

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/30944>

Please be advised that this information was generated on 2019-11-17 and may be subject to change.

De Draad van Ariadne

Een pleidooi voor de
wetenschapsgeschiedenis

INAUGURELE REDE DOOR PROF. DR. CHRISTOPH LÜTHY

Radboud Universiteit Nijmegen



INAUGURELE REDE

PROF. DR. CHRISTOPH LÜTHY



Het gaat slecht met de wetenschaps geschiedenis als universitair vak, terwijl de maatschappelijke en politieke belangstelling voor het natuurwetenschappelijke verleden juist een hoogtepunt heeft bereikt. Deze kloof tussen vraag en aanbod is het gevolg van facultaire reorganisaties, die het voor interfacultaire vakken moeilijk

maakt om te overleven. Maar wat is eigenlijk de nut van de wetenschaps geschiedenis voor de natuurwetenschapper? Juist omdat de moderne natuurwetenschappen in inhoudelijk, methodisch en institutioneel opzicht zo snel veranderen, zijn natuurwetenschappers zich in het algemeen sterk bewust van en geïnteresseerd in de historische ontwikkeling van hun vak. Maar de wetenschapshistoricus kan veel meer voor hen betekenen: hij kan laten zien dat de natuurwetenschappen in een historisch beperkt doolhof zitten. De wetenschaps geschiedenis mag zich feitelijk als een Ariadne beschouwen, die de natuurwetenschapper een draad geeft om de weg terug te vinden naar de historische ingang van het labyrint.

Christoph Lüthy (1964) studeerde filosofie en literatuurwetenschappen aan de Universiteit van Oxford (B.A.hon./M.A.), natuurkunde in Basel, en wetenschaps geschiedenis aan de Harvard University (M.A. en Ph.D.). Na postdoctorale onderzoeksjaren in Rome en in Berlijn (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte) begon hij in 1997 zijn werkzaamheden als filosofie- en wetenschapshistoricus bij de Faculteit der Wijsbegeerte aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Zijn onderzoek ligt vooral in de geschiedenis van de natuurfilosofie vanaf de Renaissance, en in het bijzonder in het gebied van de ontwikkeling van materietheorieën in de natuurwetenschappen en de filosofie. Lüthy is lid van De Jonge Akademie van de KNAW en uitgever van de tijdschrift *Early Science and Medicine*.

DE DRAAD VAN ARIADNE
EEN PLEIDOOI VOOR DE WETENSCHAPSGESCHIEDENIS

De draad van Ariadne

Een pleidooi voor de wetenschapsgeschiedenis

Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar Wetenschapsgeschiedenis aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Radboud Universiteit Nijmegen op vrijdag 2 november 2007

door prof. dr. Christoph Lüthy

Vormgeving en opmaak: Nies en Partners bno, Nijmegen
 Fotografie omslag: Bert Beelen
 Drukwerk: Thieme MediaCenter Nijmegen

*Mijnheer de rector magnificus,
 geachte aanwezigen,*

Deze plechtigheid – ik geef het van meet af aan toe – lijkt me behoorlijk overdreven, omdat zij in geen redelijke verhouding lijkt te staan tot het ambt dat ik een paar maanden geleden heb mogen aanvaarden. Het gaat hier namelijk niet om een authentieke, eerbiedwaardige, structurele leerstoel, en ook niet om een exotische, *bijzondere of buitengewone* leerstoel, bekleed met fluweel, pauwenveren en wapenschild. Nee, het gaat om een *persoonlijke* leerstoel, en bovendien om eentje waarop ik slechts één dag per week mag plaatsnemen, en dan uitsluitend in de gebouwen van de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica. De rest van de week, en in alle andere gebouwen van deze universiteit, en dus ook hier in de aula, moet ik gewoon staan.

In het begin vond ik het moeilijk me een dergelijke leerstoel voor te stellen, maar gelukkig heb ik tijdens onze recente vakantie in Zwitserland een boerengezin ontmoet, dat precies zo'n soort zetel bezat. Zij noemden het in de taal, waarmee ik zelf ook opgegroeid ben, *Mälchschämeli*, melkkrukje.



Afbeeldingen 1 en 2: Het juiste dragen en gebruiken van een melkkrukje.

Zoals u kunt zien wordt het met een riem aan het achterwerk vastgebonden, en de boer gaat er pas op zitten, wanneer hij bij de koe is, die hij moet melken. U begrijpt nu de logistische dimensie van mijn ambt.

ISBN 978-90-9022471-8

© Prof. dr. Christoph Lüthy, Nijmegen, 2007

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt middels druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder.

1. DE ROL VAN DE WETENSCHAPSGESCHIEDENIS IN HET LANDELIJKE DISCOURS

De reden waarom ik, ondanks de bescheidenheid van mijn melkkrukje, toch dankbaar gebruik maak van de mogelijkheid van een oratie, is omdat ik deze gelegenheid als een kans beschouw om u over mijn dierbare koe te vertellen, die ik dus regelmatig in de stal van de Faculteit der Natuurkunde, Wiskunde en Informatica mag gaan melken. Zoals u weet, zijn koeien in Nederland ooit heel prominent geweest, maar zijn ze intussen bijna uit het landschap verdwenen. In het collectief geheugen zijn zij echter nog heel duidelijk aanwezig en de overheid zorgt ervoor dat een paar exemplaren, net als de windmolens, als een soort identiteitsstichtend symbool in het oneindig laagland blijven staan.

Met de wetenschapsgeschiedenis is het net zo gegaan als met de koeien. Het is in dit land een bloeiend vak geweest, en nog in de jaren vijftig en zestig van de afgelopen eeuw kwamen er talrijke buitenlandse studenten en doctorandi naar Nederland om dit vak te bestuderen. Maar intussen zijn de beoefenaars van de wetenschapsgeschiedenis tot een bedreigde diersoort geworden, met als gevolg dat het vak enigszins verwaarloosd is geraakt.

Jaar	Gewoon	Deeltijd	Bijzonder
1950	1	0	2
1955	1	0	3
1960	2	0	3
1965	3	0	2
1970	3	0	1
1975	3	0	1
1980	3	0	1
1985	1	2	1
1990	0	2	2
1995	0	2	3
2000	0	0	4
2005	0	2	4

Afbeelding 3: Aantal leerstoelen op het gebied van de wetenschapsgeschiedenis in Nederland vanaf 1950.

Hier ziet u een statistiek van de leerstoelen op het gebied van de geschiedenis van de natuurwetenschappen in stappen van vijf jaar van 1950 tot heden.¹ Afgezien van de zeer kleine aantallen wetenschapshistorici valt vooral de radicale vervanging van de gewone leerstoelen door deeltijdaanstellingen en bijzondere leerstoelen op. De negatieve gevolgen voor het vak als zodanig en voor de training van nieuwe wetenschapshistorici liggen voor de hand.

Nu ontstaan er uiteraard voortdurend nieuwe wetenschappelijke disciplines, en u zou daarom misschien geneigd zijn te denken dat het maar goed is dat sommige disciplines ook weer verdwijnen. Ik zou zeker niet willen beweren dat een vak, dat zichzelf niet meer rechtvaardigt, zou moeten blijven bestaan. Het probleem van de wetenschapsgeschiedenis is echter niet dat zij overbodig is geworden. Integendeel, op landelijk en wetenschapspolitiek niveau bestaat er een opvallende belangstelling voor deze discipline. Een van de rijksmusea, het Boerhaave Museum te Leiden, is aan de Nederlandse wetenschapsgeschiedenis gewijd. Het Huygens Instituut van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) is recentelijk herrezen als Instituut voor Literatuur- en Wetenschapsgeschiedenis, onder andere met het idee om vanaf 2008 een 'virtueel en interactief centrum voor de wetenschapsgeschiedenis' op te bouwen. De KNAW heeft vijf jaar geleden een heel mooie boekenreeks 'Geschiedenis van de wetenschap in Nederland' opgezet. En iedere keer dat er collectief over de identiteit van Nederland wordt gesproken, worden de natuurwetenschappelijke heldendaden uit het verleden heel prominent genoemd.

