

Hoe geeft een wetenschapper de waarheid weer?

Veranderende opvattingen over objectiviteit in de natuurwetenschap

De manier waarop wetenschappers de natuur zo correct mogelijk weergeven zegt iets over hun opvattingen over de werkelijkheid: bestaan er universalia of alleen individuele objecten? Of ligt de waarheid ertussenin?

Hoe valt een druppel kwik op een glazen plaat? De Britse fysicus Arthur Worthington bestudeerde de spetter nauwkeurig. In 1875 bouwde hij een opstelling waarin een vallende druppel een milliseconde lang fel werd belicht. Het resultaat was een bevroren beeld van een uiteenspattende druppel. Worthington tekende wat hij zag en herhaalde dit vele malen gedurende vele jaren. Wat de spetters in hun vele stadia met elkaar gemeen hadden, was een mooie symmetrie. Er waren verschillen, maar het vaakst zag Worthington de spetter in vierentwintig 'armen' uiteenvallen. Hij moest op zijn netvlies vertrouwen tot hij in 1894 erin slaagde de val van de druppel fotografisch vast te leggen. Wat toen volgde, was niet minder dan een omkering van waarden. De fotografische plaat registreerde van alles, maar geen symmetrie. Worthington concludeerde dat hij zich al die jaren had laten bedriegen door zijn, psychologisch verklaarbare, *verwachting* van symmetrie. Naar hij nu wist, kon alleen langs mechanische weg een 'objectief' beeld worden geproduceerd.

Dit verhaal over de weinig bekende Worthington fungeert als aanzet tot een wijds historisch panorama dat de wetenschapshistorici Lorraine Daston en Peter Galison optrekken rond de notie van 'objectiviteit' in de wetenschappelijke waarneming. Zij spitsen dit toe op het medium dat de waarneming zo dicht mogelijk bij de beschouwer brengt: de wetenschappelijke atlas. Atlassen zijn al eeuwen in verschillende takken van wetenschap gemaakt, variërend van de zestiende-eeuwse atlas van het menselijk lichaam (vanaf Vesalius) tot de twintigste-eeuwse atlassen van wolken, elementaire deeltjes, de maan en de magnetische velden van de zon en de (digitaal te raadplegen) nanobuisjes in de eenentwintigste eeuw. Wat ze allemaal gemeen hebben, is dat ze de (wetenschappelijke) gebruiker zo goed mogelijk van dienst willen zijn. Het staat hem vrij zelf theorieën te ontwikkelen aan de hand van het aangeboden materiaal, dat om die reden zelf zo theorieeloos mogelijk moet zijn. Objectief dus.

'DE WETENSCHAPPER MOEST ZICH MET ZIJN WIL TRAINEN TOT WILLOOSHEID.'

Echte theorieeloosheid bestaat echter niet, dat weten de auteurs ook. Het gaat ze om de manieren van kijken die wetenschappers hebben ontwikkeld om over de disciplines en de bijbehorende theorieën heen te grijpen en een zo hoog mogelijke graad van objectiviteit te bereiken. De auteurs presenteren er drie - ontwikkeld in verschillende historische perioden, maar alle drie nog steeds gepraktiseerd.

De eerste manier van kijken, ontstaan aan het einde van de achttiende eeuw, waardeert de natuurgetrouwheid (*truth to nature*). Een individu, bijvoorbeeld een vogel of een bloem, wordt op zo'n manier afgebeeld dat we alle individuen van dezelfde soort erin kunnen herkennen. De mechanische objectiviteit is de tweede manier: door gebruik te maken van fotografie of een andere mechanische methode delegeren we de waarneming aan de techniek. De feilbare mens zou daardoor - althans voor een heel stuk - uitgeschakeld moeten zijn. De derde manier van kijken, *trained judgement*, ontstond vrij snel na de vorige, rond 1900. Deze methode is juist weer optimistischer over het vermogen van de goed opgeleide onderzoeker om een correct oordeel te vellen over wat hij waarneemt.

Natuurgetrouwheid stapt over kleine individuele variaties heen om zo de essentie van het individu te kunnen vangen. Het gaat om een typologische manier van denken: het type is natuurgetrouwer dan werkelijk bestaande individuen, die slechts de simpele verschijnselen vertegenwoordigen waarachter de 'ware' natuur zich bevindt. Effectief is natuurgetrouwheid nog altijd. Vraag het aan vogelliefhebbers, die in grote meerderheid de voorkeur geven aan een gids met tekeningen boven eentje met foto's. Het doet aan de waarde van hun studie niet zo vreselijk veel af, maar Daston en Galison maken een vergissing door de Zweedse arts en bioloog Linnaeus bij deze typologische manier van kijken te scharen. Linnaeus zag een plant namelijk als een verzameling van onderdeeltjes en had niet de holistische blik die de auteurs terecht aan het idealiserende natuurgetrouwheidsideaal toeschrijven.

