonid Kantorovich)

‘voor de theorie van de optimale toewijzing van productiemiddelen’.



foto ANP

OPTIMUM UTILIZATION OF THE TRANSPORTATION SYSTEM*

Publicatie van Koopmans uit 1949

by Tjalling C. Koopmans

Professor of Economics, The University of Chicago, and Research Associate, Cowles Commission for Research in Economics

●●● Zelfs bij de Nobelprijs voor de Economie van **Tjalling Koopmans** kwam natuurkunde om de hoek kijken. Koopmans groeide op als jongste zoon in een protestants onderwijzersgezin in 's Gravenland. Na het gymnasium kon hij op zijn zeventiende met een beurs wis- en natuurkunde studeren in Utrecht. Omdat hij zowel iets wilde doen met wiskunde als met een onderwerp dat dichtbij het echte leven stond, koos hij voor theoretische natuurkunde. Maar het bloed kroop waar het niet gaan kon. De economische crisis in de jaren dertig zette Koopmans aan het denken. Met socialistische studenten bediscussieerde hij de maatschappelijke toestand en las hij zijn eerste boek op het gebied van economie: *Das Kapital* van **Karl Marx**. Koopmans was onder de indruk van het beroemde hoofdstuk over de Engelse arbeiders, maar accepteerde Marx' theorie nooit.

Na ontmoetingen met econoom en latere Nobelprijswinnaar **Jan Tinbergen** (ook opgeleid als theoretisch fysicus) specialiseerde Koopmans zich in econometrie en statistiek. Aan de **Universiteit Leiden** promoveerde hij in 1936 op een proefschrift over regressieanalyse, een statistische

techniek voor het analyseren van samenhangende gegevens (bijvoorbeeld mooi weer en ijsjesverkoop). In 1938 volgde hij Jan Tinbergen op als onderzoeker in Genève om macro-economische modellen te ontwikkelen. Met het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog vertrok het gezin Koopmans naar de Verenigde Staten. Na een barre tocht arriveerden Koopmans en zijn vrouw in New York met alleen hun zes weken oude baby in een mandje en wat geleend geld. Na aanstellingen bij verschillende universiteiten werkte Koopmans van 1942 tot 1944 als statisticus bij de British Merchant Shipping Mission en Combined Shipping Adjustment Board te Washington. Daar ontwikkelde hij een wiskundige techniek om de beschikbare scheepsruimte van de geallieerde oorlogsvloot op de meest efficiënte manier te gebruiken. Zo legde hij de basis van de 'lineaire programmering', optimaliseren met behulp van een stappenschema dat te vertalen is naar een computerprogramma. In 1955 werd hij hoogleraar aan **Yale University**. Samen met de Russische econoom **L.V. Kantorovich** won hij in 1975 de Nobelprijs voor Economie voor theoretisch werk over de optimale inzet van natuurlijke hulpbronnen.

Uit het artikel *Statistical Estimation of Simultaneous Economic Relations*, 1945

$$(6) \quad \begin{cases} (6a) \quad \begin{cases} m_{21} + m_{22}a_{s2} + m_{23}a_{s3} = s_s^2 \frac{-1}{a_{d2} - a_{s2}} \\ m_{31} + m_{32}a_{s2} + m_{33}a_{s3} = 0, \end{cases} \\ (6b) \quad \begin{cases} m_{21} + m_{22}a_{d2} + m_{24}a_{d4} = s_d^2 \frac{1}{a_{d2} - a_{s2}} \\ m_{41} + m_{42}a_{d2} + m_{44}a_{d4} = 0, \end{cases} \\ (6c) \quad s_s^2 = m_{11} + m_{22}a_{s2}^2 + m_{33}a_{s3}^2 + 2m_{12}a_{s2} \\ \quad \quad \quad + 2m_{13}a_{s3} + 2m_{22}a_{s2}a_{s3}, \\ (6d) \quad s_d^2 = m_{11} + m_{22}a_{d2}^2 + m_{44}a_{d4}^2 + 2m_{12}a_{d2} \\ \quad \quad \quad + 2m_{14}a_{d4} + 2m_{24}a_{d2}a_{d4}. \end{cases}$$

The quantities m_{kl} are, of course, the moments¹⁹

$$(7) \quad m_{kl} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [x_k(t) - \bar{x}_k][x_l(t) - \bar{x}_l],$$

$$\text{with } \bar{x}_k = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_k(t), k, l = 1, 2,$$

Psychiater

Na een protestante opvoeding keerde Koopmans zich tot grote schrik van zijn ouders als student af van de kerk. Hij verdiepte zich in de psychologie en psychiatrie en overwoog zelfs even om psychiater te worden.

