

DE STRUCTUUR VAN WETENSCHAPPELIJKE REVOLUTIES

THOMAS S. KUHN

Vertaling Bastiaan Willink

Inleiding Chris Buskes

Zesde, herziene editie

Vertaling van *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago (University of Chicago Press) 1962 in de reeks *The International Encyclopedia of Unified Science* onder redactie van O. Neurath, R. Carnap en Ch. Morris
Ned. editie naar de uitgave van 1970, met postscriptum van de auteur
Licensed by The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, U.S.A.
© 1962, 1970, 1996, 2012 by The University of Chicago. All Rights reserved.
© herziene editie Uitgeverij Boom, Amsterdam 2013

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikelen 16h t/m 16m Auteurswet 1912 jo. Besluit van 27 november 2002, Stb 575, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoeding te voldoen aan de Stichting Reprorecht te Hoofddorp (postbus 3060, 2130 KB, www.reprorecht.nl) of contact op te nemen met de uitgever voor het treffen van een rechtstreekse regeling in de zin van art. 16l, vijfde lid, Auteurswet 1912. Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16, Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot de Stichting pro (Stichting Publicatie- en Reproductierechten, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/pro).

No part of this book may be reproduced in any way whatsoever without the written permission of the publisher.

Verzorging omslag: Dog and Pony
Foto omslag: © Ben Hupfer/Corbis
Verzorging binnenwerk: image realize

ISBN 978 94 6105 938 3
NUR 730, 738

INHOUD

Inleiding door Chris Buskes	7
Bibliografie	25
Voorwoord door de auteur	29
1 Inleiding: een taak voor de geschiedenis	39
2 De weg naar normale wetenschap	51
3 De aard van de normale wetenschap	65
4 Normale wetenschap als puzzel-oplossen	79
5 De prioriteit van paradigma's	89
6 Anomalie en het optreden van wetenschappelijke ontdekkingen	99
7 Crises en het ontstaan van wetenschappelijke theorieën	115
8 De reactie op een crisis	129
9 Het karakter en de noodzakelijkheid van wetenschappelijke revoluties	145
10 Revoluties als veranderingen van wereldbeschouwing	167
11 De onzichtbaarheid van revoluties	195
12 De beëindiging van revoluties	205
13 Vooruitgang door revoluties	223
Naschrift 1969	241
Noten	285

VOORWOORD DOOR DE AUTEUR

Dit essay is het eerste volledig gepubliceerde verslag van de uitvoering van een plan, dat oorspronkelijk bijna vijftien jaar geleden bedacht werd. Toentertijd was ik een gevorderd student in de theoretische fysica en bijna klaar met mijn proefschrift. Ik had het geluk betrokken te raken bij een experimentele cursus natuurwetenschap voor de leek en maakte zo voor het eerst kennis met de geschiedenis van de wetenschap. Tot mijn grote verrassing zette die kennismaking met verouderde wetenschappelijke theorie en praktijk enige van mijn fundamenteelste opvattingen over de aard van de wetenschap en de oorzaken van haar bijzondere successen op losse schroeven.

29

Ik was tot die opvattingen gekomen, deels terwijl ik bezig was binnen de wetenschap zelf, deels door mijn al lange tijd bestaande neveninteresse in wetenschapsfilosofie. Op de een of andere manier, wat hun pedagogisch nut of hun theoretische aannemelijkheid ook moge zijn, botsten die denkbeelden met de resultaten van het historische onderzoek. Toch waren ze, en zijn ze, van essentieel belang voor vele wetenschappelijke discussies, en hun gebreken bij het weergeven van de werkelijkheid leken het daarom zeker waard onderzocht te worden. Het resultaat was een drastische verandering in mijn toekomstplannen, een verschuiving van de natuurkunde naar de geschiedenis van de wetenschap en daarna, geleidelijk, van betrekkelijk ongecompliceerde historische problemen terug naar de meer filosofische onderwerpen die me oorspronkelijk tot historisch onderzoek brachten. Als ik aan een paar artikelen voorbijga, is dit essay het eerste van mijn gepubliceerde werken waarin die oorspronkelijke motivaties een dominerende rol spelen. Gedeeltelijk is het een poging om mezelf en mijn vrienden duidelijk te maken waarom mijn belangstelling steeds meer van de wetenschap naar haar geschiedenis verschoof.