Denkt u bijvoorbeeld aan de golf van verontruste reacties toen bleek dat de door de commissie Van Oostrom samengestelde 'historische canon van Nederland' voor het basisschoolonderwijs wel met wat technologische prestaties, maar zonder één enkele natuurwetenschappelijke figuur of ontdekking zou verschijnen. De verontrusting was zodanig dat de commissie met spoed in een van de vijftig vensters de twijfelachtige uitvinder van de boekdrukkunst Laurens Janszoon Coster door de natuurkundige Christiaan Huygens verving. Maar deze geste bleek niet voldoende. Op initiatief van de natuurkundige Robbert Dijkgraaf en van *De Volkskrant* werd een commissie van wetenschappers en historici in het leven geroepen om een historische bètacanon voor de exacte vakken samen te stellen. Zoals u wellicht heeft gezien, verschijnen dit jaar, om de week, in *De Volkskrant* artikelen over de door deze commissie gekozen wetenschappelijke figuren, ontdekkingen en theorieën.¹¹

Ook in het politieke discours dat zich om de slogan 'Nederland kennisland' heen ontwikkelt, wordt regelmatig naar de geschiedenis der wetenschappen verwezen. Neem bijvoorbeeld de heer Peter Nijkamp, voorzitter van het algemene bestuur van NWO, die de toehoorders van zijn lezingen regelmatig uitnodigt om een derde gouden eeuw te doen ontstaan door te luisteren naar de lessen van de twee vroegere gouden eeuwen, de zeventiende en de negentiende. Ik citeer uit een van zijn toespraken van het afgelopen jaar met de titel 'Op voor goud!'

Welvaart en wetenschap bevorderden elkaar destijds via onderlinge kruisbestuiving. Na illustere voorgangers als Simon Stevin kwam een nieuwe generatie op. Antonie van Leeuwenhoek, Jan Swammerdam en Christiaan Huygens symboliseerden de hoge staat van dienst van de Nederlandse wetenschapsbeoefening, gevolgd door andere groten als Herman Boerhaave. Met grote zelfopoffering en op

basis van de vele uitdagingen die de Gouden Eeuw bood, werkten ze onverdroten aan ingenieuze vindingen die de technologische en wetenschappelijke basis vormden voor de wereldwijd gerespecteerde positie van de Nederlanden in de Gouden Eeuw. Elke discussie over een vermeende tegenstelling tussen fundamenteel en toegepast onderzoek was hen vreemd. (...) Het Nederlandse huzarenstukje uit de zeventiende eeuw roept als vanzelf de vraag op of deze unieke episode uit de vaderlandse geschiedenis niet herhaald kan worden.ⁱⁱⁱ

Op landelijk wetenschapspolitiek niveau zien wij dus een sterke belangstelling voor de geschiedenis van de natuurwetenschappen als een identiteitsstichtend en zelfs richtinggevend element van ons verleden.^{iv} De verwaarlozing van de wetenschapsgeschiedenis als universitaire discipline is daarom des te opvallender. Zij is echter het resultaat van processen op institutioneel niveau. Clustering en de vorming van grote onderzoeksinstituten hebben er onvermijdelijk toe geleid dat een discipline zoals de mijne, die op een zo onbehaaglijke manier tussen de alfa-, bèta- en gammafaculteiten in zit, er niet in slaagt ergens goed aansluiting te vinden en om die reden bij reorganisaties en bezuinigingen als eerste uit de boot valt.^v

Ik denk dat wij mogen stellen dat ten aanzien van de wetenschapsgeschiedenis er een duidelijke kloof bestaat tussen vraag en aanbod. Om deze reden ben ik niet alleen heel blij dat ik hier met mijn melkkruk voor u mag staan, maar wil ik de Faculteit der Natuurkunde, Wiskunde en Informatica en het Bestuur van de Universiteit van harte danken voor de beslissing om aan dit vak, dat overigens aan deze universiteit dankzij Andreas van Melsen een groot verleden heeft, nieuw leven in te blazen.

2. HET NUT VAN DE WETENSCHAPSHISTORICUS VOOR DE BÈTA-WETENSCHAPPER
Maar wat doet een wetenschapshistoricus eigenlijk in een bètafaculteit, en wat kan hij voor de natuurwetenschapper betekenen? Op deze vraag bestaan traditioneel drie antwoorden. Het eerste luidt als volgt. De natuurwetenschappelijke disciplines hebben allemaal een rijk verleden, dat zich in sommige gevallen op een herkenbare manier over ongeveer 2500 jaar uitstrekt en dat natuurwetenschappers zich blijkbaar graag herinneren – denkt u aan de naamgeving van onze gebouwen en straten: het Huygensgebouw, met zijn Latijnse opschrift ‘*experientia ac ratione*’ in de fietsenkelder, het Linnaeusgebouw of het Mercatorpad. De wetenschapshistoricus is diegene die deze geschiedenis beschrijft en doorgeeft aan de dankbare natuurwetenschapper en aan andere belangstellenden.

Het tweede antwoord op de vraag wat de wetenschapshistoricus kan betekenen voor de natuurwetenschappen luidt als volgt. De wetenschappelijke overtuigingen, modellen en praktijken van vandaag zijn de directe afstammelingen van de overtuigingen, modellen en praktijken van gisteren. Iedere natuurwetenschapper heeft gezien hoe in zijn of haar vakgebied het ene paradigma door een ander is vervangen (om het concept van Thomas Kuhn te gebruiken) of hoe een oude hypothese is weerlegd om plaats te maken voor een nieuwe (om het met Karl Popper te zeggen). Vanuit dit perspectief zou

het de functie van de wetenschapshistoricus zijn dit traject van opeenvolgende conceptuele systemen te beschrijven, en om deze beschrijving aan de natuurwetenschapper en aan de wetenschapsfilosoof te presenteren.

Het derde antwoord heeft betrekking op de wetenschap als institutie. De moderne natuurwetenschappen veranderen zich permanent qua praktijk, opleidingen en instituties, en ondergaan zelfs in korte periodes opvallende metamorfosen. Om deze reden kunnen wetenschappers hun wetenschappelijk leven vaak niet anders beschrijven dan op een essentieel historische manier. Dit punt kwam overigens drie weken geleden tijdens de lustrumactiviteiten bij de bètafaculteit heel duidelijk naar voren. De lustrumcommissie had er expliciet voor gekozen om de huidige situatie van de faculteit en haar mogelijke toekomst door de sprekers te laten belichten als de gevolgen van vaak onvoorspelbare historische omstandigheden.

Maar aan deze drie antwoorden zou ik graag nog een vierde willen toevoegen, dat meer filosofisch en conceptueel van aard is. Ik ben er namelijk van overtuigd dat de natuurwetenschappen op een veel sterkere manier historisch bepaald zijn dan de meeste natuurwetenschappers zouden vermoeden of willen toegeven. Mijns inziens dragen alle natuurwetenschappelijke disciplines hun geschiedenis op een vaak lastige manier in hun erfgoed mee en moeten zij ook hun allernieuwste ontdekkingen, modellen en theorieën op een noodzakelijkerwijs historisch bepaalde en beperkte manier uitdrukken.

Vaak lijkt het alsof zij in hun historisch traject gevangen zitten, als in een doolhof, een labyrint. En zoals u weet, vindt u gemakkelijker de uitweg uit een labyrint wanneer u zich bewust bent van de weg die u al hebt afgelegd. U heeft, met andere woorden, een draad van Ariadne nodig, dat wil zeggen, een historische handleiding. Dit verklaart de titel van mij oratie.

3. HET LABYRINT



Afbeeldingen 4 en 5:

(4) Tekening van het labyrint op de vloer van de kathedraal van Chartres, ca. 1201;

(5) Fragment van een standbeeld van de Minotaurus, aan Myron van Eleuthera toegeschreven

(Athene: National Archeological Museum, no. 1664)

U kent ongetwijfeld het mythologische verhaal: in het doolhof van Koning Minos te Kreta huist een monsterdier, de Minotaurus, waaraan om de negen jaar een paar jongelingen uit Athene als voer voor de voeten geworpen moeten worden. Geen slachtoffer is in staat om uit het doolhof te vluchten. Maar op zekere dag zit onder de jongelingen de held Theseus. Ariadne, de schone dochter van Koning Minos, ontvlamt in liefde voor de halfgoddelijke held en geeft hem de middelen om niet alleen de Minotaurus te overwinnen, maar ook om de weg terug uit het labryrint te vinden.



