

2 Wondere wetenschap

■ De kracht en de grenzen van het wetenschappelijk denken



Kan wetenschap een antwoord bieden op alle vragen en problemen van de mens?

Tegenwoordig zijn bijna alle aspecten van ons leven doordrongen van wetenschap, van de manier waarop onze geboorte wordt voorbereid, tot de wijze waarop onze dood wordt vastgesteld. Niemand lijkt eraan te ontsnappen. Voortdurend worden we geconfronteerd met allerlei technische middelen die op wetenschappelijke kennis zijn gebaseerd en overal lopen deskundigen rond die hun deskundigheid te danken hebben aan een wetenschappelijke opleiding.

De wetenschap geniet in onze westerse wereld dan ook een uitstekende reputatie. In tegenstelling tot de uitspraken van kunstenaars of religieuze leiders, lijkt iedereen hier te geloven dat de uitspraken van wetenschappers zonder twijfel waar zijn. Die eensgezindheid blijkt onder meer uit reclameboodschappen waarin de man met de witte overjas wordt opgevoerd om te beweren dat het ene wasproduct witter wast dan het andere. Ook in discussies aan de cafétoog moeten gezagsargumenten als ‘Het is wetenschappelijk bewezen!’ het eigen gelijk aantonen.

Deze faam dankt de wetenschap ongetwijfeld aan haar opzienbarende successen. Zij verhoogde de levenskwaliteit van ontelbare mensen, verlengde hun levensduur en bracht zelfs mensen op de maan! Geen wonder dat velen de wetenschap zien als de enige bron van geldige kennis. Dit is de positie van het **positivisme**, de overtuiging dat wetenschap de enige zinvolle verklaringen levert. Enkel het weten dat gebaseerd is op waarneembare feiten, is geldig. Alle andere vormen van kennis worden als waardeloos en voorbijgestreefd afgewezen. Het **sciëntisme** voegt daar nog aan toe dat vooruitgang in de wetenschap uiteindelijk zal leiden tot een antwoord op alle vragen en problemen van de mens. Alle heil is te verwachten van ‘de wetenschap en de wetenschap alleen’, aldus het sciëntisme.

positivisme en sciëntisme

De wet van de drie stadia

De Franse filosoof **Auguste Comte** (1798-1857) was een van de grondleggers van het positivisme. Hij stelt dat het menselijke denken – zowel in het individu als in de hele mensheid – zich ontwikkelt volgens drie opeenvolgende stadia.

In het *theologische of fictieve stadium* begrijpt de mens de wereld zoals hij zichzelf begrijpt. Zoals achter elke menselijke handeling een doelbewust motief schuilgaat, zo is elke gebeurtenis in de

natuur de uiting van een gerichtheid op een doel. De natuur wordt dan verklaard door te verwijzen naar gepersonifieerde natuurkrachten of goden.

In het *metafysische of abstracte stadium* vervangt de mens de gepersonifieerde krachten en goden door de abstracte begrippen van de traditionele *metafysica* (de wezensvorm, de rede, het goede). Het is een overgangsstadium waarin de menselijke geest zich bevindt tussen jeugd en volwassenheid.

In het *wetenschappelijke of positieve stadium* bereikt de menselijke geest eindelijk volwassenheid en beperkt hij zijn zoektocht tot het zoeken naar wetmatige verbanden tussen de gegeven feiten. Alleen zo bereikt hij 'positieve kennis' die nuttig is voor de samenleving.

Misschien ben je geneigd om de optimistische overtuiging van het sciëntisme te delen. Bedenk dan wel dat de wetenschap niet alleen problemen heeft opgelost, maar ook heel wat problemen heeft doen ontstaan. Door de uitbreiding van wetenschappelijke kennis is de mens in het bezit gekomen van een ongeziene macht over de natuur. Maar zoals een leerling-tovenaar geregeld de controle over zijn eigen creaties verliest, moet de mens al te vaak vaststellen dat zijn op wetenschap gebaseerde techniek soms bedreigende neveneffecten heeft voor zichzelf en zijn natuurlijke milieu. Volgens sommige filosofen zijn wetenschap en techniek zelfs uitgroeid tot een zelfstandig machtssysteem dat zich uiteindelijk kan keren tegen de mens.

