

De structuur van wetenschappelijke theorieën

Gerard de Vries

Bespreking van: Frederick Suppe (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, University of Illinois Press, Urbana 1974, 682 blz., £ 10.80.

Theorieën zijn de voornaamste voertuigen van wetenschappelijke kennis. Het ligt dan ook voor de hand vragen over de wijze waarop die voertuigen nieuwe kennis opnemen, over wat dan eerste en wat tweede klas reist, waar we moeten overstappen en hoe de kaartjes worden gecontroleerd, in de wetenschapsfilosofie een centrale plaats toe te kennen.

Daarbij kunnen heel uiteenlopende motieven in het spel zijn. Zij variëren, bijvoorbeeld, van het verlangen voor eens en voor al vast te leggen hoe wetenschappelijk onderzoek bedreven dient te worden tot de wens een karakterisering van wetenschappelijke theorieën te verzinnen die ons in staat zou stellen de gevoeligheid van wetenschappelijke ontwikkelingen voor extern-wetenschappelijke processen nu eens serieus te bestuderen.

Maar niet alleen onze interesses kunnen uiteenlopen. Sprekend over 'de structuur van wetenschappelijke theorieën' is ook het object van onderzoek niet volledig bepaald. Theorieën kunnen immers heel uiteenlopende gedaantes aannemen en het is allerm minst vanzelfsprekend dat een theorie in elke gedaante dezelfde structuur heeft. We zouden het bijvoorbeeld in de eerste plaats kunnen hebben over de theorie zoals die in allerlei fragmenten is neergelegd in het *laboratorium journaal* van een onderzoeker. Dan interesseert ons bijvoorbeeld de tijdsvolgorde van die fragmenten, de dwaalwegen en de manier waarop die werden afgesloten, de wijze waarop nieuwe concepties werden geïntroduceerd, de verwevenheid van theorie-ontwikkeling en experimenten. Wanneer een theorie vervolgens in een *tijdschriftartikel* wordt neergeslagen springen de wijze waarop de theorie is ingebed in reeds bestaande kennis, de manier waarop zij wordt gerechtsvaardigd, voorspellingen worden gedaan en nieuwe vragen voor onderzoek geponeerd, in het oog. In een *leerboek* beschreven gaan pedagogische principes met de inhoud van de theorie interfereren. Doel is dan gewoonlijk vooral studenten in te voeren in een nieuw domein van onderzoek, hen vertrouwd te maken met de daar gehanteerde concepties en met het object. Vaak worden daartoe ook experimenten beschreven, maar soms in een vorm die nimmer daadwerkelijk zou kunnen worden uitgevoerd. (Bijvoor-

beeld het standaard 'experiment' om het golf-deeltje karakter van elektronen 'aan te tonen'.) Daaraan kunnen we zien dat de in leerboeken beschreven experimenten een andere functie hebben dan de verslagen van experimenten die we in tijdschriftartikelen aantreffen.

We kunnen, voor speciale interesses, een theorie ook een nieuwe gedaante *geven*. We kunnen een theorie bijvoorbeeld axiomatiseren, omdat we verwachten dat zo de specifieke epistemologische rol van bepaalde (bijvoorbeeld 'theoretische') termen aan het licht komt. In de geschiedenis van de wetenschapsfilosofie heeft dat een grote rol gespeeld. De poging theorieën te reconstrueren als axiomatische systemen die (partieel) geïnterpreteerd worden door middel van correspondentieregels staat zelfs bekend als de 'Received View', de *standaandreconstructie* van wetenschappelijke theorieën.

Voor zover mij bekend voor het eerst in 1923 geformuleerd, door R. Carnap, heeft de standaardreconstructie gedurende lange tijd het toneel van de wetenschapsfilosofie beheerst. Velen hebben er naam mee gemaakt: naast Carnap bijvoorbeeld Hempel, Nagel, Oppenheim en Reichenbach. Maar tegen het eind van de jaren vijftig valt voor de standaardreconstructie toch het doek. Na Carnaps 'The Methodological Character of Theoretical Terms' gaan meer en meer wetenschapsfilosofen de inadequaatheid van de standaardreconstructie inzien. Wanneer Hempel in 1965 zijn *Aspects of Scientific Explanation* publiceert, is het boek bij verschijnen eigenlijk al verouderd.