Mijn eerste gelegenheid om enige van de ideeën, in dit boek naar voren gebracht, nader uit te werken, kwam toen ik drie jaar *Junior Fellow* van de Society of Fellows van Harvard University mocht zijn. Zonder die periode van vrijheid zou de overgang naar een nieuw studiegebied heel wat moeilijker of zelfs onmogelijk zijn geweest. Een gedeelte van mijn tijd was in die jaren gewijd aan de geschiedenis van de wetenschap in eigenlijke zin. In het bijzonder ging ik door met het bestuderen van het werk van Alexandre Koyré en maakte voor het eerst kennis met de werken van Émile Meyerson, Hélène Metzger en Anneliese Maier.¹ 'Beter dan de meeste andere hedendaagse onderzoekers heeft deze groep duidelijk gemaakt wat het was om wetenschappelijk te denken in een tijd waarin de normen voor wetenschappelijkheid flink verschillen van de onze. Hoewel ik steeds meer bedenkingen kreeg bij een paar van hun speciale historische interpretaties, zijn hun werken, samen met *The Great Chain of Being* van A.O. Lovejoy, voor het creëren van mijn visie op de geschiedenis van de wetenschappelijke ideeën bijna even essentieel geweest als de primaire bronnen.

Veel van mijn tijd in die jaren werd echter besteed aan het onderzoek van gebieden zonder duidelijke relatie met de geschiedenis van de wetenschap, maar waarin recent onderzoek problemen oplost vergelijkbaar met de problemen die de geschiedenis bij mij opriep. Een voetnoot die ik toevallig tegenkwam, bracht me bij de experimenten waarmee Jean Piaget zowel de verschillende werelden van het opgroeiend kind als het overgangsproces van de ene naar de andere wereld heeft verhelderd.² Een van mijn collega's zette me aan het lezen van artikelen over waarnemingspsychologie, voornamelijk de gestaltpsychologie; een ander bracht me in aanraking met B.L. Whorfs speculaties over de uitwerking van taal op wereldbeschouwing, en W.V.O. Quine ontvouwde voor mij de filosofische puzzels van het onderscheid tussen analytische en synthetische uitspraken.³ Dat is het soort onderzoek in het wilde weg dat de Society of Fellows toestaat, en alleen daardoor kon ik een bijna onbekende monogra-

fie tegenkomen, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Bazel 1935) van Ludwik Fleck, een essay dat op veel van mijn eigen denkbeelden vooruitloopt. Samen met een opmerking van een andere Junior Fellow, Francis X. Sutton, deed Flecks werk me realiseren dat die denkbeelden in de sociologie van de wetenschappelijke gemeenschap ingepast zouden moeten kunnen worden. Hoewel de lezers verder weinig verwijzingen zullen vinden naar dit werk of naar deze gesprekken, ben ik ze toch meer verschuldigd dan ik nu kan achterhalen of beoordelen.

Tijdens mijn laatste jaar als Junior Fellow kwam er een uitnodiging om een reeks lezingen te houden voor het Lowell Institute in Boston, en die uitnodiging gaf me de eerste kans om mijn ideeën over de wetenschap, die zich nog steeds ontwikkelden, uit te proberen. Het resultaat was een reeks van acht openbare lezingen, gehouden in maart 1951, met als onderwerp 'op zoek naar fysische theorie'. Het volgende jaar begon ik pas echt onderwijs in de geschiedenis van de wetenschap te geven, en bijna tien jaar lang lieten de problemen, opgeroepen door het onderwijs op een terrein dat ik nooit systematisch had bestudeerd, mij weinig tijd voor het expliciet formuleren van de ideeën die me naar het gebied van onderzoek brachten. Gelukkig echter bleken die ideeën goede impliciete oriëntatiepunten te zijn en bleken ze vaak te kunnen fungeren als een kader voor de structurering van problemen bij mijn onderwijs voor gevorderden. Ik dank mijn studenten dan ook voor onschatbare lessen, zowel wat betreft de levensvatbaarheid van mijn gezichtspunten als wat betreft de technieken, nodig om ze effectief over te brengen. Dezelfde problemen en oriëntatie geven eenheid aan de meeste van de merendeels historische, en ogenschijnlijk verschillende, studies die ik heb gepubliceerd sinds het einde van mijn *fellowship*. Verscheidene ervan gaan over de integrerende rol die door een of andere metafysica wordt gespeeld bij vernieuwend wetenschappelijk onderzoek. Andere onderzoeken de manier waarop de experimentele bases van een nieuwe theorie worden verzameld en verwerkt door mensen

die een strijdige oudere theorie zijn toegedaan. Ze beschrijven in dit proces het type ontwikkeling dat ik verderop 'het opduiken' van een nieuwe theorie of ontdekking heb genoemd. Er zijn nog meer van zulke verbanden te leggen.