Afbeelding 6: Johann Ulrich Krauss, *Die Verwandlungen des Ovidii in zweyhundert und sechsund zwanzig Kupffern* (ca. 1690), illustratie van boek VIII, vers 172.

Zij geeft hem dus een kluit touw, dat hij aan de ingang van het labryrint vastbindt.



Afbeelding 7: Sir Edward Burne-Jones: *Theseus in the Labyrinth* (1862).

Met de draad in zijn hand benadert Theseus de Minotaurus, en na zijn overwinning kan hij de afgewonden draad gewoon weer terugvolgen.

4. HET HISTORISCHE LABYRINT VAN DE NATUURKUNDE

In zijn recente boek *Conciliance. The Unity of Knowledge* interpreteert de beroemde mierenonderzoeker en sociobioloog E.O. Wilson het labryrint als ‘a fitting mythic image of the uncharted material world in which humanity was born and which it forever struggles to understand’, en de Minotaurus als ‘our own dangerous irrationality’.^{vi} Als historicus en filosoof ben ik minder overtuigd dan Wilson van de mogelijkheid een ‘unity of knowledge’ te stichten en zodoende onze intrinsieke irrationaliteit te overwinnen. Het labryrint doet mij meer denken aan het zigzagtraject, dat de wetenschapper heeft afgelegd in zijn poging om de natuur in vergelijkingen, modellen en theorieën te vatten; en Ariadnes draad als de handleiding terug naar de historische uitgangspunt.

Het duidelijkste voorbeeld van een dergelijke labryrintische weg, zo lijkt me, wordt door de natuurkunde getoond. In de korte tijd dat ik zelf de fysica bestudeerde, verbaasde ik me over de historische opbouw van dit vak. Het eerste semester begon met de natuurkunde van de zeventiende eeuw – de klassieke mechanica, met de wetten van Kepler, Galileo en Newton; later werden de theorieën van de achttiende en negentiende eeuw aangeboden, met name de elektrodynamica en thermodynamica. En in de eerste les van het derde semester zei een zekere professor Rolf Wagner: ‘Vergessen Sie nun alles, was Sie bisher über Zeit, Raum und Kausalität gelernt haben!’

Professor Wagner citeerde Albert Michelson, die in de jaren 1890 had voorspeld dat de fysica alle wetten van de natuur had ontdekt waardoor er nu alleen nog wat details in te vullen vielen.^{vii} Daarna vertelde hij ons hoe in de 25 jaren tussen 1900, toen Max Planck zijn wiskundige beschrijving van de gemeten uitstraling van energie door zwarte lichamen voorstelde, 1905, Einsteins *annus mirabilis*, en 1924, toen Schrödinger en Heisenberg hun kwantummechanische rekenmethodes introduceerden, de oude paradigma’s van Newton and Maxwell omver gestoten en vervangen zijn.

Maar – zo vroeg ik me toen af, en vraag ik me nog altijd af – is het woord ‘vervangen’ echt het goede woord? Als er feitelijk sprake was van ‘vervanging’, waarom zouden beginnende studenten zich dan nog altijd met de naar men zegt omver gestoten en vervangen paradigma’s van de zeventiende, achttiende en negentiende eeuw moeten bezighouden?

Mijn opleiding was uiteraard geen uitzondering. Dezelfde historische indeling in eeuwen komt u ook in de studiegids van de Nijmeegse opleiding Natuur- en Sterrenkunde tegen.

In de beschrijving van de cursus Mechanica 1B, bevindt u zich in gezelschap van Galileo Galilei (1564-1642) en Isaac Newton (1642-1729) en dus duidelijk in de zeventiende eeuw.

In de cursus Thermodynamica zit u samen met James Clerk Maxwell (1831-1879), Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), Ludwig Boltzmann (1844-1906), Rudolf Clausius (1822-1866), Benoît Paul Emile Clapeyron (1799-1864), Josiah Willard Gibbs (1839-1903) en Johannes Diederik van der Waals (1837-1923) duidelijk in de negentiende eeuw;

4 DE PROPEDEUSEVAKKEN

Mechanica 1B

Vakcode: NP001B 3 ec eerste kwartaal prof. dr. N. de Groot

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Het eerste kwartaal zal de middelbare schoolstof over mechanica worden herhaald, aangevuld en veralgemeniseerd.

In het tweede kwartaal komen voornamelijk nieuwe onderwerpen uit de klassieke mechanica aan bod.

Leerdoelen

- De student kan de wetten van Newton en Energiebehoud toepassen
- De student kan Galilei-transformaties toepassen
- De student kan bewegingsvergelijkingen in 1 en 2 dimensies opstellen.

Onderwerpen

- Wetten van Newton; kracht; arbeid; behoud van energie
- Inertialstelsels; Galilei-transformatie
- Beweging in 1 en 2 dimensies
- Behoud van impuls; botsingen
- Cirkelbeweging; hoeksnelheidsvector; draai-impulsmoment; kracht-moment

Afbeelding 8: Studiegids 2007-2008, Natuur- en Sterrenkunde, Bachelor. Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (Nijmegen, 2007), 29.

Thermodynamica

Vakcode: NB005B 3 ec eerste kwartaal dr. S.A.J. Wiegiers

Werkvormen

- 14 uur hoorcollege
- 14 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Warmteleer

Leerdoelen

- De student is in staat om de hierna volgende thermodynamische begrippen te hanteren
- De student is in staat om de hierna volgende thermodynamische begrippen als aspecten van een gegeven fysisch probleem te onderkennen
- De student is in staat om de thermodynamische aspecten van een gegeven fysisch probleem integraal te modelleren en de oplossing van het model te vinden

Onderwerpen

- axiomatische formulering van de nulde, eerste en tweede hoofdwet
- arbeid en warmte aan de hand van cyclische warmtemachines
- toestandsfuncties: temperatuur als integrerende factor
- entropie in reversibele en irreversibele gevallen
- degradatie van energie en maximale arbeid
- thermodynamische potentialen, thermodynamische evenwichtsvoorwaarden
- Maxwell relaties
- uitwerking aan de hand van o.a. het ideale gas
- magnetische systemen
- zwarte straling, Kirchhoff's wet, wet van Stefan Boltzmann
- meerfasensystemen en faseovergangen
- Gibbs potentiaal
- vergelijkingen van Clausius-Clapeyron
- hogere orde faseovergang en de Ehrenfest relaties
- faseovergang in het vanderWaals fluidum en
- type I supergeleiders
- mengsels
- de derde hoofdwet

Afbeelding 9: Studiegids 2007-2008, Natuur- en Sterrenkunde, Bachelor. Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (Nijmegen, 2007), 83.

Kwantummechanica 1a

Vakcode: NB013B 3 ec derde kwartaal prof. dr. W.J. van de Zande

Werkvormen

- 16 uur hoorcollege
- 16 uur werkcollege

Vereiste voorkennis

Het college is een vervolg op het vak Inleiding Kwantummechanica dat in het eerste jaar is gegeven.

Leerdoelen

- De student is in staat de Schrödinger vergelijking zowel tijdsafhankelijk als tijdsafhankelijk te interpreteren in het kader van waarnemingen aan fysische systemen
- De student is in staat om
- De student is in staat om te gaan met het formalisme van de kwantummechanica, waaronder wordt verstaan eigenfuncties, operatoren, matrixrepresentaties, Dirac notatie, onzekerheidsprincipes
- De student is in staat eenvoudige 1-dimensionale problemen te formuleren en op te lossen

Afbeelding 10: Studiegids 2007-2008, Natuur- en Sterrenkunde, Bachelor. Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (Nijmegen, 2007), 66.

... terwijl u zich ten slotte in de cursus Kwantummechanica 1a met Erwin Schrödinger (1887-1961) of Paul Dirac (1902-1984) in de fysica van de twintigste eeuw begeeft.