Het in maart 1969 gehouden symposium over de structuur van wetenschappelijke theorieën, waarvan het hier te bespreken boek de neerslag vormt, moet in deze ontwikkeling geplaatst worden. Het doel van het symposium was 'to bring together a number of the main proponents and critics of the traditional analysis, proponents of some of the more important alternative analyses, historians of science, and scientists to explore the question "what is the structure of a scientific theory?"' (p. vii) *

De organisatoren zijn maar gedeeltelijk in deze opzet geslaagd. Want het is tekenend voor de situatie die al in 1969 is bereikt, dat *geen* van de participanten (met uitzondering wellicht van P. Suppes, vgl. p. 256) nog bereid is de standaardreconstructie in zijn oorspronkelijke vorm te verdedigen. Ook Hempel niet, die op dit symposium een veel pragmatischer reconstructie van theorieën verdedigde. Zijn voordracht daar was nauw verwant met wat eerder van hem in *Minnesota Studies, IV* werd gepubliceerd, en is daarom door hem slechts voor zover nodig om de discussie te volgen, voor de publikatie in het hier besproken boek samengevat.

* Paginaverwijzingen in de tekst verwijzen naar het hier besproken boek.

Vrijwel iedereen is het er dus over eens dat de standaardreconstructie inadequaaf is. Maar, zoals F. Suppe in zijn zeer verhelderende inleiding (p. 62—118) nog eens laat zien, de redenen waarom men meent dat de standaardreconstructie niet deugt verschillen nogal. En dus verschillen ook de voorgestelde remedies.

De standaardreconstructie werd in de jaren twintig en dertig specifiek ontwikkeld met het oog op de toenmalige situatie in de natuurkunde. Door de ontwikkeling van de relativiteitstheorie, de doorbraak in de atoomtheorie en de opkomst van de quantummechanica was het duidelijk geworden dat het traditionele, empiristische beeld van de wetenschap, zoals dat met name door E. Mach onder woorden was gebracht, niet met de realiteit overeenstemde. De moderne natuurkunde kan niet worden gekarakteriseerd als op basis van denkeconomische principes georganiseerde ervaringskennis. De gehele ervaringsbasis van de algemene relativiteitstheorie, bijvoorbeeld, bestond, omstreeks 1920, uit niet meer dan drie, nogal magere tests. In de discussies over de geometrie van de fysische ruimte was bovendien, met name door Poincaré, gewezen op de keuzes die moeten worden gemaakt bij het inrichten van fysische theorieën. Zulke keuzes zouden niet empirisch, maar louter op basis van esthetische of metafysische principes te rechtvaardigen zijn.

De problemen waarop de wetenschapsfilosofen in de jaren twintig en dertig een antwoord trachtten te geven, spruiten hieruit voort. De begrippen en theorieën van de moderne fysica waren erg abstract geworden, ver verwijderd van de normale ervaring van fysici. Dus rees het probleem hoe die abstracte theorieën verbonden zouden kunnen worden met de voor fysici vertrouwde wereld. De oplossing lag voor de hand. Door de ontwikkelingen in het grondslagenonderzoek van de wiskunde (met name Hilbert, Whitehead en Russell) was bekend dat verzamelingen uitspraken gereconstrueerd konden worden (volledig, naar men toen nog dacht) met behulp van eindige, axiomatische systemen. Om de eigenschappen van theorieën, opgevat als verzamelingen van uitspraken, te bestuderen, zouden wetenschapsfilosofen zich dus kunnen beperken tot de analyse van geaxiomatiseerde theorieën. Het oorspronkelijke probleem was op die manier te reduceren tot de vraag hoe een stelsel abstracte axioma's geïnterpreteerd zou kunnen worden. Het antwoord daarop luidde: door correspondentieregels, door een dictionaire.

