

Planta ('pukeltjes-affaire') deden in de jaren vijftig ook al pogingen om met plaatjes van bekende Nederlandse sporters de verkoop van hun producten te stimuleren. Nog steeds ben ik de trotse bezitter van het complete Leeuwenzegelalbum *Nederlandse Sport Successen* uit 1953 met onder meer plaatjes van heroïsche sporthelden als Kees Broekman, Wim van Est en Piet Kraak.

Voor het Panini-album voor het Europees kampioenschap voetbal 2020 moesten 678 stickers worden verzameld. De stickers konden worden gekocht in pakketjes van zes verschillende stickers. Voor het geval dat je niet kunt ruilen met andere verzamelaars zijn interessante vragen: hoeveel pakketjes heb je nodig om met een kans van 50% of meer een complete collectie stickers te verkrijgen en hoeveel is het benodigde aantal stickers als je een succeskans van 90% of meer wilt hebben? Onder de aanname dat de stickers uniform verdeeld zijn over de pakketjes, geeft Monte Carlo simulatie met 100.000 runs als antwoord dat 780 respectievelijk 993 pakketjes nodig zijn. Een analytische aanpak is ook mogelijk met behulp van een absorberende Markovketen. De Markovketen heeft de 679 toestanden $i = 0, 1, \dots, 678$, waarbij toestand i betekent dat je tot nu toe i verschillende stickers verzameld hebt. Toestand 0 is de begintoestand en toestand 678 is een absorberende toestand. De 1-staps overgangskansen in de Markovmatrix P zijn simpel en worden gegeven door hypergeometrische kansen. De kansverdeling van het aantal benodigde pakketjes voor een complete verzameling van stickers vind je door de matrix P herhaald met zichzelf te vermenigvuldigen: de kans dat je meer dan n pakketjes nodig hebt is 1 minus het $(0,678)^n$ element van het n -voudig matrix product van P met zichzelf.

De berekeningen voor het *coupon collector's* probleem met stickers in dezelfde frequenties zijn veel simpeler als je bij aankoop maar één sticker krijgt. Dan kun je de kansverdeling van het aantal benodigde aankopen voor een complete verzameling van stickers berekenen met de bekende inclusie-exclusie formule uit de kansrekening (of met een absorberende Markovketen) en kunnen voor de verwachtingswaarde m_s en de variantie v_s van het aantal benodigde aankopen bij s verschillende stickers de expliciete formules

$$m_s = s \sum_{k=1}^s \frac{1}{k} \text{ en } v_s = s^2 \sum_{k=1}^s \frac{1}{k^2} - s \sum_{k=1}^s \frac{1}{k}$$

gegeven worden. Deze expliciete formules berusten op het feit dat het aantal aankopen nodig om van verschil-

lende stickers naar $i+1$ verschillende stickers te gaan een geometrische kansverdeling met succeskans $(s-i)/s$ heeft. Voor s voldoende groot kunnen $\sum_{k=1}^s 1/k$ en $\sum_{k=1}^s 1/k^2$ worden benaderd door $\ln(s) + \delta$ en $\pi^2/6$, waarbij $\delta = 0,5772\dots$ de Euler-Mascheroni constante is.

De aanname dat de stickers random verdeeld zijn over de pakketjes en dus met dezelfde frequenties voorkomen, is cruciaal in bovenstaande berekeningen. Een empirische studie van Tim Paulden, 'Soccer fans in shiny sticker shock' in het Britse statistiek tijdschrift *Significance* Vol.18(2021)3, leidt tot grote twijfels of deze aanname vervuld is geweest bij het Panini-album voor het wereldkampioenschap voetbal in 2018. Verbazingwekkend is dit voor mij niet. Ook bij het album *Voetbalsterren* uit 1969 van de Utrechtse uitgever Vanderhout gaan hardnekkige geruchten dat de uitgever van sommige voetballers (waaronder Johan Cruyff) minder plaatjes heeft laten drukken om de verzamelaars hongerig te houden.