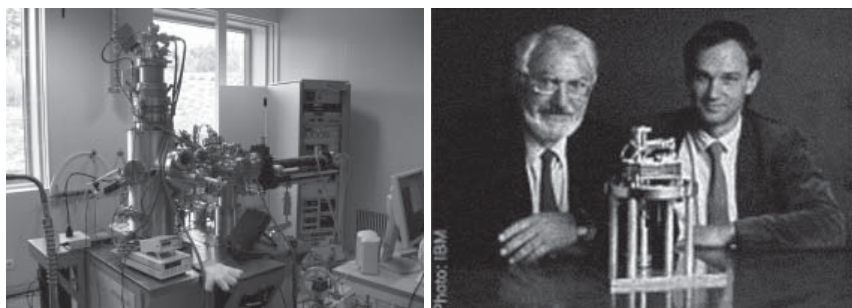
De vraag waarom de hedendaagse natuurkunde verschillende en op veel punten uiteenlopende paradigma's moet handhaven, is uiteraard een vraag van zowel wetenschappelijk als filosofisch belang. Maar zoals u ziet is het ook een vraag met een essentieel historische inkadering. Net zoals de opleiding natuurkunde nog altijd grofweg de volgorde van de historische ontwikkeling moet aflopen – de ontogenese herhaalt ook hier de fylogenese, zou je als bioloog moeten constateren – is het voor de wetenschapper zelf belangrijk om historisch te kunnen reconstrueren hoe hij of zij in dit merkwaardige labyrint terechtgekomen is, zoals de pedagogische roman *Requiem voor Newton* van vriend en collega Klaas Landsman laat zien. De geschiedenis, deze draad van Ariadne, heeft met andere woorden een eminent heuristische waarde.

5. DE HISTORICITEIT VAN DE BEELDEN VAN MATERIE

Wat bij de opleiding natuurkunde onbetwistbaar en duidelijk is, geldt ook voor andere, veel minder zichtbare aspecten van de hedendaagse wetenschap. Historische beperkingen zijn overal latent aanwezig.

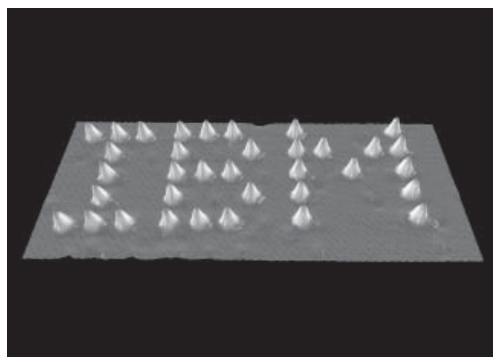
Om u van een dergelijke latente historische bepaling een voorbeeld te noemen, put ik uit mijn historisch-filosofisch onderzoek naar de ontwikkeling van materietheorieën. Ik heb een zekere zwakte voor de geschiedenis van het atomisme en in het bijzonder voor de geschiedenis van de pogingen, door de eeuwen heen, om zich de laatste elementen van de werkelijkheid voor te stellen. Het is een geschiedenis die tot nu toe altijd in het grensgebied van metafysica, fysica en wiskunde heeft plaatsgevonden. Ik zou de geschiedenis kunnen vertellen door te beginnen in de Griekse Oudheid, bij Democritus

en Aristoteles, maar het verhaal is nog veel mooier wanneer je als vertrekpunt het jaar 2007 neemt.



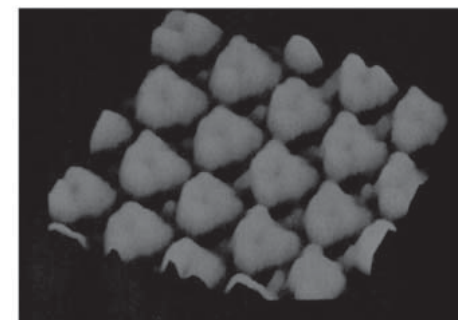
Afbeeldingen 11 en 12: (11) Scanning Tunneling Microscope (STM) in het Nanolab van de Radboud Universiteit Nijmegen (foto: auteur) (12) De uitvinders van de STM, Heinrich Rohrer en Gerd Binnig (foto: IBM)

Als u vandaag naar het NanoLab van onze universiteit gaat, komt u onder andere het hier afgebeelde instrument tegen. Dit is een zogenaamde scanning tunneling microscope, of korter, STM, een instrument dat tussen 1979 en 1981 is ontwikkeld in het IBM-laboratorium in Zürich door Heinrich Rohrer en Gerd Binnig, en waarvoor deze twee wetenschappers met verbazingwekkende snelheid al in 1986 de Nobelprijs in ontvangst mochten nemen. Met deze microscoop kunnen volgens de beschrijving van IBM individuele atomen worden bekeken en zelfs verschoven.



Afbeelding 13: De naam IBM, geschreven met 35 xenonatomen op een nikkeloppervlakte (bron: IBM Research Laboratory, Almaden)

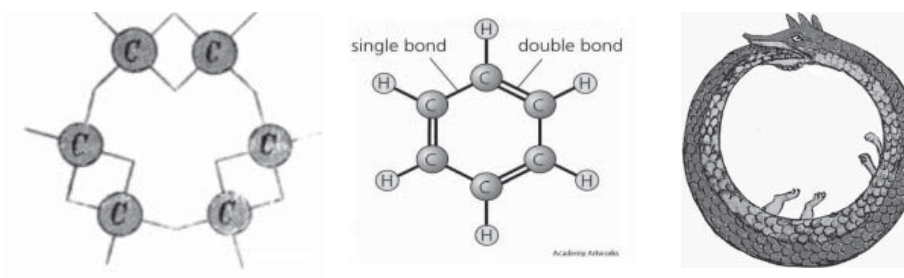
Op deze afbeelding kunt u nu een benzeenring zien, waargenomen via een STM.



Afbeelding 14: Het eerste STM-beeld van een benzeenring, uit: H. Ohtani, R. J. Wilson, S. Chiang, & C. M. Mate: 'Scanning Tunneling Microscopy Observations of Benzene Molecules on the Rh(111)-(3 x 3) (C₆H₆ + 2CO) Surface,' *Physical Review Letters* 60 (1988), 2398-2401.

Na de eerste publicatie van zo'n topografie in een aflevering van de *Physical Review Letters* van 1988 schreef de firma IBM trots: 'You can clearly see the benzene molecule's distinctive ring shape, reconfirming what the nineteenth-century German chemist August Kekulé envisioned in a dream.'^{viii}

Naar wat voor een droom wordt hier verwezen? Kekulé had in 1865 het idee ontwikkeld dat de ongesatureerde structuur van het benzeenmolecuul kon worden verklaard door te veronderstellen dat het een kring vormde van zes koolstofatomen die afwisselend een of twee banden vormen. Kekulé zelf vertelde later dat hij op dit idee kwam dankzij een droom waarin hij de oude mythologische slang van de alchemisten, de zogenaamde 'oeroboeros', zag.^{ix}

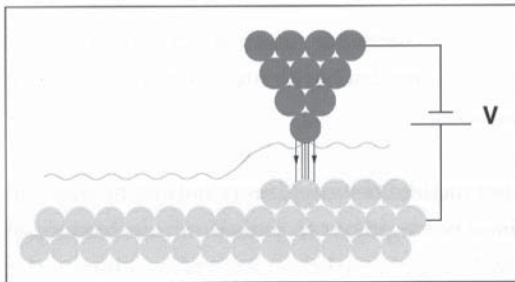


Afbeeldingen 15-17: (15) Benzeenring (C₆H₆) in Kekulé's *Lehrbuch der organischen Chemie oder der Chemie der Kohlenstoffverbindungen* (Erlangen: Enke, 1861-1882) (16) Een afbeelding volgens hedendaagse scheikundige schoolboeken (bron: www.yourdictionary.com) (17) De oeroboeros in een vijftiende eeuws Byzantijns manuscript (bron: Marcelin Berthelot, *Introduction à l'étude de la chimie des Anciens et du Moyen-Age* (Paris: Steinheil, 1889).

