

Bespreking van: I. Lakatos, *Proofs and Refutations. The Logic of Mathematical Discovery*. Cambridge University Press 1976, f 12,—.

C. Howson, *Method and Appraisal in the Physical Sciences. The Critical Background to Modern Science, 1800–1905*. Cambridge University Press 1976, f 62,50.

In de loop van haar ontwikkeling is de methodologie zich in toenemende mate gaan beperken tot de analyse van geformuleerde theorieën of hypothesen. De methodologie tracht de redenen voor de aanvaarding van theorieën te articuleren; haar aandacht is vooral gericht op het ontwikkelen van een toetsingslogica. De weg van de ene hypothese naar de andere, van een onverwacht experimenteel resultaat naar een nieuw theoretisch inzicht valt buiten haar domein. Ontdekking is een onderwerp voor de psychologie; methodologisch valt er niets over te zeggen. Het onderscheid dat correspondeert met deze taakopvatting staat bekend als de 'context of discovery' versus de 'context of justification'. De hierop gebaseerde definitie van 'methodologie' kan — zij het niet in die termen — al worden aangetroffen in het werk van Herschel in het eerste kwart van de 19e eeuw. Sindsdien vermindert de aandacht voor 'ontdekking' gestaag. Mill heeft getracht het verloren terrein terug te winnen, maar aangezien hij zijn ontdekkingslogica formuleerde binnen een van de meest naïeve vormen van empirisme en inductivisme, hadden zijn pogingen eerder een averechts effect. De voorstanders van een inperking van de methodologie tot de 'context of justification' werden er in hun opvattingen door bevestigd. Natuurlijk is er nog Peirce, in wiens werk men over elk onderwerp wel iets oorspronkelijks kan vinden; met het begrip 'retroductie' wilde hij plaatsmaken voor een vorm van redeneren, waardoor men van een hypothese met bijbehorende data tot een nieuw gezichtspunt komt, en zo een logische structuur in het doen van ontdekkingen blootleggen.

Daarna wordt het echter volkomen stil rond de ontdekkingslogica. In de 20e eeuw lijkt het pleit volkomen beslecht te zijn. Reichenbach canoniseert het onderscheid tussen 'context of discovery' en 'context of justification' en de methodologie analyseert slechts toetsingsprocessen of expliciteert begrippen. Ontdekking lijkt definitief aan de psychologie toe te vallen. Slechts

Popper vormt een onbewuste uitzondering (waarom hij een 'onbewuste uitzondering' is legt Lakatos uit in *Proofs and Refutations*, p. 143). Pas aan het begin van de jaren zestig zien we binnen de methodologie een heropleving van de belangstelling voor het ontdekkingsproces. Een van de eersten is Hanson, die een opgepoetste versie van Peirce's retroductie-opvatting naar voren brengt. Belangstelling voor de logica van ontdekkingen en interesse in de dynamiek en geschiedenis van de wetenschap zijn uiteraard nauw met elkaar verbonden. Het is dan ook niet verwonderlijk dat juist Kuhn zich bekneeld voelt door het keurslijf van een methodologische preoccupatie met toetsing. Terecht wijst hij er op dat wetenschappers kiezen voor bepaalde theorieën op basis van de belofte, die zij inhouden voor de toekomst. Zij verwachten dat sommige theorieën een beter vehikel voor vooruitgang en ontdekking zijn dan andere. Wanneer men zulke keuzes serieus neemt, dan heeft dit tot gevolg, dat het onderscheid tussen toetsing en ontdekking wordt opgeblazen. Niet alleen toetsing beslist blijkbaar over de aanvaardbaarheid van een theorie.