De koppeling tussen het theoretisch vocabulaire en de observatietermen die zo kan worden verkregen is wel bekend. Het voornaamste probleem dat eraan kleefte evenzeer. Het wordt gevormd door de observatietermen, waaraan aanvankelijk weinig aandacht is geschonken. Want wat daarover door

logisch-empiristen werd geschreven is louter filosofische make-up. Het vervult geen functie, zoals blijkt uit het feit dat Carnap zonder probleem van een fenomenalistische naar een fysicalistische interpretatie kan switchen. De keuze voor een van deze interpretaties is, zo merkt hij op, een persoonlijke. 'Observatietermen', dat is de common-sense van wetenschappelijke onderzoekers, dat wat hen reeds bekend is, filosofisch opgepoetst.

Hempel stelt nu voor het samenstelsel van axiomatisch systeem en correspondentieregels te vervangen door 'interne principes' en 'brugprincipes', waarbij de eerste het 'theoretisch scenario' specificeren en de laatste de koppeling tot stand moeten brengen tussen dat scenario en de vroeger onderzochte verschijnselen die de theorie moet verklaren (p. 244 e.v.). Het mag geen verwondering wekken dat hij het verwijt te horen krijgt de oude tweedeling te vervangen door een nieuwe, maar een die met de oude problemen is behept (p. 259).

Voor het verval van de standaardreconstructie zijn een aantal redenen te noemen. In de eerste plaats was, in de jaren vijftig, het oorspronkelijke probleem verdwenen. Fysici waren vertrouwd geraakt met de erg abstracte concepties van de nieuwe theorieën. Eddington keek nog in 1919 vreemd op, toen hem werd gezegd dat hij een van de drie mensen ter wereld was die de algemene relativiteitstheorie begreep, omdat hij zich afvroeg wie dan wel die derde was. Maar in de jaren vijftig wordt diezelfde theorie overal ter wereld aan eerste- en tweedejaars studenten onderwezen.

Het onderzoeksprogramma dat met de standaardreconstructie verbonden was lijkt dan ook uitgeput, terwijl de wetenschapsfilosofie inmiddels een academische discipline is geworden. Er komen weinig nieuwe ideeën ter sprake. En het is duidelijk dat een principieel probleem — het onderscheid en de koppeling van het theoretisch vocabulaire en de observatietaal — niet bevredigend is opgelost. Onder invloed van de latere filosofie van Wittgenstein verschuift de aandacht van een deel van de filosofen bovendien van theoretische reconstructies naar beschouwingen die dichter bij het feitelijk door onderzoekers gebruikte spraakgebruik liggen. In de wetenschapsfilosofie is dat merkbaar in het werk van Hanson — die midden jaren vijftig in Cambridge verbleef — en in de toenemende belangstelling voor wetenschapsgeschiedenis. Niet de structuur van wetenschappelijke theorieën in een voor wetenschapsfilosofisch onderzoek geschikte, bijvoorbeeld axiomatische gedaante, maar de structuur van theorieën zoals zij 'feitelijk' functioneren wordt het probleem.

Een belangrijk deel van de aandacht van wetenschapsfilosofen is daarom momenteel gericht op de structuur van wat ik hiervoor de common-sense van wetenschappelijk onderzoekers heb genoemd. Door het werk van Pop-

per, Hanson, Kuhn, Feyerabend en Achinstein is duidelijk geworden dat de wetenschappelijke waarneming 'theorie-afhankelijk' is, dat wat waargenomen wordt deels afhangt van het conceptuele apparaat waarover de waarnemer reeds beschikt, van zijn voorkennis en verwachtingen, van de theorieën die hem ter beschikking staan om de organisatie te zien in wat zich aan hem voordoet. Kuhns voordracht op het symposium 'The structure of scientific theories', 'Second Thought on Paradigms', heeft hierop betrekking (p. 459–517).