Voor de firma IBM is de STM-afbeelding dus een verificatie van Kekulé's hypothese. Hetzelfde wordt ook gesteld door de natuurkundige Hans Christian von Baeyer, die in zijn boek *Taming the Atom* schrijft: 'Kekulé had the ability to see atoms with his inner eye, but the rest of the world got its first view of the benzene molecule in 1988.' En hij voegt eraan toe: 'Inasmuch as chemists have known about the benzene ring for generations, the IBM microscopic image, or micrograph, was an anticlimax.'^x Von Baeyer gaat echter nog verder door te stellen dat niet alleen Kekulé's veronderstelling, maar de hele atomistische traditie vanaf de oude Grieken en Romeinen dankzij de STM is bewezen: 'We see with our own eyes that atoms are smooth, solid grains of matter, kernels with measurable dimensions and shapes, just as Lucretius had imagined.'^{xi}

Nu bent u wellicht geneigd te roepen: 'Wat een fantastisch instrument dat meer dan 2000 jaar van natuurfilosofische speculaties met zo'n onbetwistbare duidelijkheid kan bewijzen!' Maar feitelijk zijn de beweringen van IBM en Von Baeyer misleidend. Op de eerste plaats is de scanning tunneling microscope namelijk geen microscoop, ondanks zijn naam. Het Griekse woord 'microscoop' betekent immers iets waarmee je kleine dingen kunt beschouwen, maar met de STM beschouw je absoluut niets. Zoals de Koninklijke Zweedse Academie der Wetenschappen in 1986 zelf toegaf toen zij in dat jaar alle Nobelprijzen aan uitvinders van microscopen gaf: 'The STM is not a true microscope (i.e. an instrument that gives a direct image of an object).'^{xii}

Als de plaatjes die wij net hebben gezien geen directe afbeeldingen zijn, wat zijn ze dan wel? Het zijn computergemaakte interpretaties van gemeten fluctuaties in elektrische stroom.

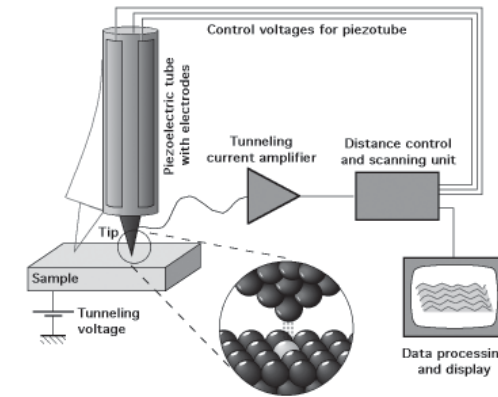


Afbeelding 18:

Schema van een STM-naald over een oppervlak (bron: H. van Kempfen: *Een luizenleven: ontdekkingsreis naar het oppervlak* [Afscheidscollage, RU Nijmegen, 25 januari 2002]).

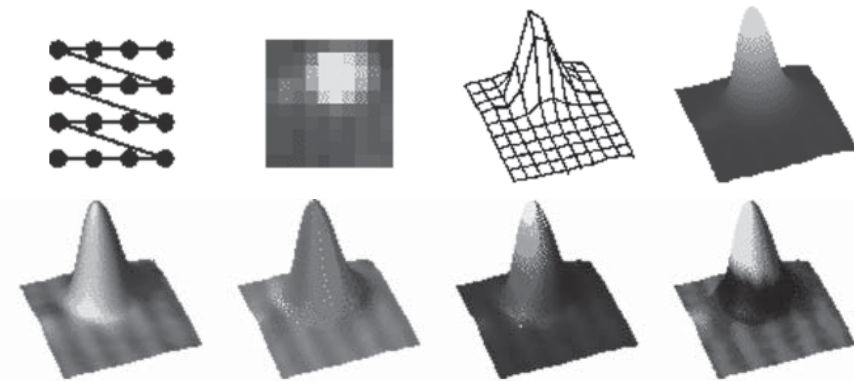
De scanning tunneling microscope werkt als volgt. Een spitse naald volgt op nanometerafstand de contouren van een oppervlak, waarbij een kleine spanning tussen oppervlakte en naald wordt aangelegd. De kwantummechanica voorspelt dat op deze extreem korte afstand de golf functies van de uiterste elektronen van het uiterste atoom op de

naald en die van de uiterste elektronen van het oppervlak elkaar overlappen. Deze overlapping staat aan een elektron van een oppervlakatoom toe om naar een atoom op de naald te tunnelen. Vervolgens wordt hierdoor een elektrisch signaal veroorzaakt, dat door een feedbackmechanisme wordt gebruikt om de naald omhoog of omlaag te trekken, zodat de naald altijd dezelfde afstand ten opzichte van het oppervlak heeft.



Afbeelding 19: Het ontstaan van een STM beeld (bron: Michael Schmid, TU Wien)

Het naaldje tast het preparaat lijn voor lijn af. De op-en-neergaande beweging van het naaldje wordt in eerste instantie geconverteerd en weergegeven door een serie lijnen die de aftastbewegingen van het naaldje tonen.^{xiv}



Afbeelding 20: De transformatie van de gemeten spanningen in drie-dimensionele structuren (Bron: IBM Research Laboratory, Almaden). De kleurgeving van het programma is hier niet te zien.

Maar intussen is er fantastische software ontwikkeld die het mogelijk maakt deze simpele omtreklintjes om te zetten naar pseudorealistische, driedimensionale beelden van atomen. Ondanks het feit dat hier gewerkt wordt op een schaal die veel kleiner is dan de golflengte van licht, biedt deze software de mogelijkheid om op wonderbaarlijke manier een neplicht op de voorwerpen te laten schijnen, om bergen en dalen te laten zien, en, desgewenst, om de bergen te veranderen in atomaire kogels.

En dit alles met een methode, die berust op een kwantummechanisch effect! Werner Heisenberg was in 1927 nog trots op het feit dat de kwantummechanica de oude, misleidende bolmodellen van atomen en elektronenbanen had uitgeschakeld door zuiver wiskundige vergelijkingen! Hij schreef toen dat ‘het programma van de kwantummechanica zich vooral van de oude intuïtieve beelden moet bevrijden’ en hij concludeerde:

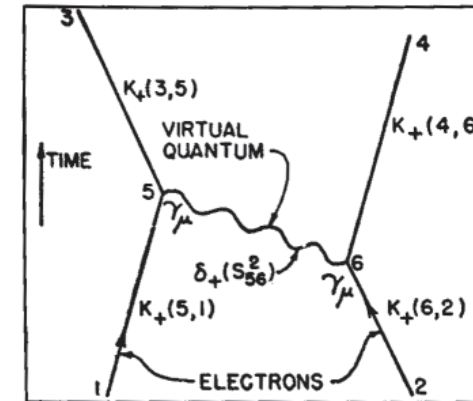
De oudere theorieën hadden het voordeel van een directe aanschouwelijkheid en het gebruik van geaccepteerde natuurkundige beginselen. Maar zij hadden het nadeel dat zij met verhoudingen moesten rekenen die in principe niet getoetst konden worden en die ook niet coherent waren. De nieuwe theorie moet nu vooral deze visuele afbeeldbaarheid volledig opgeven.^{xv}

Heisenberg wilde af van scheikundige atomaire bolletjes en het idee van elektronen als planeten, zoals deze door Niels Bohr in 1913 waren afgebeeld. En feitelijk hebben de dualiteit van materiedeeltjes en golven, de onzekerheidsrelatie van Heisenberg en in het algemeen de algehele structuur van de kwantummechanica ertoe geleid dat, grofweg tussen 1925 en 1980, theoretische en hoge energiefysici geen ruimtelijke afbeeldingen van atomen meer gebruikten. Als visuele hulpmiddelen werden hooguit nog abstracte conventies zoals bijvoorbeeld Feynman-diagrammen gebruikt.

Maar met instrumenten zoals de STM zijn plotseling de oude intuïties, de door Heisenberg en de hele kwantummechanica verworpen aanschouwelijke modellen weer in volle glorie teruggekomen. Ironisch genoeg gebeurde dat dus ook nog op basis van een zelf niet visualiseerbaar proces als het ‘tunneling effect’!