Kuhns 'future promise of a theory' betekent natuurlijk ook een herdefinitie van het begrip 'logic of discovery'. Het belangrijkste argument tegen zo'n ontdekkingslogica is steeds geweest dat er geen methode bestaat om nieuwe ontdekkingen te doen. Ook bij Peirce en Hanson wordt de ontdekkingslogica nog als een vorm van redeneren opgevat. Vandaar dat retroductie, naast inductie en deductie als een derde weg wordt ingevoerd. De belofte die een theorie inhoudt, duidt echter op iets anders: de heuristische kracht van een theorie. Wat is echter 'heuristische kracht'? Kuhns psychologische terminologie is nauwelijks verhelderend. Zijn uitspraken over heuristische kracht zijn, net als die van Feyerabend, eerder indicatief voor hun wanhoop aangaande de oude tweedeling, dan dat ze die constructief overstijgen.

Het is juist Lakatos, die vanaf het begin van zijn methodologische ontwikkeling de notie van heuristische kracht, van een ontdekkingslogica, tot het centrale thema van zijn werk heeft gemaakt. Hij is de enige voor wie heuristiek steeds een echt methodologisch begrip is geweest. Die overtuiging een plaats te geven in een methodologisch systeem is de rode draad die door zijn werk en dat van zijn leerlingen loopt. Zijn essay *Proofs and Refutations* getuigt van dit streven. Het zet zich af tegen formalisme en deductivisme (die men binnen de wiskunde als representanten van de nadruk op toetsingslogica kan beschouwen) door te laten zien dat er in de informele wiskunde een voortdurende groei van wiskundige kennis plaats vindt door de interactie tussen bewijs en weerlegging.

Lakatos behandelt de geschiedenis van een hypothese van Euler over de relatie tussen ribben (R), hoekpunten (H) en vlakken (V) in polyhedra. Hij

meende dat voor alle polyhedra gold: $H - R + V = 2$. De geschiedenis van deze stelling is er een van pogingen bewijzen te geven en pogingen tegenvoorbeelden te vinden. Aanvankelijk dreigde de stelling onder tegenvoorbeelden bedolven te worden. Een eerste (methodologisch) primitieve reactie was het uitbannen van deze weerleggingen door ze als 'monsters' te kenschetsen. Het waren perverteringen van het oorspronkelijk object. Zo'n methode degenereert uiteraard al snel tot een verzameling manoeuvres, die slechts tot doel hebben een favoriete stelling te beschermen.

De methode, die in de loop van de 19e eeuw geleidelijk deze tactiek gaat vervangen, is die van 'bewijs en weerlegging'. Dat deze ontwikkeling niet tot het bewijzen van Eulers gissing beperkt was, maar ook in de Analyse meer en meer veld wint, laat Lakatos nu zien in een toevoeging aan het oorspronkelijke essay, waarin het continuïteitsbeginsel wordt behandeld. Lakatos meent dat de methode van 'proofs and refutations' vooral in het werk van Weierstrass zijn oorsprong vindt. De methode smeedt bewijzen en tegenvoorbeelden tot een hechte eenheid aaneen. Wanneer men geconfronteerd wordt met een tegenvoorbeeld voor een stelling, dient een nauwkeurige analyse van het bewijs van de stelling gemaakt te worden. Men moet in het bewijs die assumptie (of: lemma) zien op te sporen, die net als de stelling zelf door het tegenvoorbeeld weerlegd wordt. Dat lemma wordt dan als voorwaarde, waaronder de stelling geldig is, in een herformulering van de stelling opgenomen. De meeste van zulke lemma's zijn echter verborgen. Het zijn niet-geformuleerde assumpties en een analyse van het bewijs dat ze lokaliseert is uiterst moeilijk. Het risico van deze methode is dat er een inhoudsverminderende druk op de stelling van uitgaat. Interessant zijn daarom ook die tegenvoorbeelden, die wel het bewijs, of een deel er van falsificeren, maar niet de stelling zelf. Vervanging van het hele bewijs of een gedeelte er van door een dieper, niet-weerlegd bewijs, of door niet-gefalsificeerde lemma's, vergroot de inhoud van de oorspronkelijke stelling. Het geven en analyseren van bewijzen zal daarnaast (vaak) ongemerkt tot een herdefinitie van de gebruikte termen leiden. Men bewijst dan ook meestal iets anders dan men tracht te bewijzen. Hierdoor wordt het mogelijk, dat alle soorten tegenvoorbeelden voor een inhoudsvergroting van de stelling kunnen zorgen. Daardoor hebben alle heuristische waarde: 'You cannot separate refutations and proofs on the one hand and changes in the conceptual, taxonomical, linguistic framework on the other. Usually, when a "counterexample" is presented, you have a choice: either you refuse to bother with it, since it is not a counterexample at all in your given language L_1 , or you agree to change your language by concept-stretching and accept the counterexample in your new language L_2 ... and explain it in L_3 ' (*Proofs and Refutations*, p. 93).