Als de frequentie waarmee een sticker voorkomt niet voor elke sticker hetzelfde is, wordt de situatie veel ingewikkelder. Voor het geval dat de stickers alleen per stuk verkocht worden, dan kunnen de verwachtingswaarde en de standaardafwijking van het aantal benodigde aankopen voor een complete verzameling nog wel analytisch berekend worden. Dit gaat met numerieke integratie van twee oneigenlijke integralen die met de 'Poissonization' truc van A.N. Kolmogorov verkregen worden. Zo vind je bijvoorbeeld de waarden 61,217 en 35,976 voor de verwachtingswaarde en de standaardafwijking van het aantal benodigde worpen met twee zuivere dobbelstenen totdat elk van de elf mogelijke uitkomsten 2, ..., 12, voor de som verschenen is. Een approximatie voor de kans dat meer dan n worpen nodig zijn om deze elf uitkomsten te verkrijgen is 1 minus het product van de kansen $1 - e^{-np_k}$ over $k=2, \dots, 12$, waarbij p_k de kans is op de som k in één worp. Deze simpele approximatie is algemeen toepasbaar voor het *coupon collector's* probleem met ongelijke kansen, ook voor het probleem met meerdere coupons per aankoop zoals bij het Panini-album.

HENK TIJMS is emeritus-hoogleraar operations research aan de Vrije Universiteit en auteur van diverse leerboeken over operations research en kansrekening, waaronder het boek *Basic probability; What every math student should know* (World Scientific Press, 2021, 2e druk).
E-mail: h.c.tijms@xs4all.nl



STATISTIEK EN FILOSOFIE: EEN VOORTSCHRIJDENDE SAMENSpraak?

Wachtenden bij de ingang van de Académie Française tot Henri Bergson naar buiten komt. Parijs, 24 januari 1918. Foto: Excelsior, journal illustré quotidiens

RICHARD STARMANS

Precies honderd jaar geleden ontving Albert Einstein de Nobelprijs voor Natuurkunde en de wijze waarop dit geschiedde was in menig opzicht curieus. Pas op 10 November 1922 stuurde het Nobelcomité Einstein een telegram met de mededeling dat hem alsnog de Nobelprijs voor – nota bene – het jaar 1921 was toegekend. Deze merkwaardige toewijzing 'met terugwerkende kracht' was in nog een ander opzicht verlaat. Zij vond pas plaats zeventien jaar na Einsteins *annus mirabilis* 1905, waarin hij een viertal artikelen had gepubliceerd over respectievelijk het foto-elektrisch effect, de Brownse beweging, de speciale relativiteitstheorie en de massa-energie vergelijking, en ruim zeven jaar nadat de algemene relativiteitstheorie in 1915 het licht zag.

Als klap op de vuurpijl besloot het Nobelcomité uiteindelijk Einstein de prijs toe te kennen 'for his services to theoretical physics and especially for the law of the photoelectric effect'. De relativiteitstheorie werd niet expliciet bekroond! Comitévoorzitter Svente Arrhenius beseftte dat hij de wetenschappelijke wereld een verklaring schuldig was en tijdens de *Presentation Speech* op 10 December 1922 verdedigde hij manmoedig zijn commissie door het controversiële karakter van de relativiteitstheorie te benadrukken. 'Most discussion centres on his theory of relativity. This pertains essentially to epistemology and has therefore been the subject of lively debate in philosophical circles. It will be no secret that the famous philosopher Henri Bergson has challenged his theory, while other philosophers have acclaimed it wholeheartedly.' Dat klinkt uiteraard als een nogal krampachtige apologie voor de werkwijze van de commissie, waarbij de relativiteitstheorie lijkt te worden verbannen uit het domein van de fysica naar de 'speeltuinen' der filosofen.