ethisch bewustzijn

Hier kun je de vraag stellen of alles wat technisch mogelijk is, ook wenselijk is. De wetenschappelijk gefundeerde techniek stelt de mens tot onvoorstelbare dingen in staat. Maar mogen al die dingen ook zomaar worden toegelaten? Mogen ouders bijvoorbeeld de kleur van de ogen van hun kinderen kiezen als dat technisch mogelijk is? En moet alles onvoorwaardelijk ten dienste staan van het wetenschappelijk onderzoek? Is het bijvoorbeeld ethisch verantwoord dat proefdieren in naam van de wetenschap pijn lijden in medische experimenten? En wat is het doel dat de wetenschapsbeoefening uiteindelijk moet dienen? Waarheen moet de wetenschap ons voeren?





Moet alles onvoorwaardelijk ten dienste staan van het wetenschappelijk onderzoek?

Welk doel moet de wetenschapsbeoefening uiteindelijk dienen?

Deze vragen zijn geen wetenschappelijke, maar ethisch-filosofische vragen. Ze vallen buiten de grenzen van het strikt wetenschappelijke denken, omdat de wetenschappelijke methode niet toelaat ze te beantwoorden. Dit betekent niet dat wetenschappers niet met zulke vragen begaan zijn, maar wel dat zij de wetenschapsbeoefening in strikte zin verlaten, zodra zij over deze vragen gaan nadenken. Zij beginnen dan te filosoferen.

Net zoals het gewone menselijke handelen blijkt de wetenschapsbeoefening dus nood te hebben aan een ethische begeleiding. Een probleem hierbij is echter dat deze begeleiding vaak hopeloos achterloopt op de razendsnelle uitbreiding van technische mogelijkheden. Nog voor men zich heeft kunnen bezinnen over het verantwoorde gebruik van een techniek, dienen zich alweer nieuwe technische mogelijkheden aan.

Behalve de nood aan een ethisch bewustzijn blijkt de wetenschapsbeoefening ook nood te hebben aan een theoretisch bewustzijn. Je kunt je immers afvragen hoe wetenschappelijke kennis theoretisch verantwoord kan worden. Met welk recht kan een wetenschappelijke theorie bijvoorbeeld aanspraak maken op waarheid? En wanneer mag een theorie ‘wetenschappelijk’ worden genoemd?

theoretisch bewustzijn



Met welk recht kan een wetenschappelijke theorie aanspraak maken op waarheid?

Wanneer kun je een theorie ‘wetenschappelijk’ noemen?

Ook deze vragen zijn geen wetenschappelijke vragen. Zij vallen buiten de grenzen van het strikt wetenschappelijke denken, omdat wetenschap enkel gericht is op het begrijpen van iets wat buiten zichzelf ligt en niet in de mogelijkheid verkeert om haar eigen uitgangspunten en methodes in vraag te stellen. Dit veronderstelt immers een ‘wetenschap van de wetenschap’ die echter zelf geen wetenschap meer is. Het is een filosofisch denken over wetenschap, waarbij aan de filosofie als het ware de rol van een rechter toekomt en aan de wetenschap die van een beklagde die zich moet verantwoorden.

Kortom, de positieve wetenschap die haar kracht put uit het feit dat zij zich beperkt tot het zoeken naar wetmatige verbanden tussen waarneembare verschijnselen, heeft nood aan een ethisch en een theoretisch bewustzijn. Het is een filosofisch bewustzijn dat zich bezighoudt met het kritische denken over wetenschap: de *wetenschapsfilosofie*.

wetenschapsfilosofie

■ Wat is dat toch, wetenschap?



Hoe is het mogelijk dat de wetenschap zoveel kan weten?

moderne wetenschap

Al sinds het vroege ontstaan van de westerse filosofie hebben filosofen ijverig de natuur onderzocht. Niettemin bleek dat onderzoek eeuwenlang weinig vooruitgang te boeken, tot er aan het einde van de zestiende en het begin van de zeventiende eeuw een nieuwe weg om tot kennis te komen op de voorgrond trad: de methode van de moderne wetenschap.

Francis Bacon

Eén van de eerste denkers die zich bewust was van deze nieuwe methode, was de Engelse filosoof **Francis Bacon** (1561-1626). In zijn *Novum Organum* ('Nieuwe Werktuig') zette hij zich met veel literaire zwier af tegen de traditionele methodeleer van de Griekse filosoof Aristoteles (*Organon* is de verzamelaar van de logische geschriften van Aristoteles).