'Second Thoughts' vormt een geheel met Kuhns eerder gepubliceerde bijdragen in de Lakatos- en Musgrave-bundel *Criticism and the Growth of Knowledge* en zijn *postscript-1969* in de tweede druk van *The Structure of Scientific Revolutions*. We vinden dan ook enige overlap, onder andere betreffende het onderscheid dat Kuhn nu expliciet maakt tussen de twee hoofdbetekeningen waarin het begrip 'paradigma' door hem werd gebruikt, te weten 'exemplar' en 'disciplinary matrix'. De voordracht en de daarop gevolgde discussie is daarnaast om tenminste twee redenen interessant.

In hoofdstuk V van *The Structure of Scientific Revolutions* had Kuhn de 'prioriteit van paradigma's' (in de zin van exemplars) verdedigd. En ook nu zegt hij dat 'shared examples can serve cognitive functions commonly attributed to shared rules. When they do, knowledge develops differently from the way it does when governed by rules' (p. 482). In zijn voordracht vertelt Kuhn echter ook dat hij aan een computermodel werkt, dat hem in staat moet stellen het proces te simuleren waarin iemand aan de hand van hem aangeboden informatie zich een classificatie toeëigent. Kennelijk is Kuhn dus óók van mening dat de cognitieve functies die gedeelde voorbeelden vervullen *gereconstrueerd* kunnen worden met behulp van modellen die alleen werken, wanneer zij volledig in expliciete regels zijn uitgedrukt, i.c. computermodellen. Deze schijnbare tegenspraak wordt in de discussie opgehelderd (p. 509–511).

Kuhn blijkt met 'regelvolgen' het *bewust* volgen van regels te bedoelen, het kiezen van een regel na alternatieven te hebben overwogen, etc. In die zin volgen onderzoekers in 'normaal wetenschappelijk' onderzoek inderdaad geen regels, maar oriënteren zij zich aan typische voorbeelden, aan exemplars. Dit sluit echter de mogelijkheid niet uit van reconstructies die de regels bloot leggen die onderzoekers, zij het niet expliciet en bewust, volgen. Voor een toekomstige onderzoekersstrategie binnen de wetenschapsfilosofie is dat een belangrijke conclusie. Gedurende enige tijd is de opvatting dat formalisering en meer exacte reconstructies in de wetenschapsfilosofie weinig soelaas kunnen bieden, nogal in trek geweest. (En Kuhn en Feyerabend, bijvoorbeeld hebben daar het hunne aan bijgedragen.) Kuhn heeft kennelijk nu het gevoel in het verkeerde kamp te worden geplaatst,

want hij merkt in de discussies op: 'I am not, as some readers of *The Structure of Scientific Revolutions* have thought, a mystic or a man who finds notions like intuition, *Verstehen*, or empathy are useful to philosophy of science in their present form' (p. 510). Hij meent dat de regels die wij moeten zoeken echter niet regels zijn die noodzakelijk en/of voldoende voorwaarden specificeren, maar regels die *verwantschappen* uitdrukken. (vergelijk ook het belangrijke artikel van Kuhn in *Erkenntnis*, 10, 1976). Voor zover valt na te gaan op basis van zijn beschrijving moet Kuhns toekomstige computermodel ook precies dat presteren. Of het ooit zover zal komen lijkt mij twijfelachtig. In dit domein zijn een aantal specifieke en principiële problemen bekend, die wetenschapsfilosofen op den duur niet zullen kunnen negeren (cf. E. M. Gold, 'Language Identification in the Limit').

