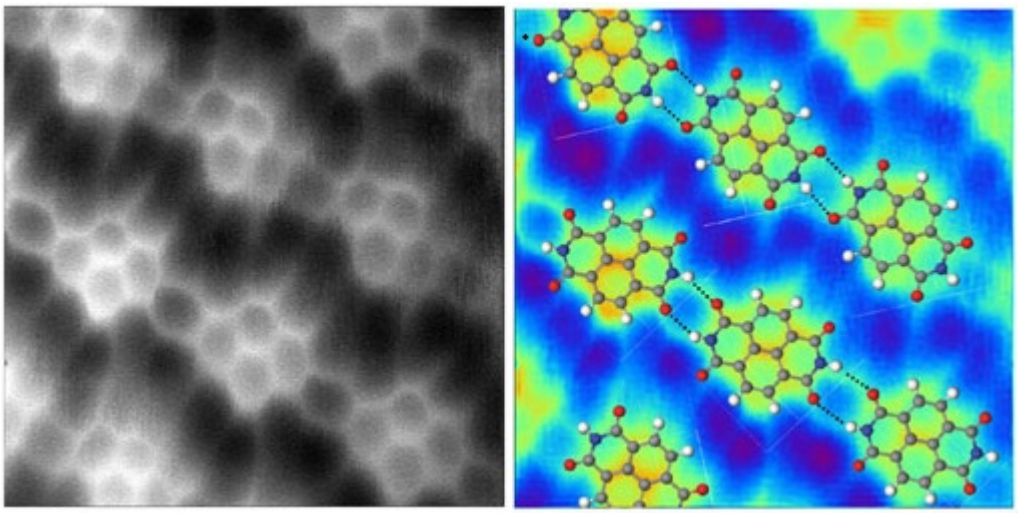
Bestaat een atoom?

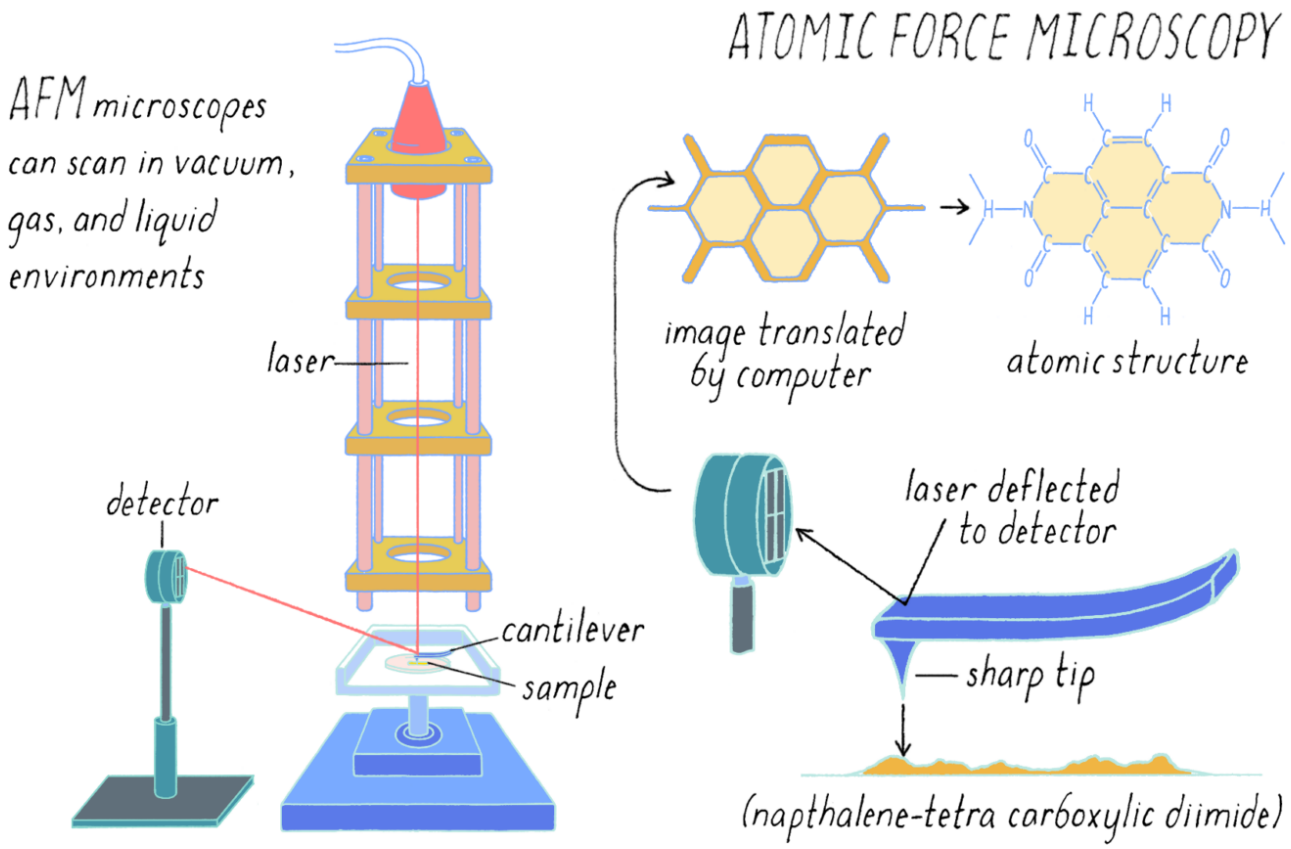
Bestaat een atoom? Het antwoord op die vraag lijkt voor de hand liggend: ja – dat hebben natuurkundigen toch al lang geleden vastgesteld? Je kunt atomen meten en zichtbaar maken, bijvoorbeeld met een elektronen- of atoomkrachtmicroscoop, en ze vormen een centraal onderdeel in de modellen van materie die we gebruiken in de natuurkunde en scheikunde.