Een van de verrassende passages in *Objectivity* is het verhaal van de tekenaars. Vele naturalisten konden tot hun spijt niet goed tekenen en moesten dus tekenaars in dienst nemen - of als collega aanvaarden, wat hen niet altijd even gemakkelijk afging. Want weliswaar was een hoge esthetische kwaliteit onlosmakelijk verbonden met het ideaal van natuurgetrouwheid, de anatomische en andere details moesten wel kloppen. En ook als de natuuronderzoeker zelf kon tekenen, dan was daar nog de graveur, die de tekening in een voor reproductie geschikte gravure moest overzetten. Met name voor de tekenaar gold dat aanleg alleen niet genoeg was. De leerschool van het tekenen 'naar de natuur' was lang en vergde veel discipline, terwijl de naturalist een leven lang bezig was met het kweken van deskundigheid.

'NATUURGETROUWHEID STAPT OVER KLEINE INDIVIDUELE VARIATIES HEEN OM DE ESSENTIE VAN HET INDIVIDU TE KUNNEN VANGEN.'

De aanhangers van de mechanische objectiviteit noemden hun eigen benadering simpelweg 'objectief'. Wetenschappers die naar het leven tekenden, waren dat per implicatie niet. Een buitengewoon ongemakkelijk Nobelprijzdiner moet hebben plaatsgevonden in 1906, toen Camillo Golgi (een 'tekenaar') en Santiago Ramón y Cajal (een 'fotograaf') de prijs voor Fysiologie en Medicijnen deelden voor hun werk aan de fijnstructuur van neuronen en hun vertakte en dooreenlopende dendrieten (de uitlopers). Ze hadden elkaars werk fel veroordeeld, waarbij vooral Cajal zich zeer laatdunkend over Golgi had uitgelaten. In hun speeches bij de aanvaarding van de prijs vielen ze elkaar aan, zonder elkaar echter bij naam te noemen. Het gaat Daston en Galison er niet om wie 'gelijk' had, ze willen laten zien hoe de gebruikte afbeeldingstechniek samenhangt met de manier van kijken, in dit geval de holistische blik van Golgi tegenover de sterk individualiserende blik van Cajal. En dat brengt de auteurs op een merkwaardig trekje van de atlassen die volgens de standaards van de mechanische objectiviteit werden vervaardigd. Of het nu ging om bacillen (1880), neuronen (1887), bloedkristallen (1853) of sneeuwkrystallen (1893), ze werden getoond in hun individueelste variabiliteit en onregelmatigheid. De atlasgebruiker mocht op basis van overvloedig beeldmateriaal zelf uitmaken waar de normaliteit lag.

Mechanische objectiviteit is nog steeds een krachtig ideaal. Niettemin kreeg het al spoedig na de aanvankelijke doorbraak, vanaf 1905, gezelschap van een nieuwe visie, die Daston en Galison omschrijven als het 'geoefende oordeel' (*trained judgement*) – en die de mechanische objectiviteit overigens in heel wat gevallen zou aanvullen, niet vervangen. Op basis van zijn grote kennis mocht van de expert een oordeel gevraagd worden over waar in de grote variabiliteit van gegevens een grens getrokken kon worden tussen bijvoorbeeld normaal en pathologisch. Mechanische objectiviteit kon dat niet, en dat werd in de eerste decennia van de twintigste eeuw steeds meer als een zwakte gevoeld. In 1941 brachten de neurofysiologen Frederick en Erna Gibbs hun *Atlas of Encephalography* uit met geen ander doel dan de gebruiker in één oogopslag een diagnose te leren stellen. Daarvoor offerden ze, in hun eigen woorden, objectiviteit graag op aan accuratesse.

Betekende het nieuwe ideaal van het geoefende oordeel een terugkeer naar de typologische blik? Nee, zeggen de auteurs van *Objectivity*. De experts ontwaren in de veelvormigheid van de natuur niet een beperkt aantal typen, maar herkennen patronen. En dan kan het zo zijn dat 'schedel A op schedel B lijkt, schedel B op schedel C, maar A en C niets gemeen hebben'. Kortom, in plaats van de essentiële verschijningsvormen van de typen hebben we te maken met gelijkenissen zoals binnen een 'familie' (een begrip dat Ludwig Wittgenstein later zo beroemd zou maken). Dat maakt het geoefende oordeel overigens ook anders dan de mechanische objectiviteit, die louter individuen ziet en niet 'families' van individuen.