Einstein en Bergson

Toch sloeg Arrhenius met zijn verwijzing naar de Franse filosoof Henri Bergson (1859–1941) de plank niet geheel mis. Eerder dat jaar, op 6 april 1922, had de wijsgerig zeer onderlegde Einstein tijdens een lezing aan de Société Française de Philosophie te Parijs Bergson ontmoet. Diens status als filosoof, intellectueel en diplomaat was enorm en hij deed in internationale bekendheid niet voor Einstein onder. Sedert 1914 maakte Bergson deel uit van de Académie Française, de Franse regering zond hem in 1917 als speciale gezant naar de Amerikaanse president Wilson in een poging de VS actiever bij WO1 te betrekken en hij zou in 1927 de Nobelprijs voor Literatuur ontvangen. De ontmoeting leidde tot een jarenlange controversie tussen Einstein en Bergson, waarmee vele vooraanstaande wetenschappers en filosofen zich zouden bemoeien en die tot op heden onderwerp vormt van debat (Campo, 2021; Canales, 2015). Tijdens de bijeenkomst in Parijs nam Bergson het woord en kritiseerde de representatie van de tijd in de relativiteitstheorie, mede tegen de achtergrond van het fameuze tweeling-experiment, dat toen ook al buiten de natuurkunde opzien baarde. Bergson feliciteerde Einstein met de experimentele resultaten, maar stelde dat achter de relativiteitstheorie een foutieve metafysica schuilging. Tijd werd volgens hem als het ware 'geometriseerd', langs een afstandsmaat gelegd, gefixeerd en in stukken verdeeld, die geheel te overzien waren. Deze fysische tijd was volgens Bergson 'passief', veronderstelde een universum dat paradoxaal genoeg juist een terugkeer naar het determinisme impliceerde, waarbij alles vastlag, wording en creatie niet mogelijk wa-

ren; een werkelijkheid die zich bovendien onttrok aan de menselijke ervaring en het bewustzijn min of meer obsoleet verklaarde. Het was feitelijk louter een gemeten tijd of kloktijd, een (wiskundige) abstractie die voorbijging aan de werkelijke tijd. Deze laatste behelsde volgens Bergson de zuivere tijd (*temps pur*) of reële duur (*durée réelle*) die 'actief' was, niet ontdaan van de ervaring en 'gegeven aan het bewustzijn'. Deze reële duur maakte verandering, wording en creatie mogelijk en was noodzakelijk voor het begrijpen van het universum (Starmans, 2022).

Einstein nam de zaak aanvankelijk luchtig op en riposteerde met de inmiddels beroemde opmerking dat er naast fysieke tijd weliswaar psychologische tijd kan bestaan, maar beslist geen filosofische tijd. Voor Bergson stond er evenwel veel op het spel en hij zette op twee fronten de aanval in. Allereerst zocht hij steun voor zijn positie in de academische wereld, ook bij vooraanstaande fysici. Zo benaderde hij Hendrik Lorentz, zonder dat Einstein daarvan op de hoogte was en ontmoette hij diverse malen Albert Michelson met wie hij de implicaties van het beroemde Michelson-Morley experiment voor zijn 'zaak' besprak. Daarnaast verscheen nog in hetzelfde jaar zijn boek *Durée et simultanéité. À propos de la théorie d' Einstein* (1922). Het maakte duidelijk dat de aanval op Einstein geen losse flodder was, maar een volgende stap in een groot project, dat verder ging dan louter de representatie van de tijd of zelfs maar de relativiteitstheorie en waarvan de uitgangspunten reeds in zijn vroege werk waarneembaar waren. Met behulp hiervan tracht Bergson de wetenschappen, die na de fragmentatie van de kennis in de 19e eeuw waren ontstaan, te verrijken of aan te vullen met een eigen metafysica.

De controversie zou verstrekkende gevolgen hebben voor de verhouding tussen natuurkunde en filosofie, die op dat moment nog betrekkelijk harmonieus was (Starmans, 2022). Zij maakte van Bergson, de man van *l'évolution creative* en *élan vital* een tragische held, die vanuit een hooggestemd utopisme precies het tegenovergestelde bereikte van wat hij beoogde. In een tijd waarin de Franse filosofie zich steeds meer afwendde van de natuurwetenschappen en in Europa een schisma tussen analytische en continentale filosofie ontstond, geloofde hij oprecht in een wisselwerking en kruisbestuiving tussen natuurwetenschap en wijsbegeerte en probeerde hij de eendracht te herstellen. Tevergeefs; Bergson vond in de wetenschap weinig bijval en is thans vooral een boegbeeld in de filosofische traditie die hij verfoeide. De relatie tussen natuurkunde en filosofie (zoals Bergson die voorstond) verslechterde in rap tempo en lijkt heden ten dage een dieptepunt te hebben bereikt. Nobelprijswinnaar Richard