Aristoteles

Voor **Aristoteles** (384-322 v.C.) was wetenschap een proces van **deductie**, waarbij afzonderlijke feiten worden verklaard door ze logisch af te leiden uit algemene stellingen. Zo volgt uit de algemene stelling dat alle mensen sterfelijk zijn, dat Socrates sterfelijk is. De reden hiervoor is te vinden in het wezen van Socrates, namelijk in zijn menszijn. Want als Socrates een mens is en als alle mensen sterfelijk zijn, dan moet ook Socrates sterfelijk zijn. Zulke redenering noemt Aristoteles een **sylogisme**. Zij bestaat uit voorafgaande stellingen of premissen – de kleine premisse (Socrates is een mens) en de grote premisse (alle mensen zijn sterfelijk) – waaruit de conclusie (Socrates is sterfelijk) noodzakelijk volgt. Op deze manier probeert de bewijzende wetenschap van Aristoteles feiten te verklaren door ze logisch af te leiden uit zo algemeen mogelijke stellingen.

Kan Aristoteles alles bewijzen?

De aristotelische wetenschap kan niet alles bewijzen, want uiteindelijk berusten alle bewijzen op eerste evidenties of axioma's die zelf niet verder bewijsbaar zijn, maar waarvan de waarheid onmiddellijk wordt ingezien, zodra men de termen ervan begrijpt. Dit leidt tot de vraag naar de eerste principes van het denken. Aristoteles vond twee van zulke principes. Het *principe van non-contradictie* stelt dat een bewering niet tegelijk waar en onwaar kan zijn en het *principe van de uitgesloten derde* stelt dat een bewering ofwel waar ofwel onwaar moet zijn (een derde mogelijkheid is uitgesloten). Samen met het *identiteitsprincipe* ($A = A$) worden deze principes tot de meest fundamentele wetten van het denken gerekend.

Het 'nieuwe werktuig' dat Bacon voor ogen had, keerde zich af van kennis die is afgeleid uit algemene stellingen en richtte zich op de ondervraging van de natuur. Kennis van de natuur kan volgens Bacon niet uit het loutere denken worden afgeleid, zoals een spin uit zichzelf webben weeft. Integendeel, het verstand moet zich nederig opstellen en de natuur zelf laten spreken. De grondslag van elk onderzoek moet daarom bestaan in het systematisch verzamelen van ervaringsgegevens via waarnemingen en experimenten. In tegenstelling tot de bewijzende wetenschap van Aristoteles moet wetenschap volgens Bacon dan een proces van *inductie* zijn, waarbij vanuit geordende ervaringsgegevens tot algemene wetten wordt besloten.

empirisch-inductieve methode

Het inductieprobleem

Het probleem van de inductieve redenering (het maken van gevolgtrekkingen op grond van vele waarnemingen) is dat de algemene conclusie waartoe zij besluit niet noodzakelijk volgt uit de voorafgaande ervaringsgegevens. Er is immers geen logische waarborg dat de conclusie niet zal worden weerlegd door toekomstige waarnemingen. Zo kwamen Europeanen, op grond van vele waarnemingen van witte zwanen, tot de conclusie dat alle zwanen wit zijn. Toen er later in Australië ook zwarte zwanen werden aangetroffen, bleek deze conclusie niet te kloppen. Daarom vergelijken wetenschapsfilosofen de inductieve redenering wel eens met een kalkoen die de overtuiging heeft dat hij elke dag te eten zal krijgen (omdat hij tot dan toe elke dag vetgemest werd) tot de dag dat hij geen eten meer krijgt maar zelf wordt opgegeten! Misschien zul je hieruit besluiten dat wetenschapsfilosofen grappenmakers zijn, maar het verontrustende hieraan is dat de overtuiging dat de zon morgen weer zal opkomen wel eens op een gelijkaardige redenering zou kunnen berusten.