Afbeelding 1. Afbeelding gemaakt met een atoomkrachtmicroscoop. Links de daadwerkelijke afbeelding en rechts de interpretatie van die afbeelding in termen van atomen. Afbeelding: A. M. Sweetman et al., via Wikimedia Commons.

Toch moeten we toegeven dat niemand ooit écht een atoom heeft gezien – als in, met diens eigen ogen. Wat we daadwerkelijk waarnemen wanneer we een atoomstructuur zichtbaar maken met een atoomkrachtmicroscoop zijn pixels op een scherm. Die pixels verbinden we aan verschillende elektrische signalen die zijn gemeten als gevolg van een verschil in intensiteit van de laser (zie afbeelding 1). Met onze theorieën over elektromagnetisme, quantummechanica en de werking van ons meetapparaat, leiden we daaruit af dat er zoiets geweest moet zijn als een atoom, dat de elektrische signalen kan verklaren. Maar betekent dat dat zo'n atoom echt bestaat, in de zin dat het woord naar concrete dingen in de wereld verwijst, of is het niet meer dan een handig theoretisch concept dat we hebben bedacht om

onze waarnemingen uit te leggen?



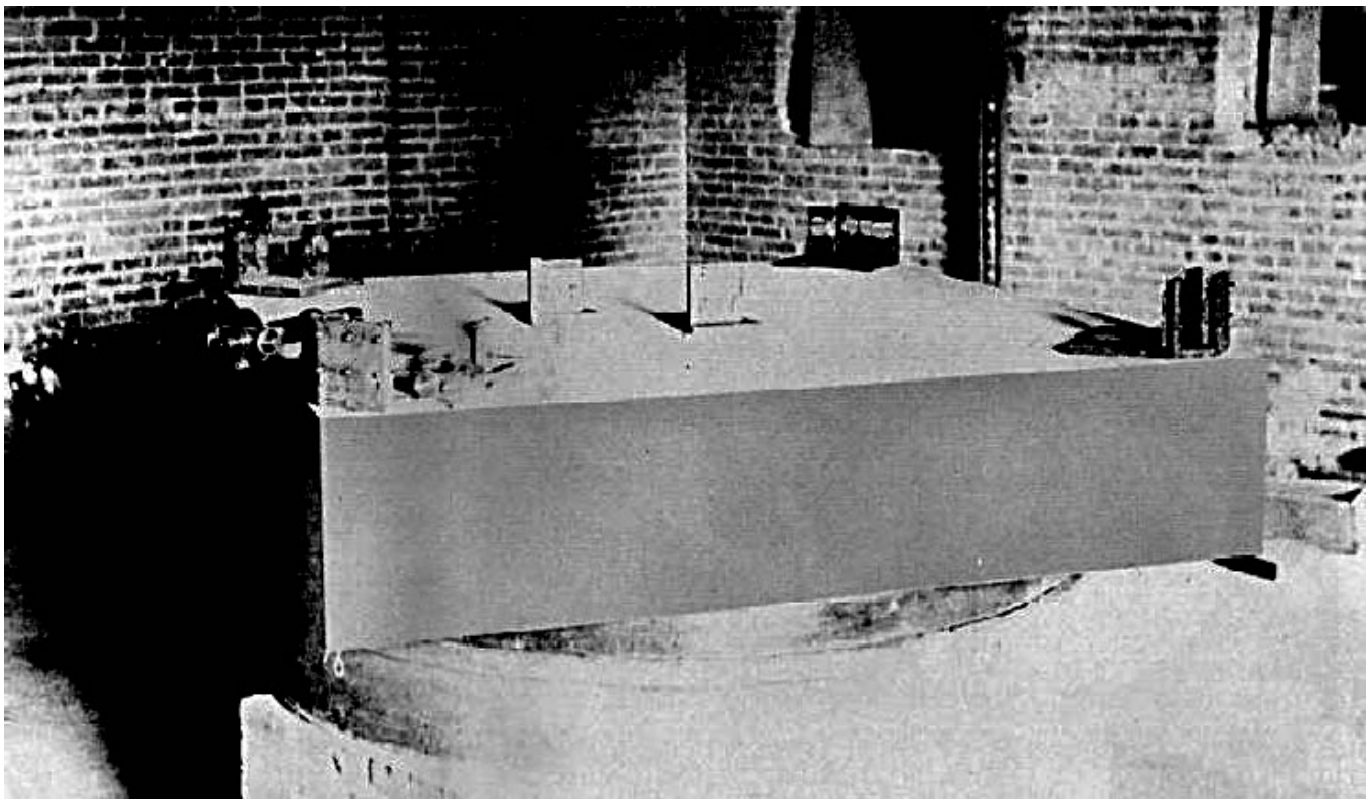
Afbeelding 2. Schematische weergave van de werking van een atoomkrachtmicroscoop. Het doel van de afbeelding is niet om de exacte werking weer te geven maar om te laten zien dat er tussen wat we zien (de pixels op het scherm) en wat we zichtbaar willen maken (de atoomstructuur) vele stappen zitten, die zowel techniek als theorie vereisen. Afbeelding: Explore Biology, via Wikimedia Commons.