Nico Bloembergen

(1920)



Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1981

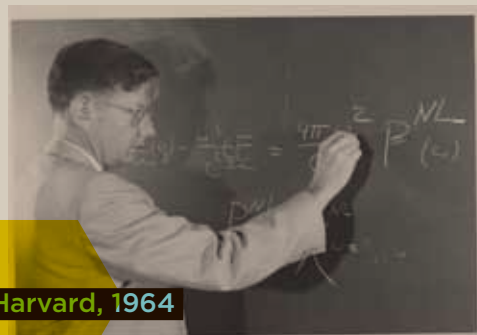
(met Arthur Leonard Schawlow, Kai Manne Börje Siegbahn)
‘voor hun bijdrage aan de ontwikkeling van de laserspectroscopie.’

Bloembergen in discussie met PhD student op Harvard, 1964



●●● **Nicolaas (Nico) Bloembergen** is geboren in Nederland maar maakte furore als fysicus in de Verenigde Staten. Na het gymnasium in Utrecht koos hij voor de studie natuurkunde omdat die hem het meest uitdagend leek. Net voor de Bezetter in 1943 de universiteiten sloot lukte het hem zijn doctoraalexamen te doen.

Na de oorlog wilde Bloembergen zijn natuurkundige blik verruimen en koos voor de Verenigde Staten. De benodigde dollars voor de reis peuterde hij met veel moeite los op het hoofdkantoor van De Nederlandse Bank. Op de universiteit van **Harvard** werkte hij mee aan baanbrekend onderzoek naar kernspinresonantie (NMR), een natuurkundig fenomeen van de atoomkern. Hij bouwde de eerste NMR-machine, een apparaat dat later resulteerde in de MRI-scanner (magnetic resonance imaging). fMRI is tegenwoordig één van de belangrijkste technieken bij het onderzoek naar hersenactiviteit. Na zijn avontuur op Harvard promoveerde Bloembergen in 1948 in Leiden op zijn onderzoek naar kernspinresonantie.



Harvard, 1964



Datzelfde jaar keerde hij terug naar Harvard, waar hij een glorieuze carrière als natuurkundige doormaakte. Amerika, vond Bloembergen, bood een stimulerender omgeving dan Leiden als het ging om nieuwe ontwikkelingen in de natuurkunde. Zijn overstap in 1951 naar toegepaste natuurkunde bleek een briljante zet. Bloembergens pionierswerk op het gebied van de voorloper van de laser en de vastestoflaser zouden hem in 1981 de Nobelprijs voor Natuurkunde opleveren. Hij kreeg de prijs samen met **Arthur Schawlow** en **Kai Siegbahn** voor zijn bijdrage aan laserspectroscopie. Het door Bloembergen opgezette niet-lineaire optica programma, dat nieuwe wetten voor de optica formuleert bij zeer grote lichtintensiteiten, is enorm invloedrijk gebleken.

Inmiddels zijn de toepassingen van de vastestoflaser breed verspreid: naast gebruik in de industrie bij het lassen, snijden en boren van metalen is er de toepassing in de geneeskunde bij oogchirurgie en het verwijderen van tatoeages, en ook komen lasers van pas in precisiewapens in gevechtsvliegtuigen. Zoals Bloembergen zelf zei: “Alfred Nobel zou blij zijn met al deze technologische voordelen die voortkomen uit de natuurkunde van de laser.”

Passie

Zelfs de oorlog kon de passie voor natuurkunde bij Nico Bloembergen niet stoppen. Bij het licht van een stormlamp las hij aan de keukentafel over kwantummechanica in een boek van Hendrik Kramers, hoogleraar theoretische natuurkunde aan de Rijksuniversiteit Utrecht. Vanwege het gebrek aan goede olie moest de lamp iedere twintig minuten schoongemaakt worden.