32

De slotfase van de ontwikkeling van deze monografie begon met een uitnodiging om het jaar 1958-1959 door te brengen aan het Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences van Stanford University. Opnieuw was ik in de gelegenheid om mijn onverdeelde aandacht te geven aan de problemen die in de rest van het boek worden aangesneden. Belangrijker nog was dat een jaar in een gemeenschap die voornamelijk bestond uit beoefenaren van de sociale wetenschap, mij confronteerde met onvermoede problemen aangaande de verschillen tussen zulke gemeenschappen en die van de beoefenaren van de natuurwetenschap te midden van wie ik was opgevoed. Ik werd in het bijzonder getroffen door het aantal en de omvang van de openlijke meningsverschillen tussen sociale wetenschappers over de aard van echte wetenschappelijke problemen en methoden. Zowel de geschiedenis als de directe ervaring deden me eraan twijfelen dat de beoefenaren van de natuurwetenschappen betrouwbaarder of duurzamer antwoorden bezaten op zulke vragen dan hun collega's van de sociale wetenschap. Toch veroorzaakt de praktijk van de astronomie, de natuurkunde, de scheikunde of de biologie op de een of andere manier geen meningsverschillen over fundamentele zaken die vandaag de dag lijken te horen bij bijvoorbeeld psychologen of sociologen. Een poging om de oorzaak van dat verschil te ontdekken verschaftte me inzicht in de belangrijke rol die bij het wetenschappelijk onderzoek wordt gespeeld door wat ik sindsdien 'paradigma's' heb genoemd. Dit zijn algemeen aanvaarde wetenschappelijke prestaties die een tijd lang modelproblemen en -oplossingen verschaffen aan een gemeenschap van onderzoekers. Toen dit stukje puzzel op zijn plaats lag, ontstond snel een eerste versie van dit essay.

De rest van de geschiedenis van die versie hoeft hier niet te worden opgehaald, maar er moet iets worden gezegd over de vorm die ze

ondanks revisies heeft bewaard. Tot het moment dat de eerste versie voltooid en grotendeels verbeterd was, verwachtte ik dat het manuscript uitsluitend zou worden gepubliceerd als een deel in de *Encyclopedia of Unified Science*. De redacteurs van dat baanbrekende werk vroegen er eerst dringend om, hielden me daarna vastberaden aan een overeenkomst en wachtten ten slotte met buitengewone tact en geduld op een resultaat. Ik ben ze veel verschuldigd, in het bijzonder Charles Morris, voor het geven van de beslissende aansporing en het verlenen van advies over het manuscript dat uiteindelijk tot stand kwam. Grenzen aan de omvang van de *Encyclopedia* maakten het echter noodzakelijk om mijn ideeën te presenteren in een buitengewoon geconcentreerde en schematische vorm. Hoewel latere gebeurtenissen de beperkingen enigszins hebben opgeheven en een gelijktijdige onafhankelijke publicatie mogelijk hebben gemaakt, blijft dit werk eerder een essay dan het volledige boek dat mijn onderwerp uiteindelijk vereist.

33

Aangezien het mijn fundamenteelste doel is op een verandering in de waarneming en waardering van vertrouwde gegevens aan te dringen, hoeft het schematische karakter van deze eerste presentatie geen bezwaar te zijn. Integendeel, lezers die door eigen onderzoek zijn voorbereid op het soort heroriëntering dat hier wordt voorgestaan, zouden de essayvorm suggestiever en gemakkelijker te verwerken kunnen vinden. Maar die vorm heeft ook nadelen, en die rechtvaardigen dat ik reeds aan het begin van het boek een indruk geef van de uitbreidingen en verdiepingen die ik uiteindelijk in een langere versie hoop op te nemen. Veel meer historisch bewijsmateriaal is voorhanden dan ik ruimte had om te gebruiken. Bovendien komt dat bewijsmateriaal zowel uit de geschiedenis van de biologie als uit de geschiedenis van de natuur- en scheikunde. Mijn beslissing uitsluitend de laatste te behandelen werd gedeeltelijk genomen om de samenhang van dit essay te vergroten en gedeeltelijk op grond van mijn huidige competentie. Daarnaast suggereert de kijk op de wetenschap die hier wordt ontwikkeld de vruchtbaarheid van een aantal