Feynmann verklaarde ooit dat filosofie voor de fysica even nuttig is als de ornitholoog voor de grasparkiet, Steven Hawking proclameerde in 2011 de dood van de wijsbegeerte en de vorig jaar overleden fysicus en eveneens Nobelprijslaureaat Steven Weinberg sprak schamper over de *unreasonable ineffectiveness of philosophy* (Starmans, 2022). Dat suggereert een onvervalste conflicthypothese betreffende fysica en filosofie. Daartegen is wel het een en ander in te brengen, maar we moeten hier volstaan met de constatering dat de huidige 'dialoog' tussen beide vooral mogelijk werd nadat filosofen hun conceptie van wijsbegeerte fors hadden bijgesteld.

Geldt dit nu voor alle wetenschappen? Hoe is bij voorbeeld de verhouding tussen statistiek en filosofie? Doemt ook hier een conflicthypothese op, zijn het NOMA's (*non overlapping magisteria*) of tekent zich een samenspraak af, wederzijds begrip of wellicht zelfs toenadering? We beperken ons tot een bescheiden bloemlezing van saillante voorbeelden, die hopelijk de contouren van de problematiek zichtbaar maken.

De genealogie van de onzekerheid

Anders dan de natuurkunde kan de statistiek niet bogen op een lange, tot de klassieke oudheid teruggaande relatie met de (natuur)filosofie. Toch is er een evidente inhoudelijke verbondenheid. De Griekse (natuur)filosofen worstelden al met variatie en verandering in de natuur, onzekerheid en onvolledigheid van de kennis, en toeval en onbepaaldheid. Toen medio 17e eeuw kansrekening en statistiek opkwamen en trachtten greep te krijgen op deze weerbarstige fenomenen, bleef dit dan ook niet onopgemerkt. Toch was de ontvangst onder filosofen aanvankelijk niet erg hartelijk en ook niet onverdeeld gunstig. Sceptis kwam allereerst vanuit de ethiek, die de probabilistische redeneerwijze wantrouwde, waardoor statistiek dikwijls in het beklagdenbankje terecht kwam (Starmans, 2018). Daarnaast vanuit de epistemologie: ware kennis is immers axiomatisch-deductief, het denken over onzekerheid en verandering behelst hooguit een vorm van 'doxa', een geïnformeerde of prudente mening. Dat veranderde eind 19e eeuw toen de probabilistische revolutie zich aandienende, vele empirische disciplines daarin meegingen en de wetenschapsfilosofie niet kon achterblijven. Een voorzichtige samenspraak kondigde zich aan. Een klassiek voorbeeld hiervan betreft de wijsgerige belangstelling voor de diverse interpretaties van het kansbegrip (klassiek, frequentistisch, logisch, *propensity*, subjectief/objectief Bayesiaans). Zo verankert het zeer toegankelijke

Philosophical introduction to probability (2005) van de Italiaanse wetenschapsfilosoof Maria Carla Galavotti ontwikkelingen binnen de kansrekening in de wijsgerige traditie. Pascal, Bernoulli, Bayes en Laplace worden geduid vanuit het empirisme van onder meer Francis Bacon, Hume, Stuart Mill en Whewell. Het logicisme van De Morgan, Boole, Jevons en Keynes krijgt reliëf tegen de achtergrond van filosofen als Wittgenstein, Waismann en Carnap. C.S. Peirce's propensity benadering wordt door de filosoof Popper 'gegeneraliseerd', maar ook diverse vormen van (hedendaags) Bayesianisme passeren de revue. Dit alles vanuit enkele minimale formele beginselen, waaronder Bayes' rule en Kolmogorovs axiomatisering van de kansrekening.