'HET TYPE IS NATUURGETROUWER DAN WERKELIJK BESTAANDE INDIVIDUEN.'

De drie verschillende praktijken van gegevens verzamelen en presenteren, hangen samen met visies op datgene waar de natuur uit bestaat. De typologische blik 'ziet' universalia, de mechanische objectiviteit slechts individuen, de getrainde deskundige groepeerd individuen losjes in families. Dat laatste onderscheid duiden Daston en Galison tegen het einde van hun boek enigszins achteloos aan als verschillen in 'ontologie': wat dingen fundamenteel zijn. Ze werken dit begrip niet verder uit.

Wie dat wel doen, zijn twee collega's van Daston aan het Berlijnse Max Planck Instituut voor wetenschapsgeschiedenis. In hun boek over de achttiende-eeuwse scheikunde, getiteld *Materials in Eighteenth-Century Science*, traceren Ursula Klein en Wolfgang Lefèvre de conceptuele omwenteling van principes (zoals 'kwik') en elementen (zoals 'lucht') naar bestanddelen van scheikundige stoffen. Dat lijkt een kwestie van terminologie, maar niets is minder waar. Kwik en lucht waren vormende of causale principes, abstracte werkingsprincipes, en dus in 'ontologisch' opzicht heel anders van aard dan de bestanddelen van een scheikundige verbinding, die we ons wel als materieel kunnen voorstellen.

Deze studie is echter veel meer dan een vorm van *Begriffsgeschichte*. Uit de titel blijkt ook al een heel andere ambitie. De auteurs brengen uiterst nauwkeurig in beeld met welke materialen en stoffen de scheikundigen werkten vanaf de tweede helft van de zeventiende eeuw tot ongeveer 1830. Dat maakt dit boek overigens wel tamelijk specialistisch. De auteurs hebben daarnaast de neiging zich in allerlei polemiekjes te begeven waarvan de zin de algemeen geïnteresseerde lezer zal ontgaan. Niettemin levert hun analyse een belangrijk nieuw inzicht op. Een gangbaar beeld van de geschiedenis van de scheikunde is dat Antoine-Laurent de Lavoisier aan de vooravond van de Franse Revolutie een ommekeer in de scheikunde bewerkstelligde met de ontdekking van het zuurstof, zijn verwijzing naar het rijk der fabelen van het geheimzinnige flogiston (een hypothetische stof die misschien een negatief gewicht zou hebben) en een nieuwe naamgeving van scheikundige stoffen en verbindingen.

Dit nog steeds populaire beeld was overigens al lang door diverse historici op veel punten gecorrigeerd en gewijzigd. Maar het revisionisme van Klein en Lefèvre is veel radicaler. Volgens hen sloot de nieuwe naamgeving van 1787 – een gezamenlijk project van vier auteurs, onder wie Lavoisier – tamelijk goed aan bij een al lang bestaande praktijk van scheikundige ontledingen en syntheses, en hebben zuurstof en flogiston iets heel belangrijks met elkaar gemeen, namelijk hun ontologische status van materieel onderdeel van een verbinding. Voor wie erop staat een revolutionair omslagpunt te kunnen aanwijzen, komt de affiniteitstabel van Étienne François Geoffroy uit 1712 veel meer in aanmerking. Deze tabel bracht in kaart welke stoffen het liefst met elkaar in verbinding treden en welke minder graag – en

verraadde daardoor een manier van denken en doen die veel dichter bleef bij de substanties die de scheikundigen daadwerkelijk in hun kolven en retorten hadden dan de tot dan toe gehanteerde kwik-, zout- en zwavelprincipes van Paracelsus.

Om de paracelsiaanse principes te begrijpen, moeten we dus afleren er de *stoffen* kwik, zout en zwavel bij te denken. Klein en Lefèvre betogen dat we de overgang van principe naar pure substantie moeten zien als een nieuwe manier van het indelen van de wereld, een nieuwe scheikundige taxonomie. Kortom, een erg ingrijpende verandering in het denken – hoewel beide taxonomieën in de achttiende eeuw nog lang naast elkaar gebruikt werden.

‘VEEL ACHTTIENDE-EEUWERS HIELDEN EEN DAGBOEK BIJ, IN DE HOOP DE VOLGENDE OCHTEND ALS DEZELFDE PERSOON WAKKER TE WORDEN.’