34
nieuwe wijzen van onderzoek, zowel historisch als sociologisch. De manier bijvoorbeeld waarop afwijkingen, of het uitblijven van verwachte resultaten, de toenemende aandacht trekken van een wetenschappelijke gemeenschap maakt gedetailleerde studie noodzakelijk, en dat geldt ook voor het ontstaan van de crises die teweeg kunnen worden gebracht door het herhaaldelijk mislukken van pogingen om afwijkingen aan te passen. Of, nog een mogelijkheid, als ik gelijk heb en iedere wetenschappelijke revolutie het historisch perspectief verandert van de gemeenschap die de revolutie ondergaat, zou die verandering van perspectief van invloed moeten zijn op de structuur van postrevolutionaire leerboeken en onderzoekspublicaties. Eén zo'n beïnvloeding – een verschuiving in de verdeling van de technische literatuur geciteerd in de voetnoten van onderzoeksverslagen – zou bestudeerd moeten worden als een mogelijke aanwijzing voor het voorkomen van revoluties.

De noodzaak drastisch te bekorten heeft me er ook toe gedwongen voorbij te gaan aan een bespreking van een aantal essentiële problemen. Mijn onderscheid tussen de pre- en de postparadigmatische perioden in de ontwikkeling van een wetenschap is bijvoorbeeld veel te schematisch. Elk van de scholen wiens wedijver karakteristiek is voor de vroegere periode wordt geleid door iets wat veel op een paradigma lijkt; er zijn omstandigheden, hoewel ik geloof dat ze zeldzaam zijn, waaronder twee paradigma's in de latere periode vreedzaam naast elkaar kunnen bestaan. Louter bezit van een paradigma is niet helemaal een voldoende criterium voor de ontwikkelingsovergang die in hoofdstuk 2 wordt behandeld. Belangrijker is dat, behalve zo nu en dan in korte terzijdes, ik niets gezegd heb over de rol van technologische vooruitgang of over externe sociale, economische en intellectuele voorwaarden voor de ontwikkeling van de wetenschappen. Men hoeft echter slechts te kijken naar Copernicus en de kalender om te ontdekken dat externe voorwaarden ertoe kunnen bijdragen dat iets van alleen maar een afwijking tot de oorzaak van een acute crisis wordt omgevormd. Hetzelfde voorbeeld zou de wijze

kunnen illustreren waarop omstandigheden buiten de wetenschappen van invloed kunnen zijn op het aantal beschikbare alternatieven voor de man die een crisis probeert te beëindigen door een of andere revolutionaire hervorming voor te stellen.⁴ Expliciete beschouwing van effecten als deze zou, naar ik dacht, de belangrijkste stellingen ontwikkeld in dit essay niet wijzigen, maar het zou wel een analytische dimensie toevoegen die van het grootste belang is voor het begrip van wetenschappelijke vooruitgang.

Ten slotte, en dit is misschien het belangrijkste van alles, hebben ruimtelijke beperkingen een krachtige invloed gehad op mijn behandeling van de filosofische implicaties van de historisch gerichte kijk op de wetenschap van dit essay. Het is duidelijk dat er zulke implicaties zijn en ik heb getracht de belangrijkste zowel aan te duiden als toe te lichten. Maar intussen heb ik in het algemeen afgezien van een gedetailleerde behandeling van de verschillende posities die worden ingenomen door hedendaagse filosofen ten aanzien van de betreffende problemen. Waar ik van scepticisme blijk heb gegeven, is dat vaker gericht op een filosofische houding dan op een van de volledig gearticuleerde uitwerkingen daarvan. Dientengevolge kunnen sommigen van degenen die op de hoogte zijn en werken in een van die welomschreven posities het gevoel hebben dat ik ernaast zat. Ik denk dat ze het verkeerd zullen hebben, maar dit essay is er niet op berekend om ze te overtuigen. Om dat te proberen is een veel langer en heel ander soort boek nodig.