Is Kuhns nadruk op verwantschappen nu iets specifiek? Toulmin merkt in zijn nawoord bij het symposium op (p. 608) dat Kuhns argumenten in deze, toegelicht aan de hand van een voorbeeld waarin 'Johnny' watervogels leert onderscheiden, nauw verwant zijn met argumenten die Bertrand Russell twintig jaar eerder in *Human Knowledge* gebruikte. Niet alleen dit feit maakt het interessant Kuhns kennistheoretische positie nader te onderzoeken. In zijn coreferaat bij Kuhns voordracht wijst F. Suppe erop dat Kuhns 'disciplinary matrices' onder meer conceptuele kader zijn en dat Kuhns verslag van de manier waarop 'Johnny' leert, nauw verwant is aan wat bekend staat als ostensieve definities. Conceptuele kaders en ostensieve definities behoren echter zonder twijfel ook tot de logisch-empiristische inboedel. Wellicht was het dan toch geen vergissing dat Kuhns belangrijkste werk in *The Encyclopedia of Unified Science* verscheen. Dat is het tweede aspect waarin 'Second Thoughts' interessant is.

Op basis van deze voordracht zou Kuhn een tamelijk traditionele kennistheoretische positie moeten worden toegeschreven. 'Johnny' eigent zich een standaard voor classificatie toe in termen waarvoor geen logisch-empirist zich zou schamen. Maar dat maskeert, denk ik, een essentieel element in Kuhns positie in het algemeen. De oorzaak daarvan is vermoedelijk dat Kuhn, in plaats van zich op een concreet, wetenschapshistorisch voorbeeld te richten, zijn probleem te veel stelt in common-sense termen. De liefde voor watervogels is onder wetenschapsfilosofen kennelijk wijd verspreid. Kuhn is niet de eerste wiens zicht op reële wetenschapsfilosofische problemen belemmerd wordt door eenden, witte en zwarte zwanen.

Door een common-sense voorbeeld te kiezen beperkt Kuhn de discussie *a priori* tot 'normaal wetenschappelijke' periodes. En met betrekking tot zulke periodes is Kuhns positie *kennistheoretisch* weinig origineel. Die wordt pas interessant in het geval van wetenschappelijke revolutie, wan-

neer Kuhn claimt dat de omwentelingen zich op *alle* niveaus van de taal laten gelden. Dan valt de basis weg die naar logisch-empiristen veronderstelden altijd aanwezig was, de observatietaal. Pas daar waar incommensurabiliteit wordt geponeerd, wijkt Kuhns kennistheorie af van de traditie.

Dat over incommensurabiliteit overigens nog niet het laatste woord is gezegd, moge blijken aan de hand van de bijdragen van D. Bohm (p. 374–423). Bohm betoogt dat incommensurabiliteit een irrelevante notie is, eenvoudig omdat commensurabiliteit niet bestaat. Theorieën zijn, meent hij, ‘gehelen’, die niet in onderdelen kunnen worden onderscheiden. Betekenissen van termen, waarheidscriteria, testmethoden vormen een ondeelbaar geheel. Theorieën die veranderen, veranderen dan ook *altijd* als geheel, op alle mogelijke niveaus. En dat speelt zich, meent Bohm, niet alleen af in localiseerbare ‘revoluties’, maar continu. We hebben alleen de neiging de vernieuwing te onderschatten en vol te houden dat ‘in wezen niets veranderd is’. Zo groeit verwarring, die dan alleen door een revolutie op te lossen is. ‘Normale wetenschap’ is dus een term die hooguit onze kortzichtigheid aanduidt. In de illusie dat we nog steeds binnen één programma werken, zien we de werkelijke veranderingen in de wetenschap (nog) niet. In een wetenschappelijke revolutie proberen we als het ware in één klap alle vroegere – niet opgemerkte – veranderingen te verdisconteren.