Klein en Lefèvre ontleen inspiratie aan het latere werk van Thomas Kuhn, van lang na zijn alom bekende *Structure of Scientific Revolutions* uit 1962, waarin hij had betoogd dat in de wetenschap revoluties plaatsvinden die het paradigma waarin wetenschappers werken radicaal veranderen. In de jaren voor zijn dood in 1996 was Kuhn ontevreden geraakt over zijn eigen omschrijving van paradigma's; hij vond dat hij niet goed had omschreven wanneer rivaliserende paradigma's onderling echt onvergelijkbaar zijn. Zijn nieuwe criterium werd dat de objecten waar theorieën over gaan in taxonomisch opzicht van elkaar moeten verschillen.

Het zal duidelijk zijn dat het begrip 'ontologie' hier geen zware filosofische lading heeft. Geen van de besproken auteurs zal er bezwaar tegen hebben dat ik hun 'ontologie' interpreteer als een antropologisch begrip. Zij leggen een verband tussen de sociale wereld van de wetenschappers en het soort objecten dat ze in de natuur ontwaren. De sociale arena van de achttiende-eeuwse scheikunde, bijvoorbeeld, was die van een voortdurend verkeer tussen speculatief ingestelde natuurfilosofen en ambachtslieden, de farmaceuten en metallurgen, die ieder op hun eigen manier probeerden substanties van elkaar te isoleren. Beide groepen worstelden met een almaar uitdijende lijst van stoffen en materialen en schiepen orde in de chaos door het opstellen van lijstjes, van classificaties dus. Het waren vooral de ambachtslieden die pragmatische criteria hanteerden voor het benoemen van 'pure' substanties – wat betekende dat ze in de praktijk van dat moment niet verder te scheiden waren in nog weer andere fracties. Het is deze pragmatische manier van werken geweest die uiteindelijk ook de natuurfilosofen hun paracelsiaanse principes heeft doen vergeten.

Ook Daston en Galison zien een verband tussen de ontologie en de sociale structuur van de wetenschappelijke wereld. De fysicus Luis Alvarez schreef in 1968 een veelgebruikte handleiding voor het leren herkennen van de typische sporen van elementaire deeltjes. Studenten natuurkunde moesten net zo goed als ingenieurs en computerprogrammeurs leren gebruik te maken van zowel de kwantitatieve data-analyse door de computer (automatisch, dus 'objectief') als de eigen visuele inspectie. Dat laatste vergt een eigen oordeel, 'subjectief' – en daarmee een professionele verantwoordelijkheid. Het onderzoekersethos, het zelfbewust kunnen dragen van deze verantwoordelijkheid, heeft kunnen ontstaan dankzij de institutionalisering van de practica in het universitair onderwijs vanaf het laatste kwart van de negentiende eeuw. Experimenteren, omgaan met apparatuur, meten, het kalibreren van meetresultaten – de studenten leerden het allemaal op min of meer dezelfde manier. Eenmaal onderzoeker, wisten ze wat ze aan elkaar hadden.

‘DE ATLASGEBRUIKER MOCHT OP BASIS VAN OVERVLOEDIG BEELDMATERIAAL ZELF UITMAKEN WAAR DE NORMALITEIT LAG.’

Deze karakterisering van het met het geoefende oordeel samenhangende onderzoekersethos is echter niet meer dan een klein postscriptum bij het grootse tableau dat Daston en Galison neerzetten om het ontstaan van het ideaal van mechanische objectiviteit te verklaren. Die was het resultaat van een crisis, zoveel is wel duidelijk uit de voorbeelden van Worthington en Cajal. Algemener gesteld, ontstond er in de jaren zeventig van de negentiende eeuw, met name onder natuurkundigen, een diep gevoelde ontevredenheid over het snelle tempo waarin theorieën elkaar opvolgden.

Als theorieën zo snel worden geponeerd en aanvaard om daarna weer te moeten worden verworpen, dan is er blijkbaar iets mis met het al te zelfbewuste zelf van de wetenschapper, was de gedachte. Daaruit trok men een tweevoudige conclusie. Ten eerste moest de wetenschapper zich met zijn wil trainen tot willoosheid: zijn 'subjectieve' voorkeur voor een bepaalde theorie uitschakelen. Ten tweede moest hij proberen objectiviteit ergens anders te zoeken dan in de theorieën: in waarnemingen die zo 'objectief' mogelijk waren en in de (mathematische) structuren die constante betrekkingen tussen waarnemingen uitdrukken. In het nieuwe afbeeldingsgenre van de mechanische objectiviteit zou de verbeelding dus uitgebannen moeten worden – in de structurele objectiviteit van de wiskundige structuren verdween het beeld zelfs helemaal.