Lakatos' case-study laat zien hoe inderdaad in de loop van de 19e eeuw de te bewijzen stelling zelf, onder invloed van de pogingen een bewijs te geven enerzijds en de, in samenhang hiermee, ondernomen pogingen om bewijzen en stelling te weerleggen, de inhoud van de stelling zelf veranderde en zich verdiepte. Wanneer Poincaré in 1899 het meest diepe bewijs geeft tot dan toe, is het een stelling in de algebraïsche topologie geworden en zijn we een heel eind verwijderd van de stereometrische figuren van Euler.

Proofs and Refutations is een belangrijk boek vanwege de nadruk op heuristiek als een begrip in de filosofie van de wiskunde. Dat maakt het boek lezenswaard. Het feit dat het geschreven is in de vorm van een zeer geestrijke dialoog tussen de leerlingen van een klas, die de geschiedenis van een wiskundig probleem in enkele lesuren opnieuw creëren, maakt het bovendien een uiterst lezenswaardig boek. (Wiskundige kennis wordt *niet* verondersteld.) De dialoog geeft een rationele reconstructie van de geschiedenis van Eulers stelling en de 'ware' geschiedenis stond ook in 1963, toen dit essay voor het eerst verscheen, al in de voetnoten. Dit laatste levert nog een motief om het boek aan te bevelen: al te vaak wordt de indruk gewekt, dat Lakatos' latere werk in de methodologie van de empirische wetenschappen niet veel meer is dan een Popperiaanse herformulering van Kuhn. Ook opmerkingen van Lakatos zelf lijken dat soms te bevestigen (bijvoorbeeld aan het einde van 'falsification and the methodology of scientific research programmes'). *Proofs and Refutations* toont echter de onjuistheid van die stelling aan. Alle ingrediënten van Lakatos' latere werk zijn er in te vinden: de minachting voor falsificerende instanties op zich (p. 21), de autonomie van de theorie (p. 70), de nadruk op positieve kritiek (p. 112), het idee van een rationele reconstructie van de geschiedenis (p. 84) en vanzelfsprekend het centrale thema: de poging om heuristiek tot een methodologisch respectabel begrip te maken.

In zijn latere werk zijn al die elementen bewaard gebleven en heeft het laatste aspect alleen maar meer nadruk gekregen. Dit kan men zien aan de drie criteria voor aanvaardbaarheid van een onderzoeksprogramma, zoals Lakatos die in 1970 formuleerde: voorspelling van nieuwe feiten (theoretisch progressief), empirische bevestiging van tenminste een aantal voorspellingen (empirisch progressief) en tenslotte de eis dat de ontwikkeling van een onderzoeksprogramma planmatig en systematisch verloopt (heuristische aanvaardbaarheid). De positieve heuristiek van een programma: het geheel van aanwijzingen, regels en ideeën dat dient om de harde kern van een onderzoeksprogramma via progressieve probleemverschuivingen uit te bouwen, is bepalend voor deze derde vorm van aanvaardbaarheid. Onderzoeksprogramma's kenmerken zich door heuristieken van uiteenlopende

kracht. Heuristiek wordt hiermee een eigenschap van het theoretische systeem zelf. Door deze objectivering van de 'future promise' van een theorie, wordt een objectieve basis gegeven aan de beslissing van wetenschappers om een theorie op die grond te prefereren boven een andere.