In de discussie die op Bohms bijdrage is gevolgd is getracht Bohms beweringen te weerleggen door een *reductio ad absurdum*. Omdat theorieën ‘gehelen’ zijn, wordt de consequentie getrokken (onder andere door Kuhn, p. 409) dat iedere communicatie tussen onderzoekers onmogelijk is, dat ieder zijn eigen ‘private science’ beoefent. Kuhns eigen oplossing is een theorie te identificeren met een *groep* onderzoekers, die relatief gemakkelijk onderling communiceren maar op meer problemen stuiten wanneer zij met leden van andere groepen (concurrenten, voorgangers, etc.) in discussie willen treden. In deze oplossing is, zoals Kuhn zelf heeft opgemerkt, een cirkel bevat. Uit het feit dat Bohm, in een nawoord (p. 420), instemt met Kuhn, maar in een concreet geval (i.c. de geschiedenis van de quantummechanica) meer en dus ook kleinere groepen onderzoekers onderscheidt dan Kuhn geneigd lijkt te doen, moge bovendien duidelijk zijn dat op dit punt een aantal onduidelikheden zijn te overwinnen. Enerzijds zullen preciesere en formele criteria moeten worden ontwikkeld voor het al dan niet incommensurabel zijn van gezichtspunten en theorieën, anderzijds zouden de inzichten daarover aan de hand van gedetailleerde historische studies moeten worden toegelicht. Het eerste zal alleen al daarom erg lastig zijn omdat zulke criteria de rudimenten van een of andere betekenistheorie vooronderstellen.

Wetenschapsfilosofen zijn zich meer en meer gaan interesseren voor de ge-

schiedenis van de wetenschappen. Maar het moet I. B. Cohen worden toegegeven dat zij haar daarbij nogal eens stiefmoederlijk behandelen. Cohen tikt in zijn bijdrage (p. 308—373) met name Karl Popper op zijn vingers voor een beschouwing over de relaties tussen Kepler, Galileï en Newton (*The Aim of Science*, in Popper, *Objective Knowledge*). Daaraan blijkt, meent Cohen (p. 344), het verschil tussen het gezichtspunt van de wetenschapsfilosoof en dat van de wetenschapshistoricus. De eerste kan vaststellen dat de inhoud van Newtons theorie niet consistent is met een 'Keplerachtige' en een 'Galileï-achtige' theorie. Maar de historicus staat voor de taak te ontdekken of Newton zijn theorie ontdekte door een reeks logische stappen te doen vanaf de resultaten van Kepler en Galileï. Geloofde Newton dat zijn theorie afleidbaar was uit die van Kepler en Galileï?

Het grootste deel van Cohens bijdrage bestaat uit het behandelen van voorbeelden, de 'transformatie' van Keplers inertie-begrip naar dat van Newton, en de daarbij noodzakelijke introductie van het begrip 'bewegings-toestand' en het ontstaan van de tweede wet van Newton. Geconfronteerd met deze detailstudies blijkt nog eens hoe grof een belangrijk deel van onze wetenschapsfilosofische concepties eigenlijk nog zijn.

Dudley Shapere's bijdrage 'Scientific Theories and Their Domains' is erg interessant, omdat ook hij een aantal gedetailleerde historische voorbeelden bespreekt. Shapere stelt voor in plaats van het traditionele onderscheid in theoretische en observationele termen, de structuur van theorieën te onderzoeken door theorieën en hun domeinen te onderscheiden. Een domein is daarbij een geheel van onderling samenhangende informatie, *waarover een probleem bestaat*, dat gewoonlijk goed gedefinieerd en op basis van specifieke overwegingen wordt gesteld. Dat probleem moet bovendien belangrijk worden geacht en 'hanteerbaar' zijn in de gegeven stand van de wetenschap.