Het uiteindelijke doel van de wetenschapsbeoefening is voor Bacon de beheersing van de natuur ter verbetering van het menselijk welzijn. Hiertoe is wetenschappelijke kennis onmisbaar:

kennis is macht

“Menselijk weten en menselijk kunnen gaan hand in hand [kennis is macht], want waar de oorzaak niet bekend is, kan het effect niet verkregen worden. Men overwint de natuur slechts door haar te gehoorzamen.”¹

Wetenschap is voor Bacon dus meer dan loutere kennis, want zodra de oorzaak van een verschijnsel gekend is, kan het gewenste verschijnsel worden verkregen door de juiste oorzaak aanwezig te brengen. Zo wordt de techniek het praktische verlengstuk van de wetenschap en krijgt de mens macht over de natuur. Hier situeert zich een belangrijk verschil met de aristotelische natuurfilosofie, want waar de nauwe band tussen wetenschap en techniek in de moderne wetenschap is uitgegroeid

techniek

tot een ware *technoscience*, vatte Aristoteles zijn natuuronderzoek op als een theoretische aangelegenheid, zonder oog voor praktische toepassingen.

Idolen belemmeren de kennis!

Francis Bacon wijst niet enkel de juiste weg om tot een vruchtbare wetenschapsbeoefening te komen; hij toont ook welke drogbeelden (door Bacon ‘idolen’ genoemd) tot een dwaalspoor kunnen leiden. Bacon onderscheidt vier soorten idolen.

De *idola tribus* of ‘drogbeelden van de (menselijke) stam’ omvatten de dwalingen die eigen zijn aan de menselijke natuur. Het menselijke kenvermogen is als een slechte spiegel die het licht van de werkelijkheid vervormt en verkleurt. Zo hebben mensen de neiging om overhaastig te oordelen en meer ordening in de natuur te verwachten dan er in werkelijkheid is.

De *idola specus* of ‘drogbeelden van de grot’ omvatten de dwalingen die voortkomen uit de individuele situatie, waarin iemand als in een grot opgesloten zit. Elk individu bekijkt de werkelijkheid vanuit zijn particuliere standpunt en wordt daarbij gehinderd door de vooroordelen die ontstaan door persoonlijke ervaringen, opvoeding en gewoonte.

De *idola fori* of ‘drogbeelden van het marktplein’ omvatten de dwalingen die ontstaan door een ondoordacht taalgebruik. De taal kan leiden tot misverstanden door de verwarring van de eigenlijke met de oneigenlijke betekenis van een woord. Verder wordt vaak de vergissing begaan dat met elk woord ook een werkelijk bestaand ding overeenkomt.

De *idola theatri* of ‘drogbeelden van het theater’ omvatten de dwalingen die optreden als gevolg van de schijnvertoningen van de traditionele filosofie. In de zoektocht naar waarheid mag men zich volgens Bacon in geen geval laten misleiden door de vastomlijnde stellingen van vastgeroeste filosofische systemen.

wiskunde

Hoewel Bacon de gezindheid van de moderne wetenschap treffend heeft gekarakteriseerd, heeft hij toch enkele wezenlijke kenmerken van die wetenschap over het hoofd gezien. Een eerste miskenning betreft het gebruik van getallen en wiskundige symbolen bij het beschrijven of ‘formuleren’ van de natuur. Waar Aristoteles op zoek ging naar het wezen van de dingen en dat in woorden probeerde uit te drukken, probeert de moderne wetenschap de loop der dingen in hun onderlinge afhankelijkheid vast te stellen en die relaties wiskundig te formuleren. De Italiaanse geleerde **Galileo Galilei** (1564-1642) – die doorgaans als de belangrijkste grondlegger van de moderne wetenschap wordt beschouwd – koesterde zelfs de diepe overtuiging dat de natuur niet enkel met behulp van de wiskunde kan worden beschreven, maar dat de structuur van de natuur zelf wiskundig is.

“De filosofie staat geschreven in dat grote boek dat ons voortdurend open voor ogen ligt, het universum, maar men kan haar niet begrijpen, wanneer men niet de taal leert verstaan en de letters leert kennen, waarin het geschreven is. Het is geschreven in wiskundige taal en de letters zijn driehoeken, cirkels en andere geometrische figuren; zonder deze middelen is het menselijkerwijs onmogelijk, er een woord van te begrijpen; het is slechts ijdel ronddolen door een duister labyrint.”²