Von Baeyer, dezelfde auteur die wij net nog zo enthousiast hoorden spreken over de STM als het visuele bewijs van Lucretius’ en Kekulé’s intuïties, begint feitelijk een paar bladzijden verder in zijn boek de volgende twijfel te koesteren:

Since Kekulé’s model, too, [just like the STM images] depended on the theoretical interpretation of diverse chemical observations, we are led to wonder about the relationship between the two ways of seeing: to what extent does imagination furnish an accurate picture of the world? And conversely, how much of the micrograph was, in fact, imagination?^{xvi}



Afbeelding 21: Een typisch Feynman-diagram, uit Richard P. Feynman, ‘Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics,’ *Physical Review* 76 (1949), 772. De tekst onder de afbeelding zegt: ‘The fundamental interaction Eq. (4). Exchange of one quantum between two electrons.’

Von Baeyers twijfels zijn gerechtvaardigd. Feitelijk is de rol van ‘imagination’ en van ‘verbeelding’ in de natuurwetenschappen, die mij in mijn onderzoek bezig houdt, uitermate moeilijk te bepalen. Denkt u nu juist aan ons voorbeeld van het harde, bolvormige atoom. Het idee dat alle atomen kogels zijn is juist niet Grieks, en ook niet van Lucretius, want de antieke atomisten wilden voor iedere natuurlijke eigenschap een eigen typische vorm, om te kunnen verklaren waarom sommige substanties hard zijn, andere vloeibaar, sommige verbrandbaar en andere niet. Om deze reden postuleerden Democritus, Epicurus en Lucretius een alfabet van atomaire vormen.



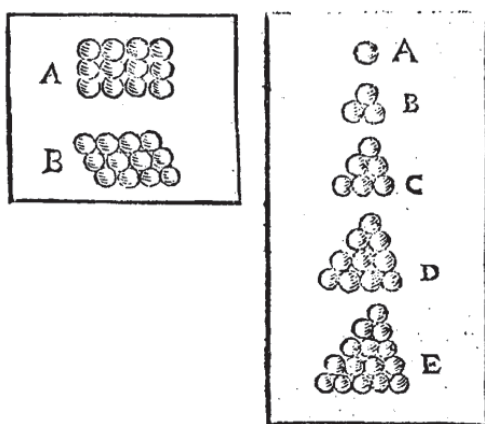
Afbeeldingen 22-24: Atomen en hun mogelijke organisatie: (22) Kringvormige groei; (23) vierkant; (24) driehoek. (22) en (24) tonen echter de zelfde manier van ‘stacking’. Uit Giordano Bruno, *De triplici minimo et mensura* (Frankfurt: Wechel, 1591), blz. 50; 90; 148.

Het idee dat alle atomen rond zijn is precies 416 jaar oud. U komt het voor het eerst in een werk van Giordano Bruno uit 1591 tegen. Daar wordt dit idee, zoals u ziet, wel aan Democritus toegekend, maar ten onrechte. Voor Bruno moeten namelijk alle atomen rond zijn, omdat zij in eerste plaats zielen zijn (oftewel monaden), in tweede plaats getallen en afspiegelingen van het bolvormige heelal. Bruno's atomen zijn de groeiende cellen van alles wat er in het universum bestaat.

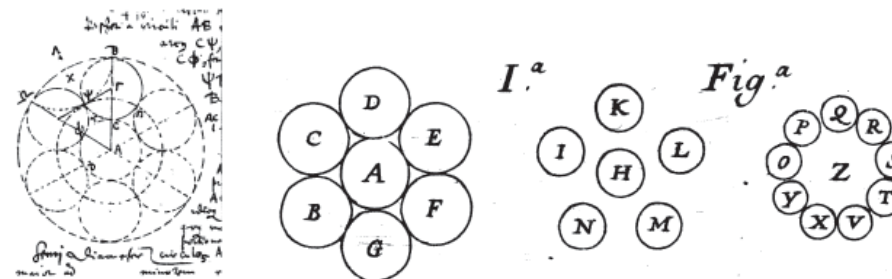
Deze metafysische bollen zouden waarschijnlijk zonder wetenschappelijk gevolg zijn gebleven had niet de befaamde astronoom Johannes Kepler in een koude winter in 1610 voor het eerst geobserveerd dat alle sneeuwvlokken hexagonaal zijn. Dit feit deed hem aan Bruno's bewering denken dat iedere lichamelijke structuur ontstond door het toevoegen van zes atomen rondom een centraal atoom.

Uitgaande van de structuur van sneeuwvlokken en van Bruno's merkwaardige natuurkunde is Kepler ermee begonnen om te berekenen hoe je bolletjes op elkaar kon stapelen – het wiskundige probleem van 'stacking'. Dankzij Keplers speculaties zijn Bruno's bolletjes sedert 1611 in de vroegmoderne kristallografie, optica en scheikunde terecht gekomen.

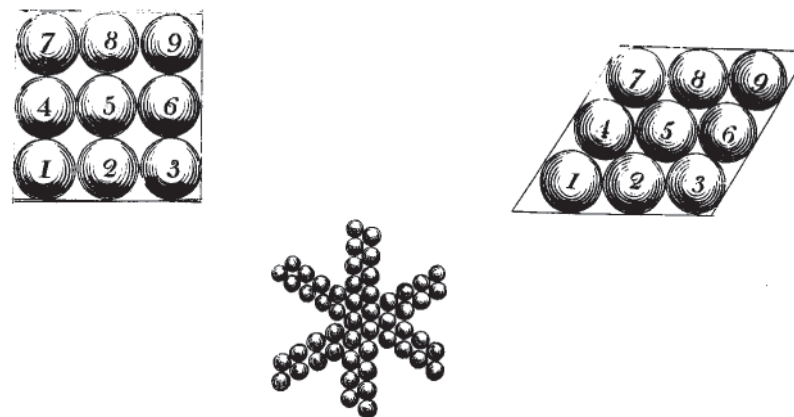
Na Newton verdwenen echter deze bolletjes opnieuw uit de wetenschap: natuur- en scheikundige structuren hoefden toen niet langer door de vormen of verdeling van atomen worden verklaard, want deze bezaten nu aantrekkende en afstotende krachten, die op afstand werkten. In de achttiende eeuw vindt u dergelijke afbeeldingen dus niet meer.



Afbeelding 25: Johannes Kepler speculeert over de opbouw van sneeuwvlokken en laat zich hierbij door Giordano Bruno inspireren. Uit Johannes Kepler, *Strena seu De nive sexangula* (Frankfurt: Tampach, 1611), blz. 9-10.



Afbeeldingen 26 en 27: Geïnspireerd door Bruno en Kepler, beginnen verschillende zeventiende-eeuwse natuurkundigen de materie als composities van bolletjes te bekijken. (26) Joachim Junigus, 'Circuli locum replentes' (in *Codex Hanseaticus IV p6*, NL J. Jungius Pe 67); (27) Honoré Fabri, SJ, *Physica, id est scientia rerum corporearum* (Lyon: Laurent Anisson, 1671), vol. 4, tract. V/VI, blz. 663, B. 14, fig. 1.



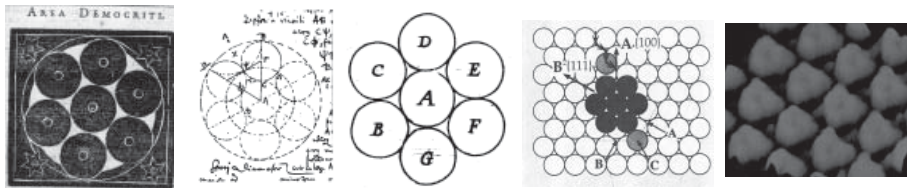
Afbeelding 28:

De bolletjes zijn terug. John Dalton, *A New System of Chemical Philosophy* (Manchester, 1808).

Maar met Bryan Higgins en John Dalton kwamen zij tussen 1770 en 1800 opnieuw terug, deze keer om de vaste verhoudingen van elementen in een scheikundig mengsel te verklaren. U ziet bij de afbeeldingen van Dalton trouwens hoe Bruno's en Keplers stackingprobleem nog altijd op de zelfde manier wordt afgebeeld, en dat ook de hexagonale sneeuwvlok terugkomt. Tweehonderd jaar naar Bruno begon dus de scheikunde vanuit de zelfde visuele en iconografische intuïties.