Een tweede en nog saillant voorbeeld betreft de wijze waarop statistische ideeën vorm hebben gekregen in de Bayesiaanse confirmatietheorie, die nog steeds toonaangevend is onder wetenschapsfilosofen die een rationele reconstructie van wetenschap nastreven. Fameus zijn *Scientific Reasoning; the Bayesian approach* uit 2006 van Colin Howson en Peter Urbach en *Bayes or Bust* uit 2005 van John Earman. Allerm minst traditioneel Bayesiaans, maar evenzeer relevant is het werk van Ronald N. Giere, die sedert eind jaren 60 zijn wetenschapsfilosofie opbouwde vanuit theoretisch-statistische kwesties, zoals controversen tussen Pearson en Fisher, maar ook het verschil tussen Neymans intervalschattingen en Bayesiaanse benadering van *credible intervals*. Zoekt men een 'actievare' wijsgerige bijdrage in de ontwikkeling van het probabilistische denken, dan kan a fortiori het werk van de filosofen Hans Reichenbach, Irving John Good en Patrick Suppes worden genoemd, die niet alleen binnen de probabilistische benadering van causaliteit baanbrekend werk verrichtten, maar ook in ruimere zin bijdroegen aan de kennisleer.

Uiteraard kan men bij het duiden van de relatie tussen statistiek en filosofie ook een andere invalshoek kiezen en op zoek gaan naar denkers voor wie beide disciplines twee kanten van dezelfde medaille vormden en die zo bijdroegen aan de 'genealogie' van het denken over onzekerheid. Men komt dan al gauw uit bij de vermaarde statisticus, maar vergeten filosoof Karl Pearson, wiens *The Grammar of Science* uit 1905 grote invloed uitoefende op Einstein en één van de belangrijkste boeken uit de vroege wetenschapsfilosofie zou vormen. We besluiten deze summier opsomming met filosofen die, wellicht behept met enige vorm van bergsoniaanse hubris, het vigerende formele paradigma van de kansrekening uitdaagden. Bekend is in dit opzicht het boek *The Probable and the Provable*, geschreven door de filosoof L.J. Cohen, die een

alternatieve probabilistische methode ontwikkelde, welke niet gebukt gaat onder de tekortkomingen van wat hij benoemt als de 'Pascaliaanse' traditie. Het boek is onder rechtsfilosofen nog steeds populair en sluit aan op psychologisch onderzoek naar probabilistische paradoxen in alledaags redeneren, zoals dat in de jaren 70 opkwam en vooral door psychologen als Daniel Kahneman en Amos Tversky tot bloei is gebracht. Hoe dan ook, deze onvolledige opsomming suggereert dat van een harde conflicthypothese geen sprake hoeft te zijn en dat enige vorm van wederzijds begrip of interactie tussen statistiek en filosofie niet op voorhand dient te worden uitgesloten.

Andrew Gelman en Deborah Mayo

Is dit alles nu echt overtuigend? Nee, volgens de Amerikaanse Bayesiaanse statisticus Andrew Gelman (1965), die al meer dan tien jaar in artikelen, lezingen en blogs pleit voor meer wisselwerking en kruisbestuiving tussen statistiek en filosofie. Al in zijn artikel 'Philosophy and the practice of Bayesian statistics' (2011) bepleit hij het eminente belang van filosofie voor zowel het statistisch onderzoek, als de statistische praktijk. De auteur stelt dat in dit opzicht te veel sprake is van *freewheelen* onder zijn collega's. Hij benadrukt zelf primair statisticus te zijn en slechts een deel van de relevante filosofische literatuur in zijn beschouwing te hebben betrokken. Zo beperkt hij zich tot iconen als Karl Popper en Thomas Kuhn en spoort zijn collega's aan om direct aansluiting te zoeken bij meer recent wetenschapsfilosofisch onderzoek.