Een tweede miskenning betreft de rol van creativiteit bij het opstellen van vruchtbare **hypothesen** ter verklaring van een verschijnsel. In tegenstelling tot de wetenschapsopvatting van Bacon blijkt de moderne wetenschap immers niet zozeer empirisch-inductief te zijn, maar veeleer hypothetisch-deductief. Dit betekent dat wetenschappers voor hun onderzoek niet vertrekken vanuit het minutieus waarnemen van feiten, maar vanuit vooropgestelde denkbeelden of hypothesen waaruit via (wiskundige) deductie waarneembare gevolgen worden afgeleid die door experimenten kunnen worden getoetst. Zonder hypothese zouden de vele ervaringsgegevens alleen maar verbijsteren. Het zijn uiteindelijk de hypothesen die bepalen welke feiten voor de onderzoeker van belang zijn en welke niet. Wetenschappers kijken dus steeds gericht naar de werkelijkheid en selecteren enkel die feiten die in het licht van hun hypothese belangrijk zijn. Het opstellen van een hypothese vereist echter steeds een element dat niet met het verstand te verantwoorden is: het vereist intuïtie, verbeeldingskracht en creativiteit. Daarom is het opstellen van een hypothese vaak het moeilijkste gedeelte van het wetenschappelijk onderzoek.

hypothetisch-deductieve methode

Typisch voor de moderne wetenschap is dus ook dat zij gebruik maakt van experimenten. In een experiment wordt de natuur door de onderzoeker gedwongen om haar ware aard prijs te geven. Maar in tegenstelling tot Bacons opvatting over de rol van het experiment, worden experimenten door wetenschappers niet gebruikt om nieuwe natuurverschijnselen op te sporen, maar wel om hypothesen op de proef te stellen. Zo schreef reeds Galilei:

experiment

“Ik heb er een proef over gedaan, maar daarvóór had de natuurlijke rede mij heel vast overtuigd, dat het verschijnsel zou moeten verlopen zoals het ook inderdaad verliep.”³

Binnen de aristotelische natuurfilosofie was een dergelijke werkwijze nog ondenkbaar, want het kunstmatig ingrijpen in de natuur werd door Aristoteles als tegennatuurlijk beschouwd. Een verstoring van de natuurlijke loop der dingen kon volgens hem niets onthullen over de ware aard van de natuur zelf.

Wetenschap versus pseudo-wetenschap



Wat is het verschil tussen wetenschap en pseudo-wetenschap?

Karl Popper

De hypothetisch-deductieve wetenschapsoopvatting wordt filosofisch ondersteund door de wetenschapstheorie van de Oostenrijks-Britse filosoof **Karl Popper** (1902-1994). Volgens Popper komt de groei van wetenschappelijke kennis niet voort uit het verzamelen en bestuderen van feiten (empirisch-inductief), maar uit het opstellen van voorlopige theorieën en de poging deze theorieën te bekritisieren door middel van weerleggingspogingen (hypothetisch-deductief).

“Herhaalde waarnemingen en experimenten fungeren in de wetenschap als toetsen van onze vermoedens en van onze hypothesen, dat wil zeggen als pogingen tot weerlegging.”⁴

verificatiebeginsel

Met deze gedachte verzet Popper zich tegen de gangbare wetenschapsoopvatting, dat feiten een wetenschappelijke theorie kunnen bevestigen (**verificatiebeginsel**). Het probleem met deze opvatting is dat de bevestiging van een theorie in principe een oneindige reeks waarnemingen vereist. En omdat het aantal waarnemingen steeds beperkt is, kan een theorie nooit uitputtend door de feiten worden bevestigd. Zo vormen duizend bevestigingen van witte zwanen geen afdoend bewijs voor de bewering ‘Alle zwanen zijn wit’, want er is geen logische waarborg dat de volgende waargenomen zwaan niet zwart, geel of rood zal zijn.

falsificatiebeginsel

Tegenover de gangbare wetenschapsoopvatting stelt Popper dat niet de bevestiging, maar de weerlegging van een theorie centraal moet staan (**falsificatiebeginsel**). Eén weerlegging heeft immers meer

bewijskracht dan duizend bevestigingen. Zo volstaat de waarneming van één zwarte zwaan om de bewering ‘Alle zwanen zijn wit’ te ontkrachten. Daarom moeten wetenschappers proberen om theorieën te weerleggen in plaats van ze te bevestigen. Slaagt de weerleggingspoging, dan is de theorie ongeldig en moet ze verworpen of bijgesteld worden. Mislukt de weerleggingspoging, dan is de theorie nog niet met zekerheid waar, maar kan ze voorlopig wel aanvaard worden. Naarmate een theorie dan meer en vernuftiger weerleggingspogingen doorstaat, wordt zij steeds beter ondersteund, al blijft het mogelijk dat zij in de toekomst toch nog zal worden weerlegd. Wetenschappelijke kennis is voor Popper dus altijd hypothetisch, voorlopig en onzeker.