Simon van der Meer

(1925-2011)

Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1984

(met Carlo Rubbia) 'voor hun beslissende bijdragen aan het grote project dat leidde tot de ontdekking van de velddeeltjes (het W- en het Z-deeltje) die verantwoordelijk zijn voor het overbrengen van de zwakke kernkracht'.



foto Emilio Segre Visual Archives



Antiproton-lens

●●● Op een diepte van 25 meter onder de grond, in een kilometer-slange buis in Genève gebeurde het. Daar maakte **Simon van der Meer** W- en Z-deeltjes, waarvan het bestaan theoretisch was voorspeld, via botsingsexperimenten zichtbaar. Als ingenieur in de hightech omgeving van CERN, het Europese deeltjesversnellerinstituut, leverde Van der Meer een essentiële bijdrage aan het experiment dat onder leiding van **Carlo Rubbia** de deeltjes liet ontstaan. W-deeltjes ontstaan wanneer protonen en anti-protonen met voldoende hoge energie frontaal op elkaar botsen. Van der Meer kwam op het briljante idee van de 'stochastische koeling', waarbij deeltjes die in de Geneefse botsingsring uit de maat begonnen te lopen weer in de juiste baan gebracht werden. De kans op botsingen – en dus op het vinden van de nieuwe deeltjes – nam daarmee sterk toe. Voor het bijeenbrengen van anti-protonen ontwikkelde Van der Meer een andere, al even ingenieuze technische vondst in de vorm van een magnetische aluminium hoorn. Een reserve-exemplaar schonk hij aan Museum Boerhaave. Hij was de eerste natuurkundige van de CERN-deeltjesversneller die geëerd werd met de Nobelprijs.



Ontwerp van Simon van der Meer in CERN

Simon van der Meer is geboren in Den Haag, waar hij het gymnasium doorliep. Hij hielp zijn natuurkundeleraar met het opzetten van proefjes en installeerde thuis allerlei gadgets. Zijn handigheid en technisch inzicht kon hij tijdens zijn studie technische natuurkunde in Delft verder ontwikkelen. Na zijn studie werkte hij bij Philips in het Eindhovense onderzoekslaboratorium (NatLab), waarna hij in 1956 bij CERN aan de slag ging. Daar bleef hij tot zijn pensionering in 1991. Simon van der Meer overleed op 4 maart 2011.

Lummelen

Van der Meer vertelde dat hij zijn beste ingevingen kreeg als hij thuis aan lummelen was: 'Je moet open staan om warrige, rare ideeën uit te werken. Als je denkt: dit is krankzinnig, dat ziet iedere gek, dan moet je het juist niet aan de kant schuiven'. (uit: de Volkskrant, 11 maart 2011)

Martinus Veltman

(1931)



Gerard 't Hooft

(1946)



Nobelprijs voor de Natuurkunde in 1999 'voor het Algoritme van Renormalisatie binnen de kwantumveldentheorie'.

●●● Rekenen. Heel stevig rekenen. Dat was iets dat **Martinus Veltman** als theoretisch fysicus bij de CERN-deeltjesversneller in Zwitserland vaak deed. Al tijdens het schrijven van zijn proefschrift legde hij de basis voor het uitrekenen van de natuurkundige problemen waarmee hij later samen met zijn student **Gerard 't Hooft** de Nobelprijs zou winnen. Na het behalen van zijn HBS-diploma vertrok Veltman uit zijn geboorteplaats Waalwijk naar Utrecht om wis- en natuurkunde te studeren. Toen hij in 1963 zijn proefschrift afrondde, zat hij al bij CERN. Hij werkte aan berekeningen om de uitkomsten van botsingsexperimenten, inclusief nieuw te vormen deeltjes, beter te voorspellen. Soms staarde hij maanden naar een formule.

De volharding om wiskundige problemen op te lossen uitte zich ook in het ontwerpen en schrijven van computerprogramma's. In 1963 ontwikkelde Veltman het eerste programma dat niet alleen met cijfers maar ook met wiskundige formules uit de voeten kon: 'Schoonschip'. Rond 1988 zette hij eigenhandig een vroege versie van de draagbare computer in elkaar. Er zat geen beeldscherm bij, dat moest je maar op de werkplek vinden en aansluiten, en het draaide op een zelf ontwikkeld besturingssysteem: VSOS, Veltmans Simple Operating System. Toen werkte Veltman al enige tijd in de Verenigde Staten als hoogleraar aan de universiteit van Michigan. Na zijn pensioen in 1996 keerde hij terug naar Nederland.