Gelman gaat vervolgens een stap verder en stelt dat het in de hedendaagse statistiek gebruikelijk is om statistische scholen of uitgangspunten te relateren aan of zelfs te verankeren in filosofische paradigma's of posities. Hij verwijst daarbij onder meer naar het inductivisme en het hypothetisch-deductieve-model als concepties van wetenschap. Vervolgens typeert hij diverse verworvenheden van de 'klassieke' statistiek als manifestaties van hypothetisch-deductief redeneren; de significantie-testen en MLE van Ronald Fisher, het hypothesetoetsen zoals ontwikkeld door Egon Pearson en Jerzy Neyman, en tot slot de theorie van betrouwbaarheidsintervallen, waarvan Neyman eveneens de grondlegger was. De Bayesiaanse statistiek daarentegen wordt volgens Gelman in de statistiek algemeen beschouwd als een proeve van inductivisme. Beide stromingen worden door de auteur als tegenovergestelde visies gepresenteerd. Gelman laat het niet bij dit alles en stelt zich tot doel een nieuwe filosofie voor de Bayesiaanse statistiek te ontwikkelen, die

empirisch adequaat is en de bestaande statistische praktijk beter verdisconteert. Hiertoe kritiseert de auteur de eerder geschetste vigerende typering van het veld en stelt dat de Bayesiaanse statistiek juist als een succesvolle instantiatie van het hypothetico-deductieve model moet worden beschouwd en niet meer of minder inductief is dan de hier genoemde vormen en uitingen van de 'klassieke' statistiek. De meest succesvolle toepassingen van Bayesiaans redeneren overstijgen de standaardopvatting waarbij redeneren wordt opgevat als het updaten van een prior-verdeling tot een posteriori-verdeling met behulp van een likelihood-functie op basis van nieuwe data, waarna vervolgens de 'graad van geloof' hieraan dient te worden aangepast, aldus Gelman. Het gaat er veeleer om diverse modellen te ontwikkelen (*model fitting*), die vervolgens worden geëvalueerd (*model checking*) en aan een opvolging van strenge tests worden onderworpen, waarna het sterkste model overblijft. Omdat volgens Gelman (vrijwel) alle modellen toch 'fout' zijn, dat wil zeggen, niet de kansverdeling bevatten door welke de beschikbare data zijn gegenereerd, is er veeleer sprake van een *trial-and-error* aanpak, die historisch gesproken met Karl Popper kan worden verbonden, maar in de recente literatuur in Deborah Mayo de meest prominente pleitbezorger vindt.

Daarmee is dan gelijk een tweede hoofdrolspeler genoemd. De Amerikaanse filosoof Deborah Mayo publiceerde in 1996 *Error and the growth of experimental knowledge*, waarvoor zij twee jaar later de vijfjaarlijkse Lakatosprijs voor wetenschapsfilosofie ontving. Vanuit een historisch-filosofische invalshoek en met behulp van probabilistische methoden ontwikkelt de auteur een methodiek om hardnekkige problemen in de wetenschapsfilosofie (inductie, rationaliteit, vooruitgang, objectiviteit, etc.) aan te pakken. Het gaat daarbij niet zozeer over de ondersteuning van hypothesen met behulp van waarschijnlijkheidsargumenten, maar om een *error-statistical approach*, waarbij het analyseren, manipuleren, simuleren en beheersen van (patronen van) fouten gekoppeld wordt aan een methode van *severe testing* en *learning from error*. Het werk biedt een nieuwe kijk op de experimentele praktijk, maar tevens een fundamentele kritiek op het Bayesianisme. In 2018 gaat zij nog een stap verder met haar boek *Statistical inference as severe testing: How to get beyond the statistics wars*. Daarin beargumenteert zij dat haar methodology van severe testing een cruciale rol kan spelen in actuele theoretische en praktische statistische 'kwesties', zoals het conflict tussen frequentisten en bayesianen, p-hacking, de replicatiecrisis en allerlei andere ongemakken die sedert Ioannides' essay 'Why most

published research findings are false' uit 2005 hoog op de onderzoeksagenda's staan.