Shapere probeert dan orde te scheppen in het patroon van de overwegingen, die worden gebruikt om te beslissen wat een domein is en in de pogingen met een domein gekoppelde problemen op te lossen. Daartoe stelt hij vragen als a) Welke soorten overwegingen leiden een onderzoeker ertoe een verzameling van informatie als een geheel, een domein te beschouwen dat onderzocht moet worden? b) Hoe komt de beschrijving van de items van het domein tot stand? c) Wat voor soort inadequaatheden geven aanleiding tot nader onderzoek? d) Wat voor overwegingen leiden tot een onderzoeksprogramma, tot de verwachting dat bepaalde soorten antwoorden gezocht moeten worden voor de gestelde problemen? e) Op basis van wat voor redenen wordt een oplossing voor een probleem als adequaat aanvaard? Terwijl de meeste wetenschapsfilosofen zich louter tot de laatste vraag beperkt hebben, richt Shapere zich op (aspecten van) de andere. Aan de hand van twee voorbeelden (de geschiedenis van het periodiek systeem van ele-

menten en die van sterclassificaties op grond van spectraal-analyses) bespreekt hij twee *typen* theorieën en de structuur van hun domein. Shapere probeert daarbij condities te formuleren op grond waarvan het 'redelijkerwijs' verwacht kan worden dat een theorie van een van beide types een antwoord inhoudt op de vragen die door een domein dat aan die condities voldoet, worden opgeworpen. Ten slotte behandelt hij — aan de hand van de geschiedenis van het Bohrse atoommodel — de manier waarop theoretische onvolkomenheden kunnen worden behandeld. Met name op dit punt is een interessante vergelijking van zijn werk mogelijk met het bekendere werk van Lakatos.

Twee bijdragen heb ik nog niet genoemd. Suppes' 'The Structure of Theories and the Analysis of Data' is een poging een classificatie te verzinnen voor de manier waarop de relatie tussen theorieën en 'data' kan worden gelegd. In de discussie blijkt, voor zover dat al niet uit het lezen van Suppes' bijdrage zelf evident is, dat die classificatie niet deugt. Suppes meent verder dat de mensheid in twee klassen uiteenvalt: zij die nog niet werken met waarschijnlijkheidsconcepties (de klassieken) en zij die *overall* werken met waarschijnlijkheidsconcepties (de modernen).

Putnams bijdrage is samengevat door de redacteur. Hij kwam overeen met Putnams bijdrage aan de Schilppbundel voor Popper. Voor zover het Popper betreft lijkt mij Poppers commentaar juist: 'I enjoyed reading Prof. Hilary Putnam's paper because it is crisply and clearly written. But Prof. Putnam's conclusions are all wrong. (. . .) he found it unnecessary to do his homework' (Schilpp, p. 993). Aan de hand van Putnams bijdrage blijkt overigens dat ook een betrekkelijk slecht paper, een interessante discussie kan uitlokken.

Ik hoop duidelijk gemaakt te hebben dat dit een heel interessante bundel is. Het redactionele apparaat, bestaande uit een lang (200 pag.) overzicht van de wetenschapsfilosofie van de hand van F. Suppe, een uitgebreid noten-apparaat, redactionele interventies ter verduidelijking van issues, een zeer uitgebreide bibliografie en een excellent register is voorbeeldig. F. Suppe's inleiding is van kwalitatief hoog niveau en zou als onafhankelijke introductie in het huidige veld en de problemen van de wetenschapsfilosofie bestudeerd kunnen worden.

Referenties

- Carnap, R., Über die Aufgabe der Physik. *Kant Studien*, 28 (1923), blz. 90–107.
Carnap, R., The Methodological Character of Theoretical Terms, in: *Minnesota Studies*, I, Minneapolis 1956.

- Gold, E. M., Language Identification in the Limit, *Information and Control*, 10 (1967), blz. 447–474.
- Hempel, C. G., *Aspects of Scientific Explanation*, New York 1965.
- Hempel, C. G., On the 'Standard Conception' of Scientific Theories, in: *Minnesota Studies*, IV, Minneapolis 1970.
- Kuhn, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago 1970².
- Kuhn, T. S., Theory-change as structure-change: comments on the Sneed Formalism, *Erkenntnis* 10 (1976), blz. 179–199.
- Lakatos, I., en A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Londen 1970.
- Popper, K. R., *Objective Knowledge*, Oxford 1973.
- Schilpp, P. A., (ed.), *The Philosophy of Karl Popper*, La Salle 1974.