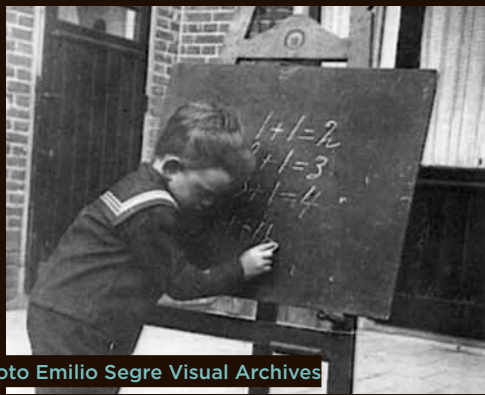


foto Emilio Segre Visual Archives

Van 1966 tot 1981 was Veltman hoogleraar theoretische natuurkunde aan de Universiteit Utrecht. Samen met Gerard 't Hooft ontwikkelde hij die jaren een theorie voor de zwakke wisselwerking, een van de fundamentele krachten in de natuur. Voor hun grensverleggende resultaten kregen ze samen de Nobelprijs voor Natuurkunde van 1999.

Loodgieter

Elektronica is een grote hobby van Veltman. Hij keek de kunst af bij de plaatselijke loodgieter toen hij op de HBS zat. Naast de fijne kneepjes van het loodgietersvak fungeerde hij in Waalwijk ook als lokale radioreparateur. Als student in Utrecht gaf hij natuurkundeles aan loodgieters.



Plattegrond CERN, Genève

●●● De jacht op nieuwe elementaire deeltjes, bijvoorbeeld in de Large Hadron Collider in Genève, begint met de voorspelling van die deeltjes. **Gerard 't Hooft** ontwikkelde samen met zijn promotor **Martinus Veltman** begin jaren zeventig een theorie die nieuwe deeltjes beschreef. Het model van Veltman en 't Hooft voorspelde de massa van het top quark en de eigenschappen van het W-boson en het Z-boson, die later in experimenten in CERN bleken te kloppen. Steeds gaat het om basisbouwstenen van de natuur. Het voorspelde Higgs-boson is nog niet waargenomen, maar iedereen verwacht dat hij in de Large Hadron Collider zal opduiken.

't Hooft groeide op in Den Haag, waar hij al vroeg uitblonk in de exacte wetenschap. Op zijn tiende bouwde hij een ruimteschip van papier, helderwit geschilderd, met strakke rode en zwarte strepen en met zwarte patrijspoorten om het krachtige ultraviolette licht in de ruimte buiten te houden. Eenmaal geland rustte het toestel op stabiliteitsvinnen met kleine motoren die werkten op de anti-zwaartekracht die de kleine Gerard voor de gelegenheid had uitgevonden. In de vijfde klas van de middelbare school won hij de tweede prijs op de Nationale Wiskunde Olympiade. Hij kreeg toen een boek van **Georg Pólya** cadeau, *Mathematical und Plausibles Schliessen*. Gerard verslond het meteen..

Met **Frits Zernike** (Nobelprijswinnaar in 1953) als oudoom zat de wetenschap hem in het bloed. Zijn oom **Nico van Kampen** was hoogleraar theoretische natuurkunde in Utrecht en dus ging 't Hooft daar wis- en natuurkunde studeren. Hij promoveerde in 1972 bij Veltman en zag hun onderzoek in 1999 bekroond met de Nobelprijs. Na zijn promotie werkte 't Hooft enkele jaren bij CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire) in Genève en ook had hij een aanstelling op **Harvard**. Sinds 1977 is hij hoogleraar theoretische natuurkunde in Utrecht.

Puzzel

't Hooft ziet de natuur als een grote legpuzzel, "een intelligentietest die de mensheid als geheel werd voorgelegd. Steeds weer vinden we kleine of grotere puzzelstukjes die op een schitterende manier op hun plaats vallen."