Dit alles was uiteraard koren op de molen van Gelman, die ondanks de anti-Bayesiaanse positie van Mayo mogelijkheden zag tot inpassing in zijn grote project. Zo ging hij in 2019 de uitdaging aan door Mayo's visie voor te leggen aan een internationaal forum van statistici, werkzaam binnen en buiten de academie, wat tot verrassende stellingnames en positiebepalingen heeft geleid (Gelman, 2019). Het debat is nog verre van voltooid.

Causaliteit

Toch kunnen deze hooggestemde ambities niet probleemloos worden gegeneraliseerd en de studie naar causaliteit is daarvan een treffend voorbeeld. In 2018 verscheen het boek van Rani Lill Anjum en Stephen Mumford, *Causation in science and the methods of scientific discovery*. Beide filosofen formuleren daarin ex cathedra onder meer negen 'normen' voor *scientific discovery* en doen dit vanuit een analyse van causaliteit; een benadering die deels een voortschrijdende kritiek op Hume behelst, sterk metafysisch is georiënteerd, de *sciences* als een blackbox benadert en nauwelijks aansluit bij de (experimentele) methodologie en praktijk van natuur- of sociaalwetenschappelijk onderzoek. Op geen enkele wijze wordt getracht de kloof tussen filosofie en methodologie/wetenschap wat betreft causaliteit te overbruggen. Zelfs traditionele filosofische bijdragen -zoals hierboven beschreven- of succesvolle designs in de sociale wetenschappen worden genegeerd en dat geldt a fortiori voor moderne wiskundige (probabilistische en computationele) benaderingen van causal inference. Dat laatste is vooral teleurstellend, omdat daar nu juist sedert het begin van deze eeuw spectaculaire vooruitgang is geboekt en causaliteit, een voor velen obsoleet en achterhaald begrip, een opmerkelijke terugkeer beleefde in het wetenschappelijk discours. Men denke aan bijdragen zoals die van Clark Glymour, Donald Rubin, Judea Pearl, James Robins, Mark van der Laan, Guido Imbens en anderen. Hoe dan ook, het kwam beide auteurs te staan op een ziedende reactie van voornoemde Clark Glymour, die het boek in de *Notre Dame Philosophical Reviews* in 2019 vernietigend recenseerde. Het was diezelfde Glymour die in *Causation, prediction and search* (1993) als een van de eersten *causal discovery* computationeel ging benaderen, wat onder meer leidde tot het TETRAD-project en een opmaat vormde tot een thans florerend onderzoeksgebied. In zijn recensie verwijt de getergde Glymour de auteurs het be-

drijven van armchair-philosophy, gebrek aan kennis van en belangstelling voor (causaliteit in de) wetenschappen: '*they continue the tradition in recent philosophy of science of avoiding the real scientific problems or even reporting on new frameworks -once radical- to solve them.*' Hun doel is '*to provide and justify norms for science. The justification is supposed to be metaphysical.*' Om vervolgens te besluiten met: '*Yes, I read the rest of the book, but you shouldn't. The whole thing is a mixture of banality, light criticism of other philosophers about the disunity of science and plurality of causes...*'

Ontdoet men Glymours reactie van het (soms onnodige) polemische venijn, dan blijkt hij opmerkelijk genoeg allerminst een aanhanger van de conflict-hypothese. De sleutel ligt zijns inziens in het door Anjum en Mumford genegeerde werk van de kantiaanse filosoof Michael Friedman, die in *The dynamics of reason* (2001) evenals Gelman laat zien hoe kruisbestuiving wel mogelijk is. Dat dit allemaal geen sinecure is, bewijst ook *Causality: philosophical theory meets scientific practice* (Illary, 2014) dat enerzijds een doorwrochte studie vormt over de vele gezichten van de causaliteit en wel degelijk recht doet aan de rol ervan in de wetenschappen, maar anderzijds eveneens de succesvolle contemporaine statistische benaderingen van causaliteit buiten beschouwing laat. Helemaal lijkt de kilte van twee kanten te komen. In formele benaderingen is doorgaans weinig belangstelling voor de filosofische literatuur en met name voor de vele gezichten van causaliteit. Judea Pearl zet met *The book of why* (2018) weliswaar enige schreden op dit terrein, maar gaat voorbij aan het feit dat causaliteit dikwijls juist kwalitatief en deterministisch is, de *logic of justification* betreft en een pragmatisch, discourse- of taalhandelingsperspectief vraagt (Starmans, 2020). Hoe dan ook, indien er naast het dualisme van 'fysische' en 'filosofische' tijd, ook een schisma van 'filosofische' en 'statistisch/wetenschappelijke' causaliteit manifest wordt, is dat uiteraard moeilijk te rijmen met Gelmans hooggestemde ambities.