Naast deze belangstelling voor heuristiek wordt Lakatos' methodologie gekenmerkt door de waarde die gehecht wordt aan historische analyses. Het boek *Method and Appraisal in the Physical Sciences* (onder redactie van C. Howson) laat de methodologie van Lakatos zien op het kruispunt van die twee lijnen: historische case-studies met een sterke nadruk op de heuristische kracht van verschillende onderzoeksprogramma's. Lakatos' eigen artikel 'History of science and its rational reconstructions' opent het boek, gevolgd door historische artikelen van leerlingen van hem. Feyerabend besluit de rij met een interessante, maar ietwat oppervlakkig beargumenteerde, kritische beschouwing van de studies.

Twee artikelen uit de bundel verschenen al eerder. Lakatos' artikel werd oorspronkelijk gepubliceerd in deel 8 van de 'Boston Studies in the Philosophy of Science' (Dordrecht 1971). Zahars studie verscheen in 1973 in twee afleveringen in *The British Journal for the Philosophy of Science*.

Natuurlijk is 'heuristiek' niet het enige front waarop de methodologie der onderzoeksprogramma's in deze bundel de strijd aanbindt met wetenschapstheoretische concurrenten. Zo richt Musgrave's studie van de chemische revolutie zich vooral tegen inductivistische, falsificationistische en conventionalistische verklaringen van de afloop van die revolutie, waarin het flogiston-programma werd overstegen door Lavoisiers zuurstofchemie. Musgrave wil laten zien dat alle methodologische posities de geschiedenis moeten vervalsen om een rationele reconstructie te kunnen geven. Alleen Lakatos' methodologie vermag de chemische revolutie intern, rationeel te reconstrueren. Dat maakt volgens Musgrave een externe (dat is: causale, sociaal-psychologische of sociologische) verklaring overbodig. Ook de overige artikelen, en met name Worrall, benadrukken geregeld het voordeel van een interne verklaring boven een externe. Geheel en al bevredigend zijn deze regelmatig terugkerende bezweringen van het externalisme niet, daar zij zelden intensief beargumenteerd worden. Zelfs Worrall, die zich expliciet bezighoudt met de relatie tussen geschiedenis en filosofie van de wetenschap, gaat er stilzwijgend vanuit dat interne verklaringen automatisch beter zijn dan externalistische. Ik heb persoonlijk met die opvatting geen moeite. Onder sociologen en nog sterker onder wetenschapshistorici leeft echter een veel minder sterke preferentie voor rationele verklaringen. Voor hen is het, omdat zij meer in de vraag 'hoe verliep het', dan in de vraag 'in welke richting verliep het' geïnteresseerd zijn, niet vanzelfsprekend dat een rationele reconstructie beter is dan een causale verklaring.

Terug naar de heuristiek. In alle andere case-studies staat dit begrip als een beslissingscriterium voor wetenschappers centraal. Zo laat Zahar zien dat, alhoewel in 1905 Einsteins en Lorentz' theorieën observationeel equivalent waren, Einsteins programma een grotere heuristische kracht bezat. Het was op grond van die superieure heuristiek, dat wetenschappers er de voorkeur aan gaven te werken in het Einsteinse programma. Dat was een belofte voor de toekomst. De heuristiek van Lorentz' programma daarentegen was uitgeput: hij was begonnen vanuit een simpel model van de ether (de stof die volgens de 19e eeuwse natuurkunde de electromagnetische en lichtgolven draagt) de eigenschappen van het elektromagnetische veld af te leiden. Een tijd lang was hij daarin succesvol, maar rond 1905 bloedt het programma dood. Meer en meer zag Lorentz zich genooddaakt om uit het gedrag van het elektromagnetische veld de eigenschappen van de ether af te leiden, hoe absurd die eigenschappen ook waren. Het is overigens pas met de algemene relativiteitstheorie in 1916, dat Einstein Lorentz' programma ook empirisch overstijgt. Dit geeft tevens aan hoe onafhankelijk theoretische en empirische aanvaardbaarheid zijn van de heuristische kracht. Het toont ook aan waar Lakatos Popper overstijgt: empirische en theoretische aanvaardbaarheid vindt men reeds bij Popper. De notie van heuristische kracht nauwelijks.