Paul Crutzen

(1933)



foto ANP

Nobelprijs voor de Scheikunde in 1995 (met Mario Jose Molina en Frank Sherwood Rowland) 'voor hun verrichtingen op het gebied van de atmosfeerchemie, in het bijzonder het ozongat'.

●●● 'Wetenschap is nodig om de negatieve gevolgen van technologische ontwikkelingen in kaart te brengen en ervoor te waarschuwen', zo besluit **Paul Crutzen** een interview naar aanleiding van de toekenning van de Nobelprijs voor de Scheikunde in 1995. Het vat goed samen waar het Crutzen in zijn onderzoek om gaat: wetenschappelijk aantonen wat de gevolgen zijn van de kunstmatige uitstoot van stoffen in onze atmosfeer.

Iedereen die de jaren tachtig bewust heeft meegemaakt, herinnert zich de wereldwijde discussies over het gebruik van CFK's (chloorfluorkoolstofverbindingen) als drijfgas in spuitbussen. Crutzen toonde eerder al aan dat stikstofdioxide en andere gassen invloed hebben op de ozonproductie in de stratosfeer. De ozonlaag filtert de voor de mens schadelijke UV-straling uit het zonlicht. Wetenschappers ontdekten een flink gat in de ozonlaag op een plek waar ze het niet verwachtten: Antarctica. De mens veroorzaakt met zijn technologische vooruitgang dus problemen in de wereld, en uiteindelijk leidt dat tot aantasting van de kwaliteit van zijn eigen leefomgeving. In 1996 werden CFK's verboden, waarna een langzaam herstel van de ozonlaag kon intreden. Crutzen kreeg de Nobelprijs voor zijn onderzoek in de atmosferische chemie samen met twee collega's uit de VS, het land waar hij jarenlang werkzaam was.

Hoewel de relatie niet zo duidelijk is als in geval van CFK's en ozon, gelooft Crutzen dat de uitstoot van kooldioxide effect heeft op de opwarming van de aarde. Hij waarschuwt dan ook voor een enorme toename van die uitstoot wanneer de ontwikkelingslanden ons huidige niveau van energieverbruik nastreven.



Oude spuitbus met CFK



Cover Time Magazine met de 'Heroes who save the planet', 2000

Antropoceen

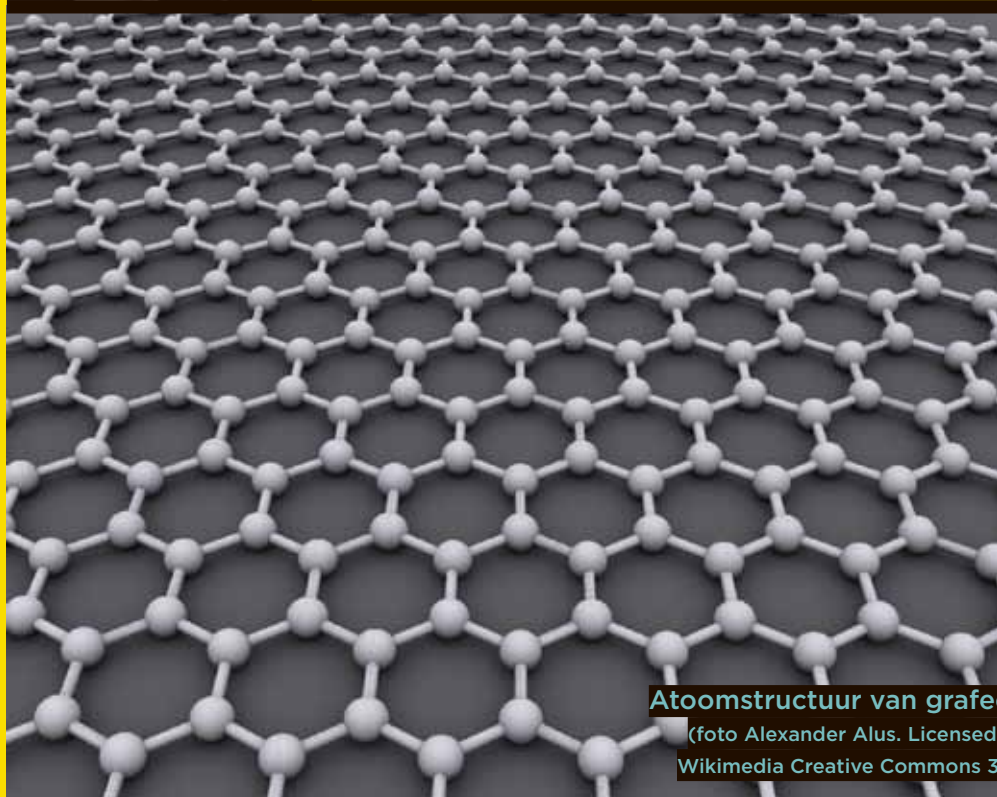
Crutzen bepleit de invoering van een nieuw geologisch tijdvak: het antropoceen. Met de komst van de Industriële Revolutie is de aarde volgens Crutzen na 1800 een nieuwe fase ingetreden, een tijdperk waarin de mensheid een grote (en misschien wel desastreuze) invloed uitoefent op de planeet.