De vraag is of het zomaar kan: de wil en de verbeelding van de wetenschapper uitschakelen. De verbeelding is een belangrijke gids bij het verkennen van nieuw wetenschappelijk terrein en met het uitschakelen van de wil komt de wetenschapper in een paradox terecht. Om dat te kunnen willen, moet je blijkbaar over een wil beschikken. Nog maar een paar generaties tevoren, tijdens de Verlichting, had

onder filosofen een enigszins vergelijkbare discussie gewoed. Men zag de geest als een los-vaste verzameling van mentale functies (ratio, verbeelding, geheugen, wil) die als het goed was met elkaar samenwerkten, maar ook met elkaar in oorlog konden zijn. De grootste bron van zorg betrof een losgeslagen verbeeldingskracht. Alleen als deze stevig in toom werd gehouden, kon er kennis tot stand komen, maar meer dan een associatiegewijs opgebouwde kennis was niet mogelijk. Het zelf was maar een onzeker iets, misschien slechts een illusie. Naar verhouding veel achttiende-eeuwers hielden een dagboek bij om de continuïteit van het zelf te waarborgen, in de hoop de volgende ochtend als dezelfde persoon wakker te worden.

De termen van het debat werden definitief veranderd door Immanuel Kant. Deze filosoof plaatste de verschillende functies van de geest onder de controle van de wil, aangeduid als het 'ik'. De verbeelding kon daardoor ruim baan krijgen om kennis om te smeden van losse associaties tot een coherent geheel. Kants romantische preoccupatie met het genie in de kunsten en wetenschappen maakte een grote rol voor de verbeelding meer dan nodig. In de zeventiende en achttiende eeuw was de verbeelding dus wel wat belangrijker dan Daston en Galison het voorstellen. Maar wat zij met zorgvuldigheid uitlichten, is hoe de termen 'objectief' en 'subjectief' via Kant hun huidige betekenis kregen.

'EEN MERKWAARDIG TREKJE VAN DE ATLASSEN WAS DAT ZE DE OBJECTEN
TOONDEN IN HUN INDIVIDUEELSTE VARIABILITEIT EN ONREGELMATIGHEID.'

De wil van Kant beleefde met de opkomst van het ideaal van het geoefende oordeel een soort eerherstel. De nieuwste loot aan de stam der beelden die volgens dit ideaal worden gemaakt, is die van de nanobuisjes en -draadjes. Deze beelden zijn geen 'representatie van', ze refereren niet aan iets wat in de natuur zou bestaan. Ze zijn het gereedschap van zelfbewuste technowetenschappers om vanuit de verbeelding te maken wat in de natuur zelf niet wordt aangetroffen.

Daston en Galison bespreken dit voorbeeld van de eenentwintigste-eeuwse technowetenschapper om te laten zien dat de persona van de wetenschapper nog steeds in beweging is - Klein en Lefèvre zouden zeggen dat deze persona zijn oorsprong heeft in de organische chemicus van de jaren dertig van de negentiende eeuw, die verbindingen synthetiseerde die leken op natuurlijke stoffen maar het niet waren. Maar vlak ook de mechanische objectiviteit niet uit, zou ik hieraan willen toevoegen. Conservatieve Amerikaanse senatoren vragen bijvoorbeeld in het geval van de klimaatwetenschap om *sound science* (lees: louter 'objectieve' data) om zo zelf een oordeel te kunnen vellen over de urgentie van mondiale klimaatverandering. Daarmee leggen ze de vinger op een absurde consequentie van de mechanische objectiviteit: als machines volautomatisch voor objectieve kennis kunnen zorgen, hebben we geen wetenschappers meer nodig. Deze senatoren tonen dat ook geoefende wetenschappers in een gewijzigde maatschappelijke arena opereren.

Chunglin Kwa is universitair docent wetenschaps- en technologiestudies aan de Universiteit van Amsterdam.

Besproken boeken:

Materials in Eighteenth-century Science - A Historical Ontology
door **Ursula Klein & Wolfgang Lefèvre**
The MIT Press.
Cambridge, MA 200. 355 pag., € 34,99

Objectivity
door **Lorraine Daston & Peter Galison**
Zone Books.
New York 2007.
542 pag., € 35,20

Literatuur:

- **Geoffrey Bowker** en **Susan Leigh Star**. *Sorting Things Out. Classification and its Consequences*. The MIT Press. Cambridge, Mass. 1999.
- **James Engell**. *The Creative Imagination. Enlightenment to Romanticism*. Harvard University Press. Cambridge, Mass. 1981.
- **Thomas Kuhn**. *The Road Since Structure. Philosophical Essays, 1970-1993*. University of Chicago Press. Chicago 2000.