De mogelijkheid om een theorie te weerleggen wordt door Popper overigens gezien als een **demarcatiecriterium** om wetenschap van pseudo-wetenschap te onderscheiden. Volgens Popper moet een theorie principieel weerlegbaar zijn om een wetenschappelijke status te hebben. Een theorie is pas wetenschappelijk als ze aan de ervaring kan worden getoetst. Omgekeerd beschouwt Popper een theorie als onwetenschappelijk, indien deze niet kan worden weerlegd.

demarcatiecriterium

“Een theorie die door geen enkele voorspelbare gebeurtenis kan worden weerlegd, is onwetenschappelijk. Onweerlegbaarheid is geen deugd van een theorie (zoals de mensen vaak denken), maar een ondeugd.”⁵

“Het criterium of een theorie wetenschappelijke status heeft, is falsifieerbaarheid, weerlegbaarheid of testbaarheid.”⁶

Een theorie moet dus openstaan voor een eventuele weerlegging, in de zin dat zij op de proef gesteld moet kunnen worden. Hiertoe moet zij een bepaalde stand van zaken uitsluiten, want een theorie die niets uitsluit, staat niet open voor een eventuele weerlegging. Zo voldoet de bewering ‘In het jaar 2142 zal er een zoneclips zijn’ aan het criterium van weerlegbaarheid, omdat zij uitsluit dat er in het jaar 2142 geen zoneclips zal plaatsvinden.

Is psychoanalyse een pseudo-wetenschap?

In het boek *Conjectures and Refutations* (‘Gissingen en weerleggingen’) wijst Popper erop dat sommige theorieën ten onrechte aanspraak maken op het statuut van wetenschap. Zo claimt de psychoanalytische theorie van **Alfred Adler** (1870-1937) volgens Popper ten onrechte een wetenschappelijke status, omdat zij principieel onweerlegbaar is. Adler beweert namelijk dat het typisch menselijk is een minderwaardigheidsgevoel te hebben dat voortdurend moet worden overwonnen. Het probleem is nu, dat geen enkel menselijk gedrag met deze bewering in strijd kan zijn. Als een man bijvoorbeeld zijn leven waagt om een kind te redden, kan Adler dit verklaren door te beweren dat de man de behoefte had zijn minderwaardigheidsgevoelens te overwinnen door zichzelf zijn dapperheid te bewijzen. Als de man echter het tegengestelde doet en een kind om het leven brengt, kan Adler wederom de verklaring geven dat de man de behoefte had zijn minderwaardigheidsgevoelens te overwinnen door zichzelf te bewijzen dat hij een misdaad durfde te begaan. Het feit dat de theorie altijd klopt, lijkt op het eerste gezicht een sterk argument ten gunste van de theorie. Volgens Popper echter schuilt in deze schijnbare verklaringskracht juist haar zwakte. Een theorie die niets uitsluit, is tegelijk ook nietszeggend. Het doet denken aan waarzeggers die gebeurtenissen zo vaag voorspellen, dat hun voorspellingen altijd lijken uit te komen. Hetzelfde geldt voor de weersvoorspelling ‘Morgen zal het regenen, maar misschien ook niet’. Zulke bewering wordt altijd bevestigd, maar haar informatiewaarde is nihil.



Is sterrenwielarij of astrologie een wetenschap of een pseudo-wetenschap?

Het criterium van weerlegbaarheid dwingt een theorie dus om precieze uitspraken te doen, zodat ze op de proef gesteld kan worden. Bovendien zal de kans of het risico op weerlegging toenemen, naarmate de theorie steeds preciezere uitspraken doet. En hoe groter het risico op weerlegging (of hoe onwaarschijnlijker de theorie), des te wetenschappelijker de theorie is, aldus Popper. Zo is de bewering 'Op 25 mei in het jaar 2142 zal er in Antwerpen een zoneclips zijn' wetenschappelijker dan de bewering 'In het jaar 2142 zal er een zoneclips zijn', omdat zij preciezer en daarom ook risicovoller of meer weerlegbaar is.