Andre Geim

(1958)



Nobelprijs voor de Natuurkunde in 2010 (met Konstantin Novoselov) 'voor baanbrekende experimenten met betrekking tot het tweedimensionale materiaal grafeen'.



Atoomstructuur van grafeen (foto Alexander Alus. Licensed by Wikimedia Creative Commons 3.0)

●●● Voor de in Rusland geboren natuurkundige **Andre Geim** is het spelelement van vitaal belang bij wetenschap. Het botvieren van nieuwsgierigheid en het lef buiten de gebaande paden te treden houdt je onderzoek interessant, leuk en springlevend. De brainstormsessies met zijn leerling **Konstantin Novoselov** hebben Geim al heel wat gekke, maar ook vernieuwende ideeën opgeleverd. Eén daarvan is het onderzoek naar het nieuwe materiaal grafeen, wat voor het grootste deel aan de Radboud Universiteit Nijmegen plaatsvond. Hiervoor kreeg dit duo de Nobelprijs voor de Natuurkunde in 2010.

Tweedimensionaal grafeen is grafiet (de koolstof in een potlood) van één atoomlaag dik. Het oogt als een 'mat' van koolstofatomen in een achthoekige structuur. Het is simpel te maken. Geim gebruikte huis-tuin-en-keukenplakband en pelde daarmee laag voor laag van een stukje grafiet af, tot hij één atoomlaag overhield: grafeen. Moeilijk werd het pas daarna: onderzoek doen naar de speciale eigenschappen van dit wondermateriaal, zoals de elektrische geleiding. De uitkomsten zijn veelbelovend. Grafeen is het allerdunste materiaal ter wereld, maar ook extreem flexibel, hard, transparant en geleidend. Het zou een superieure vervanging van siliconen of plastic kunnen zijn en bijvoorbeeld toepassing kunnen vinden in ultradunne, flexibele touchscreens.



Deze 'levende kikker' leverde Geim de IG-Nobelprijs op

Bijzonder aan Andre Geim is dat hij in 2000 de **IG-Nobelprijs** won, een parodie op de echte prijs. IG-Nobelprijzen zijn er voor onderzoek dat je eerst aan het lachen maakt en vervolgens tot nadenken stemt. Geim kreeg de IG-Nobelprijs voor zijn 'zwevende kikker'. Met inzet van supermagneten slaagde hij erin een kikker te laten zweven. Een grapje, maar met een serieuze ondertoon: zijn experimenten waren eigenlijk bedoeld om pseudo-wetenschappelijke claims omtrent magnetisme te ontkrachten. Geim is de enige wetenschapper die zowel de IG-Nobel als de Nobelprijs voor Natuurkunde kreeg. 'De wetenschap neemt zichzelf soms iets te serieus', vindt hij.

Frustratie

Andre Geim werd Nederlander uit frustratie. Als Nijmeegs onderzoeker met de Russische nationaliteit kreeg hij steeds opnieuw te maken met de wurgende bureaucratie van de IND, de Immigratie en Naturalisatiedienst. Op een gegeven moment was hij het zo zat dat hij van de weeromstuit Nederlander werd. Omdat het academische systeem van Nederland, waar alleen de hoogleraar subsidies kan aanvragen, hem te hiërarchisch was, en omdat zijn onalledaagse onderzoeksvoorstellen te vaak werden afgewezen, besloot hij in 2000 zijn heil in Manchester te zoeken.