Later in de negentiende eeuw ontstonden in het kader van de stereometrische scheikunde bovendien beelden zoals deze van Kekulé, die u al hebt gezien. De scheikunde heeft de bolvormige representatie van atomen daarna nooit meer opgegeven,

terwijl de natuurkunde, zoals u hebt gezien, tussen 1920 en 1980 visualisaties van atomen opnieuw verwierp.^{xvii}



Afbeeldingen 29-33: 416 jaar 'Area Democriti': (29) Giordano Bruno (1591; zie afbeelding 25, boven); (30) Joachim Jungius (ca. 1630; zie afbeelding 26, boven); (31) Honoré Fabri (1671, zie afbeelding 27, boven); (32) Johannes V. Barth & Harald Brune, 'Atomare Prozesse an Oberflächen,' *Physik in unserer Zeit* 29 (1998), 251-260, 256; (33) STM-afbeelding van een benzeenring (1988, zie afbeelding 13, boven).

Nu, in het jaar 2007, zien we ze dus opnieuw terug, mede dankzij de scanning tunneling microscope. En wat is de verklaring voor de voordurende terugkeer van deze manier van afbeelden? Welnu, er zijn verschillende mogelijkheden om dit verschijnsel te verklaren. Eentje daarvan is wetenschapssociologisch. Een van mijn leraren in de Verenigde Staten, de natuurkundige en wetenschapshistoricus Silvan Samuel Schweber, heeft in zijn beroemde artikel 'Physics, Community and the Crisis in Physical Theory' in *Physics Today* beweerd dat vandaag de dag niet meer paradigma's, maar interdisciplinair gebruikte instrumenten en wiskundige modellen de wetenschap voortstuwden en dat in de instrumentengestuurde interdisciplinaire onderzoeksteams niet de transcendentale waarheid het belangrijkste criterium is, maar bruikbaarheid.^{xviii} Met andere woorden: de STM berust weliswaar op een kwantummechanisch en dus natuurkundig proces, maar wordt als instrument ook door biologen en scheikundigen gebruikt. Feitelijk komt u in het NanoLab van onze universiteit vertegenwoordigers van alle drie disciplines tegen. Het gebruik van conventionele afbeeldingen zoals die door de software van STM's worden gemaakt, kan dus als noodzakelijk gevolg van het interdisciplinair gebruik van deze machine worden beschouwd. Want STM-afbeeldingen zijn bijzonder goed bruikbaar en maken onderlinge communicatie mogelijk.^{xix}

Met dit voorbeeld heb ik een poging gedaan om te laten zien dat ook in een schijnbaar objectieve technologiegedreven benadering van de natuur de lange geschiedenis van de natuurwetenschappen steeds op een latente en vaak op een bepalende manier aanwezig is. Zou u dus de vraag willen stellen of atomen nou echt vaste ronde bolletjes zijn of niet, dan zou ik u, als Ariadne verkleed, heel bescheiden mijn draad in de hand drukken en met een liefdevolle glimlach antwoorden: loop deze draad terug tot naar de ingang van het doolhof, dan weet u het – misschien.



Afbeelding 34: Ariadne, getekend door Thalia Took (bron: www.thaliatook.com/pix/ariadne.jpg)

DANKZEGGING

Ik ben vanmiddag uitgebreid op één van mijn passies ingegaan, namelijk de ontwikkeling van materietheorieën door de eeuwen heen en de rol die de beeldvorming daarin heeft gespeeld. De tijd staat het niet toe om het over een ander mooi voorbeeld van het nut van Ariadnes draad te hebben, dat me recentelijk bezig heeft gehouden, namelijk de ontwikkeling tussen 1859 en heden van de discussies omtrent de gevolgen van Darwins evolutietheorie voor de opvatting van ons bewustzijn. Deze onderzoekslijn is in verband met mijn seminar 'Evolution and the Mind' bij de bètafaculteit en met het interdisciplinair onderzoeksproject naar 'De maakbare mens' bij De Jonge Akademie ontstaan. Ik ben echter van plan om over 24 jaar tijdens mijn afscheidscollege verder hierop in te gaan.

Voor vandaag zal ik me tot een laatste punt moeten beperken. Ik besef dat u, dames en heren, aan het einde van een Nijmeegse oratie dankzeggingen en ontroerende liefdesverklaringen van mij verwacht. Ook al kom ik uit een land waar de 'Antrittsvorlesung' zo droog en abstract moet zijn dat zelfs de rector niets ervan begrijpt, wil ik toch een kleine poging doen om aan uw sentimentele verwachtingen te voldoen.

In eerste instantie wil ik vrouw Fortuna, de meesteres over het toeval of de noodzaak, danken. In 1988, voordat ik wist dat er een Nederlandse stad genaamd Nijmegen bestond, leerde ik in Harvard Hans Thijssen kennen in een buitengewoon intiem seminar, waarvan wij de enige twee deelnemers waren. Negen jaar later zijn mijn vrouw, Carla Rita Palmerino, en ik naar Nijmegen vertrokken om mee te werken in zijn Pio-

nierproject, dat de geschiedenis van de wijsbegeerte en van de natuurwetenschappen als één in elkaar gewoven natuurfilosofische ontwikkeling bestudeerde. Wij dachten toen dat het voor drie jaar zou zijn. Dat wij nu nog hier zijn, komt ten eerste omdat onze groep het blijkbaar goed gedaan heeft en intussen tot een vast onderzoekscentrum is uitgegroeid, en ook omdat het altijd een plezier is geweest om hier te werken. Ik denk dat ik me mag veroorloven om vergelijkingen te trekken, want dit is het zesde land waar ik werkzaam ben: tot nu toe heb ik nergens een onderzoeksgroep gezien, die op zo een collegiale manier en bijna zonder enige wrijving met elkaar de boel trekt. Voor de vriendschap en de mooie sfeer de afgelopen tien jaar wil ik alle seniorleden dank zeggen. Behalve Hans Thijssen en Carla Rita zijn dat Cees Leijenhorst, Paul Bakker, Thomas Baumeister en Harm Boukema.

Een soortgelijke warme en intellectueel krachtige omgeving heb ik intussen in mijn nieuwe omgeving bij FNWI gevonden, in de filosofische afdeling van het Institute for Science, Innovation and Society (ISIS), waar ik met name Hub Zwart, de directeur van het instituut, en mijn directe collega's Luca Consoli, Wim Thijssen, Martin Drenthen, Riyan van den Born, Leen Dresen en Ron Welters maar ook Annemiek Nelis van het Centre for Society and Genomics wil noemen. De combinatie van filosofie, natuurwetenschap en 'business' die in mijn nieuwe omgeving wordt beoefend is voor mij zeer indrukwekkend. Bij de Faculteit der Filosofie laten wij ons treinkaartjes naar Ravenstein vergoeden. Bij ISIS spreekt en denkt men in miljoenen. Ik wil dus het bestuur van ISIS voor het feit danken dat ik met mijn melkkrukje bij hen mocht komen meewerken.

De start in de nieuwe faculteit was des te vrolijker omdat ik daar al vrienden bezat, onder wie ik bij dezen Klaas Landsman en Bert Kappen even persoonlijk zou willen noemen en bedanken.

Mijn diepe dank gaat uiteraard aan het bestuur van de universiteit en van de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica. Het is me een bijzonder genoegen dat Kees Blom het voorzitterschap van deze plechtigheid op zich heeft willen nemen. Ik heb in verband met het honoursprogramma, met De Jonge Akademie, en ook bij deze benoeming zijn vriendelijke steun gevoeld, waarvoor ik hem heel dankbaar ben. Door het faculteitsbestuur van FNWI, en met name door de decanen Sjoerd Wendelaar Bonga en Jan Kuijpers, ben ik met alle égards in de faculteit opgenomen. Ik hoop hun verwachtingen waardig te kunnen nakomen.