De boodschap van de artikelen van Worrall en Frické is van gelijke strekking. Worrall toont dat Youngs werk aan de golftheorie van het licht in het begin van de 19e eeuw niet alleen snel degenereerde, maar dat het ook werd verworpen, omdat de deeltjestheorie van het licht een vruchtbaarder heuristiek had. Frické bereikt een soortgelijk resultaat aangaande het werk van Avogadro, dat bijna vijftig jaar 'vergeten' werd. Terecht volgens Frické.

Tenslotte de studie van Clark. Hij laat zien, dat bij het bestuderen van warmte-verschijnselen de heuristisch krachtige atoomtheorie, nadat zij aanvankelijk een snelle theoretische en empirische groei had getoond, tussen 1850 en 1880, in de laatste decennia van de 19e eeuw degenereerde en werd overstegen door de 'a-theoretische' en heuristisch-arme fenomenologische thermodynamica. De kinetische theorie bezit daarom een rijke heuristiek, omdat zij een direct verband legt tussen theorie en ontologie en omdat zij richtlijnen bevat om de theorie verder uit te bouwen, onafhankelijk van de concrete anomalieën die aanwezig zijn. Zo spoort de atoomtheorie de wetenschapper aan steeds meer simplificerende condities te laten vallen (bijvoorbeeld men begint met mono-atomaire gassen, dan diatomaire gassen, etc.). Bij confrontatie met een anomalie geeft de *heuristiek* de richtlijnen om haar op te lossen, niet het concrete feit zelf. De heuristiek van de fenomenologische theorie was arm en beperkte zich tot het 'uitmelken' van de eerste twee wetten van de thermodynamica door ze

steeds op nieuwe verschijnselen toe te passen, waarbij de toestandsvergelijkingen steeds weer empirisch moesten worden vastgesteld, of moesten worden geleend van andere wetenschappen. De heuristiek van het programma was afhankelijk van feiten! Desondanks overtrof dit programma de kinetische theorie in empirisch succes.

Dit brengt Clark tot een interessante stellingname over de gevolgen van deze degeneratie van het 'metafysische' atoomprogramma. Het succes van de fenomenologische thermodynamica leidde er toe, dat dit programma door een aantal wetenschappers tot het model van *de ware* wetenschap werd verheven. Zoals Duhem het stelde: 'Thermodynamica had reached maturity and constitutional vigor, when the mechanical models and the kinetic hypotheses came along to bring it the assistance it did not ask for, with which it had nothing to do and to which it owed nothing.' De opkomst aan het einde van de 19e eeuw van positivistische wetenschapstheorieën (Mach, Clifford, Pearson, Duhem) en het groeiende aantal pogingen de wetenschap van onvruchtbare metaphysica te zuiveren, worden zo een gevolg van interne ontwikkelingen in de wetenschap.

Het feit, dat heuristische kracht en empirisch succes niet samen hoeven te gaan en in een aantal gevallen zelfs sterk uiteen lopen, maakt heuristiek ook binnen de sociale wetenschappen een belangrijk keuze-motief. Men mag zelfs verwachten, dat hier 'heuristische kracht' nog belangrijker is dan in de natuurwetenschappen, gegeven het feit, dat er relatief weinig empirische vooruitgang geboekt wordt. Door een niet al te scherpe bril bekeken, valt in de ontwikkeling van de sociologie bijvoorbeeld de lange levensduur van grote theoretische systemen op tegenover het vaak korte leven van meer empirische benaderingen. Dat is des te opvallender, daar met name de theoretische perspectieven langdurig empirisch degeneratief zijn. Het zijn juist de heuristisch arme benaderingen, die er in slagen een tijd lang empirische vooruitgang te boeken. De hoge vlucht, die de kwantitatieve empirische sociologie in de jaren vijftig en begin zestig nam, is er een voorbeeld van. Een tijd lang wist deze vaak a-theoretische en heuristisch arme benadering zich door empirisch succes sterk te maken. Dat leidde zelfs, net als in het geval van de fenomenologische thermodynamica tot zelfbewuste verklaringen van de aanhangers er van, die de kwantitatieve empirische benadering tot model van de sociologie verhieven. Zonder een krachtige heuristiek kon haar echter geen lang leven beschoren zijn. Als de empirische nieuwtjes zijn afgeroomd, krijgen de heuristisch-sterkere, theoretische perspectieven, ondanks hun gebrek aan empirisch succes, weer de overhand. Wetenschappelijke onderzoeksprogramma's als marxisme en functionalisme zijn door hun rijke heuristiek onverwoestbaar. Om die reden alleen al (maar uiteraard niet uitsluitend om die reden) zullen sociale weten-