Epiloog

De fysisch en godsdienstfilosoof Ian Barbour publiceerde in 2000 het invloedrijke boek *When science meets religion; Enemies, strangers or partners*. De auteur was van mening dat de vele opvattingen over de relatie tussen wetenschap en geloof een ordenend, structurerend principe behoeften. Hij koos daartoe een viertal invalshoeken of 'modellen'; achtereenvolgens het model van Conflict, van Integratie / Harmonie, van Onafhankelijkheid en van

Dialog, van waaruit hij alle thema's en onderzoeksvragen van het boek stelselmatig benaderde. Dit eenvoudige kader is goed toepasbaar wanneer de wisselwerking tussen filosofie en afzonderlijke disciplines moeten worden geduid. We laten de relatie tussen natuurkunde en filosofie voor wat zij is en evenmin committeren we ons op voorhand aan één van Barbour's modellen. Gelmans filosofische preoccupaties suggereren een mogelijkheid van Integratie/ Harmonie, de bloemlezing uit de tweede paragraaf toont toch tenminste een voortschrijdende samenspraak of dialoog; daartegenover lijkt het causaliteitsonderzoek de metafoer van conflict / schisma te voeden. Hoe dan ook, de relatie tussen statistiek en filosofie kent nog tal van uitdagingen of het nu gaat om big data, foutief gespecificeerde parametrische modellen, de erosie van het modelbegrip, de verzoening van statistical learning en machine learning, causale interpretaties van inferentiële statistiek, de oude vete tussen bayesianen en frequentisten, de replicatie-crisis en p-hacking of het vanuit de ethiek gevoede wantrouwen jegens statistiek en opake deep learning algoritmiek en de daarmee gepaard gaande roep om explainable en responsible datascience.

LITERATUUR

- Campo, A., & Gozzano, S. (2021). *Einstein versus Bergson. An enduring Quarrel on Time*. De Gruyter.
- Canales, J. (2015). *The physicist and the philosopher: Einstein, Bergson and the debate that changed our understanding of time*. Princeton University Press.
- Gelman, A. (2019). Many perspectives on Deborah Mayo's 'Statistical inference as severe testing: How to get beyond the statistics wars'. https://www.researchgate.net/publication/333309216_Many_perspectives_on_Deborah_Mayo%27s_Statistical_Inference_as_Severe_Testing_How_to_Get_Beyond_the_Statistics_Wars
- Starmans, R.J.C.M. (2018). *The Predicament of Truth: on Statistics, Causality, Physics and the Philosophy of Science*. In Mark J. Van der Laan & Sherri Rose (Eds.), *Targeted Learning in Data Science: Causal Inference for Complex Longitudinal Studies*. Springer Series in Statistics, Springer.
- Starmans, R.J.C.M. (2020). Prometheus unbound or Paradise regained: the concept of causality in the contemporary AI-data science debate. *Journal of the French Statistical Society*, 161(1), 4-41.
- Starmans, R.J.C.M. (2022) Een Griekse Tragedie: Einstein, Bergson en de Tijd. *Filosofie-Tijdschrift*, 32(3), 40-45.

RICHARD STARMANS is verbonden aan de Faculteit Bèta-wetenschappen (Department of Information and Computing Sciences) van de Universiteit Utrecht en aan Tilburg University. Hij doet onderzoek op het snijvlak van filosofie, statistiek en informatica.
E-mail: starmans@cs.uu.nl