Het laatste woord gaat altijd naar de familie. Hier zou ik in eerste instantie mijn vader willen herdenken, die op zijn veertiende zijn eerst geschiedenisboek heeft geschreven en wiens beroep ik, ondanks verschillende pogingen om iets heel anders te gaan doen, uiteindelijk toch heb geërfd, waarschijnlijk omdat zijn denken, dat overal verborgen historische wortels opspoorde, mijn eigen manier van denken te sterk heeft gestructureerd om andere mogelijkheden nog toe te laten. Ik dank mijn moeder, die op een steeds vrolijke en positieve manier ook hier in Nijmegen nog veel in ons leven aanwezig is, en dus ook vandaag, om met haar eigen ogen te zien dat rare studiekeuzes af en

toe toch tot een goed resultaat kunnen leiden. Ik dank mijn schoonouders, die uit Rome zijn gekomen om mij in een koud klimaat en in een onbegrijpelijke taal te horen spreken, en die zich al jaren op een bewonderenswaardige manier ervoor inzetten om te voorkomen dat onze levensstijl al te 'broodjesachtig' wordt.

Ik dank Carla Rita, mijn vrouw, met wie ik sinds 1997 een leven in Nijmegen deel, als het ware in dubbele emigratie; aan wie mij de wetenschap en een reeks intellectuele, levensbeschouwelijke, politieke en culturele passies binden; en met wie het leven vrolijk blijft. Het enige nadeel van mijn nieuwe functie is dat ik nu af en toe onze gemeenschappelijke kamer in het Erasmusgebouw moet verlaten om naar de andere faculteit te gaan.

En ik dank Tommaso en Filippo, onze twee zonen, die veel vreugde in ons leven brengen, maar niet begrijpen, waarom papa vandaag een Harry Potterpak draagt maar toch zo saai doet. En feitelijk hebben zij gelijk. *Hora est* – ik ga dus stoppen.

Ik heb gezegd.

NOTEN

- I Bron: Genootschap voor de Geschiedenis van de Geneeskunde, Wiskunde, Natuurwetenschappen en Techniek. Met dank aan de voorzitter ervan, prof. dr. Bert Theunissen.
- II Zie <http://extra.volkskrant.nl/betacanon/>
- III Peter Nijkamp, 'Op voor goud!' Feesttoespraak ter gelegenheid van de installatie van nieuwe leden van De Jonge Akademie (DJA), Amsterdam, Trippenhuis, 24 januari 2006, blz. 3.
- IV Hetzelfde fenomeen is ook op Europees niveau terug te zien, waar de gemeenschappelijke Europese ontdekking en ontwikkeling van de natuurwetenschap en techniek door woordvoerders van de Europese Unie graag als identiteitsstichtend element wordt gepresenteerd.
- V Een vergelijkbaar gat tussen publieke belangstelling en institutionele verwaarlozing van de wetenschaps-geschiedenis als universitaire discipline vindt trouwens ook in Duitsland plaats. Zie de open brief van 30 oktober 2004 waarin prof.dr. Christoph Meinel (Universiteit Regensburg en toenmalige 'Sprecher des Fachverbandes Wissenschaftsges chichte') zich afvraagt: 'Wird bald niemand mehr wissen, wie Wissen entsteht?'
- VI E.O. Wilson: *Conciliance. The Unity of Knowledge* (New York: Vintage Book, 1998), 73.
- VII Albert A. Michelson: 'The more important fundamental laws and facts of physical science have all been discovered, and these are now so firmly established that the possibility of their ever being supplanted in consequence of new discoveries is exceedingly remote. . . . Our future discoveries must be looked for in the sixth place decimals.' Geciteerd uit de reader 'Einführung in die Relativitätstheorie und Quantenphysik' van prof. dr. R. Wagner (Physikalisches Institut der Universität Basel, 1987-8), blz. 2.
- VIII Communiqué van IBM, Research Division, Almaden Research Center, San Jose, California, 18 juli 1988. Geciteerd uit Jay Buchwald, 'How the Ether Spawned the Microworld,' in Lorraine Daston, ed., *Biographies of Scientific Objects* (Chicago: University of Chicago Press, 2000), 203-225, 203.
- IX Kekulé vertelde in een lezing van 1890: 'Während meines Aufenthaltes in Gent in Belgien bewohnte ich ein elegantes Junggesellenzimmer in der Hauptstrasse. Mein Arbeitszimmer aber lag nach einer engen Seitengasse und hatte während des Tages kein Licht. Für den Chemiker, der die Tagesstunden im Laboratorium verbringt, war dies kein Nachtheil. Da sass ich und schrieb an meinem Lehrbuch; aber es ging nicht recht; mein Geist war bei anderen Dingen. Ich drehte den Stuhl nach dem Kamin und versank in Halbschlaf. Wieder gaukelten die Atome vor meinen Augen. Kleinere Gruppen hielten sich diesmal bescheiden im Hintergrund. Mein geistiges Auge, durch wiederholte Gesichte ähnlicher Art geschärft, unterschied jetzt grössere Gebilde von mannig-facher Gestaltung. Lange Reihen, vielfach dichter zusammengefügt; Alles in Bewegung, schlangenartig sich windend und drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfasste den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht um die Consequenzen der Hypothese auszuarbeiten.' (Richard Anschütz: *August Kekulé* (Berlijn: Verlag Chemie, 1929), bd. II, blz. 942).
- X Hans Christian von Baeyer, *Taming the Atom* (New York: Random House, 1992), 60-62.
- XI Von Baeyer, *Taming the Atom*, 214.
- XII Communiqué, *Royal Swedish Academy of Sciences*, 15 oktober 1986.
- XIII Kwantummechanische 'tunneling' betekent het fenomeen van elementaire deeltjes die door potentiële barrières duiken. George Gamow (1904-1968) introduceerde deze uitdrukking voor het eerst om de emissie van alfadeeltjes uit radioactieve elementen te verklaren.
- XIV Voor een beschrijving van STM, zie L.J. Whitman, 'Tunneling Microscopy and Spectroscopy,' *Encyclopedia of Applied Physics*, vol. 22, ed. G.L. Trigg (New York: Wiley-VCH, 1998), blz. 361-383. De geschiedenis van het ontstaan van de STM wordt verteld door de uitvinders, in: Gerd Binnig & Heinrich Rohrer, 'Scanning Tunneling Microscopy—from Birth to Adolescence' (Nobel Lecture, 8 december 1986).
- XV Arthur I. Miller, *Imagery in Scientific Thought. Creating 20th-Century Physics* (Basel: Birkhäuser, 1984), 148 (citaat uit Werner Heisenberg, 'Quantenmechanik').
- XVI Von Baeyer, *Taming the Atom*, 63.
- XVII Over deze vraag heb ik in de afgelopen jaren het volgende gepubliceerd: 'Bruno's *Area Democriti* and the Origins of Atomist Imagery,' *Bruniana & Campanelliana* 4 (1998), 59-92; *The Invention of Atomist Iconography* (Berlin: Max Planck Institute for the History of Science, 2000); 'The Fourfold Democritus on the Stage of Early Modern Science,' *Isis* 91 (2000), 443-479; 'Where Logical Necessity Becomes Visual Persuasion: Descartes's Clear and Distinct Illustrations,' in *Transmitting Knowledge. Words, Images, and Instruments in Early Modern Europe*, ed. Sachiko Kusakawa & Ian Maclean (Oxford: Oxford University Press, 2006), 97-134.
- XVIII Silvan Samuel Schweber, 'Physics, Community and the Crisis in Physical Theory,' *Physics Today*, Nov. 1993, 34-40, 40: 'The interdisciplinary nature of the new communities studying these phenomena is also striking. The communities are held together not by paradigms but by tools: renormalization-group methods, nmr machines, lasers, neural networks, computers and so on. It is also notable that despite the apparent increase in specialization, the interconnectedness of science is becoming more prominent. Tools and concepts are constantly being carried from one field to another in ways that are difficult to anticipate by any logical and structural analysis.... Truth is valued less than usefulness.'
- XIX Mijn hartelijke dank gaat aan dhr. ing. Jan Gerritsen en mevr. prof. dr. Sylvia Speller van de afdeling 'Scanning Probe Microscopy' van het Institute for Molecules and Materials (RU Nijmegen), voor rondleiding, discussie en kritiek op mijn tekst.