schappers er in blijven werken.

Ik geloof dat *Method and Appraisal in the Physical Sciences* een belangrijk boek is, dat door een ieder, die zich met wetenschapstheorie bezighoudt, verdient gelezen te worden. De uitwerking van Lakatos' methodologie in een aantal concrete historische studies is van het grootste belang. Dat wil niet zeggen dat er geen problemen verbonden zijn aan dit perspectief. Ook deze bundel studies maakt weer duidelijk, dat de beste voorbeelden voor Lakatos' methodologie sterk wiskundig georiënteerde theorieën zijn, waarvan de heuristiek grotendeels symbiotisch is met de wiskunde. Geregeld leest men dat, wanneer een programma eenmaal onder stoom is, de problemen *vooral* van wiskundige aard zijn. Dat geeft binnen de natuurwetenschappen naar mate die zachter worden, al vaak moeilijkheden om de positieve heuristiek van een theorie te lokaliseren. Zo'n probleem komt nog in sterkere mate naar voren wanneer men Lakatos op de sociale wetenschappen wil toepassen. Ook de relaties tussen wetenschappelijke praktijk en methodologie zijn nog niet geheel opgehelderd (hoewel Worrall weer enige verdere verduidelijking bewerkstelligt).

Vooraf bij gebruik in de sociale wetenschappen dient er rekening mee gehouden te worden, dat Lakatos voor reeds bestaande problemen geen oplossing biedt en dat zijn methodologie slechts het effect heeft nieuwe problemen op te werpen. Maar zoals Popper al schreef, wetenschap begint en eindigt met problemen en zeker in de sociale wetenschappen zal zelfs de meest op het vak *zelf* georiënteerde wetenschapper de woorden van één van de leerlingen aan het slot van *Proofs and Refutations* niet na kunnen zeggen: 'But I had no problems at the beginning! and now I have nothing but problems.'

L. W. Nauta (1929) is hoogleraar wetenschapsfilosofie en sociale filosofie aan de Rijksuniversiteit te Groningen. Hij publiceerde *Argumenten voor een kritische ethiek* (1971) en redigeerde de bundel *Het Neo-positivisme in de Sociale Wetenschappen* (1975).

Karel A. Soudijn (1944) studeerde psychologie aan de Universiteit van Amsterdam en is nu wetenschappelijk medewerker aan de Katholieke Hogeschool te Tilburg. Hij publiceerde *Dilemma's in sociaal-wetenschappelijk onderzoek* (1976). Hij is redactiesecretaris van *Kennis en Methode*.

P. Tijmes (1936) is secretaris van het Studium Generale aan de Technische Hogeschool Twente. Hij werkt aan een dissertatie over de structuur van het politieke denken bij Max Weber.

C. van den Berg is overdag biochemicus aan de afdeling Psychiatrie van de Rijksuniversiteit te Groningen. Het hier gepubliceerde artikel is een uitwerking van een op 27 oktober 1976 gehouden lezing voor het Studium Generale in Groningen.

W. L. Wardekker (1944) is als wetenschappelijk medewerker verbonden aan het Instituut voor Onderwijskunde aan de Rijksuniversiteit te Groningen. Hij houdt zich voornamelijk bezig met methoden van empirisch onderzoek en hun theoretische achtergronden.

L. Boon is wetenschappelijk medewerker aan het Centrum voor Algemene Vorming van de Vrije Universiteit van Amsterdam en correspondent van het *Amsterdams Sociologisch Tijdschrift*.