De autobiografische fragmenten waarmee dit voorwoord begint dienen om te laten zien dat ik veel te danken heb aan de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek en de instellingen die hebben geholpen mijn denkwerk vorm te geven. Daarnaast zal uit de citaten op de bladzijden die volgen blijken hoeveel ik aan anderen verschuldigd ben. Niets echter van wat voorafging of gaat volgen zal meer dan een vluchtige indruk geven van aantal en aard van mijn persoonlijke verplichtingen jegens de velen wier suggesties en kritiek te eniger tijd mijn intellectuele ontwikkeling schraagden of richtten. Te veel tijd is

verstreken sinds de ideeën in dit essay vorm kregen; een lijst van al degenen die in de volgende bladzijden terecht enige tekenen van hun invloed zouden kunnen vinden, zou bijna samenvallen met een lijst van mijn vrienden en kennissen. Onder die omstandigheden moet ik me beperken tot de belangrijkste invloeden die zelfs een slecht geheugen nooit helemaal zal wegwerken.

36

Het was James B. Conant, toentertijd president van Harvard University, die me het eerst in aanraking bracht met de geschiedenis van de wetenschap en zo de verandering van mijn opvattingen over de aard van wetenschappelijke vooruitgang in gang zette. Sinds dat proces begon is hij steeds gul geweest met zijn ideeën, kritiek en tijd – daarbij inbegrepen de tijd die nodig was om mijn manuscript te lezen en belangrijke wijzigingen erin voor te stellen. Leonard K. Nash, met wie ik samen vijf jaar lang het historisch gerichte college gaf waarmee dr. Conant was begonnen, was een nog actiever medewerker gedurende de jaren dat mijn ideeën voor het eerst vorm kregen, en hij werd erg gemist gedurende de latere stadia van hun ontwikkeling. Echter, na mijn vertrek uit Cambridge werd zijn plaats als creatief klankbord, en meer dan dat, gelukkig ingenomen door mijn collega in Berkeley, Stanley Cavell. Dat Cavell, een filosoof voornamelijk geïnteresseerd in ethiek en esthetica, conclusies moest bereiken die zo duidelijk met de mijne congruent waren, is een voortdurende bron van aansporing en aanmoediging voor me geweest. Hij is bovendien de enige bij wie ik ooit in staat ben geweest mijn ideeën te peilen in onvolledige zinnen. Die wijze van communicatie getuigt van een begrip dat hem in staat heeft gesteld om me te loodsen door of rond verscheidene grote hindernissen die ik tegenkwam toen ik mijn eerste manuscript schreef.

Sinds de tijd dat deze versie werd gemaakt hebben vele andere vrienden geholpen met het herschrijven ervan. Ze zullen het me, geloof ik, vergeven als ik alleen de vier noem wier bijdragen het meest verrijkend en beslissend bleken: Paul K. Feyerabend van Berkeley, Ernest Nagel van Columbia, H. Pierre Noyes van het Lawrence Radi-

ation Laboratory en mijn student John L. Heilbron, die dikwijls nauw met me heeft samengewerkt bij het voorbereiden van een definitieve versie voor de drukker. Ik heb al hun bedenkingen en suggesties buitengewoon nuttig gevonden, maar ik heb geen reden te geloven (en enige reden te betwijfelen) dat zij of de eerdergenoemde anderen het manuscript dat resulteerde in zijn geheel zouden goedkeuren.

Ten slotte moeten mijn betuigingen van dank aan mijn ouders, vrouw en kinderen van een enigszins ander soort zijn. Ieder van hen heeft eveneens intellectuele bestanddelen tot mijn werk bijgedragen op manieren die ik waarschijnlijk als laatste doorzie. Maar zij hebben ook, in verschillende mate, iets belangrijkers gedaan. Zij hebben me namelijk mijn gang laten gaan en mijn toewijding zelfs aangemoedigd. Iedereen die heeft geworsteld met een project als het mijne zal inzien wat het ze heeft gekost. Ik weet niet hoe ik hen moet bedanken.

T.S.K.

Berkeley, Californië

februari 1962