“Een bewering met een hoge waarschijnlijkheid zal wetenschappelijk oninteressant zijn, omdat zij weinig zegt en geen verklarende kracht heeft. [...] Als wetenschapsbeoefenaars zijn wij niet op zoek naar zeer waarschijnlijke theorieën, maar naar verklaringen, dat wil zeggen naar sterke en onwaarschijnlijke theorieën.”⁷

Pierre Duhem Poppers wetenschapstheorie van 'gissingen en weerleggingen' kent veel aanhang, maar is zelf niet vrij van kritiek. Eén van die kritieken berust op een probleem dat aan de kaak werd gesteld door de Franse wetenschapper en wetenschapsfilosoof **Pierre Duhem** (1861-1916). Duhem betoogde dat een theorie nooit geïsoleerd van allerlei hulphypothesen kan worden getest. Dit betekent dat er bij elke proefneming allerlei vooronderstellingen meespelen, zoals aannames betreffende de werking van de meetinstrumenten en de nauwkeurigheid van de meetresultaten. Indien er dan een geslaagde weerleggingspoging optreedt, rijst de vraag of de theorie, dan wel een van de hulphypothesen (of beide) is weerlegd.

De ontdekking van Neptunus

Een mooi voorbeeld van dit probleem vinden we in de geschiedenis van de astronomie. In de eerste helft van de negentiende eeuw bleek de waargenomen baan van Uranus (de verst verwijderde planeet in het zonnestelsel die toen bekend was) af te wijken van de baan die op basis van de zwaartekrachttheorie van Newton werd voorspeld. Dit betekende dat ofwel de theorie ofwel een van de hulphypothesen (of beide) was weerlegd. De toenmalige astronomen vermoedden dat het probleem school bij de hulphypothese betreffende het aantal planeten in het zonnestelsel, omdat het leek alsof de afwijkingen werden veroorzaakt door een onbekende planeet voorbij de baan van Uranus. Daarom gaven ze de theorie van Newton niet op, maar verwierpen ze de hulphypothese. De massa en de positie van de hypothetische planeet werden zo berekend dat die in overeenstemming gebracht konden worden met de waargenomen baan van Uranus. Op basis van die berekeningen werd de onbekende planeet in 1846 ook daadwerkelijk waargenomen. Wij noemen ze nu Neptunus.

De Amerikaanse filosoof **Willard van Orman Quine** (1908-2000) radicaliseerde het probleem van Duhem door te stellen dat we bij een geslaagde weerleggingspoging evenzeer de regels van de wetenschap of de wetten van de logica in vraag kunnen stellen. Ook zij maken immers deel uit van het geheel van wetenschappelijke kennis dat op de proef wordt gesteld. Als dit geheel dan in vraag gesteld wordt door een geslaagde weerleggingspoging, is het niet duidelijk welk deel van wetenschappelijke kennis is weerlegd.

Willard v.O. Quine

Indien er geen oplossing bestaat voor het Duhem-Quineprobleem, kunnen wetenschappers in principe vasthouden aan eender welke theorie door simpelweg de hulphypothesen aan te passen. Dat zou betekenen dat Poppers criterium van weerlegbaarheid ongeschikt wordt als demarcatieriterium om wetenschap van pseudo-wetenschap te onderscheiden. Maar wat betekent het als we geen duidelijk onderscheid kunnen maken tussen wetenschap en pseudo-wetenschap? Bestaat er dan wel iets als 'wetenschap'?

- 1 Bacon, F., *Novum Organum*, 1620, I 3, geciteerd in: Dijksterhuis, E.J., *De mechanisering van het wereldbeeld*, 1950, p. 437 en 441.
- 2 Galilei, G., *Il Saggiatore*, Edizione Nazionale VI, 1623, p. 232, geciteerd in: Dijksterhuis, o.c., p. 399.
- 3 Galilei, G., Brief aan Ingoli, Edizione Nazionale VI, 1624, p. 545, geciteerd in: Dijksterhuis, o.c., p. 381.
- 4 Popper, K.R., *De groei van kennis*, Boom, Amsterdam, 2002, p. 105.
- 5 Popper, o.c., p. 78.
- 6 Popper, o.c., p. 79.
- 7 Popper, o.c., p. 112.