Nu gaat dit artikel niet zozeer over atomen, maar over de bredere vraag of de theoretische concepten die we in de wetenschap bedenken verwijzen naar echt bestaande dingen. Dit is een vraag die de wetenschapsfilosofie al lange tijd bezighoudt. Aan de ene kant is er de stroming die *wetenschappelijk realisme* wordt genoemd. Die stroming stelt dat succesvolle wetenschappelijke theorieën ware kennis over de wereld bevatten – kennis van hoe de wereld daadwerkelijk ís. Het belangrijkste argument voor dit idee is het succes van de wetenschap zelf: de beste verklaring voor het feit dat de wetenschap met zulke ongelofelijke nauwkeurigheid experimentele waarnemingen weet te voorspellen en verklaren is dat de wetenschap tot op zekere hoogte tot de ware essentie van de werkelijkheid is doorgedrongen

– anders zouden die successen gewoonweg wonderlijk zijn.

Aan de andere kant zijn er de tegenstanders van dit idee, die ook wel anti-realisten worden genoemd. Zij beroepen zich vaak op een meer historische analyse van de wetenschap. Zo stelt hun belangrijkste argument dat vele theorieën die in het verleden zeer succesvol waren, nu toch als onjuist worden gezien. Is het dan niet een beetje naïef om te denken dat onze theorieën het nu wél eindelijk bij het juist eind hebben?

Dit argument, dat ook wel de 'pessimistische meta-inductie' wordt genoemd, is onder andere terug te traceren tot de Franse natuurkundige, wiskundige en filosoof Henri Poincaré, en wordt in de hedendaagse filosofie vaak toegeschreven aan Larry Laudan, een Amerikaanse wetenschapsfilosoof. Realisten kunnen misschien tegenwerpen op dit argument dat, hoewel die verleden theorieën niet helemaal juist zijn gebleken, ze wel 'ongeveer waar' waren, en dat we steeds een stapje dichter bij de echte waarheid komen door onze theorieën te verbeteren. Maar volgens Laudan is dat niet een geloofwaardig argument, omdat er tal van voorbeelden zijn in de geschiedenis waarbij de centrale concepten van de theorie tegenwoordig echt als 'onjuist' worden gezien. Denk bijvoorbeeld aan de theorie van de ether, die de natuurkunde aan het einde van de negentiende eeuw domineerde, of die van de warmtevloeistof, of van de flogiston in de eeuw daarvoor. Die theorieën waren in hun tijd zeer succesvol, maar bevatten allemaal een centraal element waarvan we nu denken dat het niet meer dan een verzinsel is dat toevallig goed bij de toen bekende feiten paste: een handig concept, maar niet iets dat naar iets echts in de wereld verwijst. Dan lijkt het moeilijk om vol te houden dat die theorieën succesvol waren omdat ze 'ongeveer waar' waren, toch? En hoe kunnen we dan zo zeker zijn van de centrale concepten in onze theorieën nu, zoals het atoom?



Afbeelding 3. Het Michelson-Morley-experiment. Het beroemde Michelson-Morley-experiment uit 1887 werd gezien als bewijs dat de ether niet bestond. Afbeelding: Case Western Reserve University, via Wikimedia Commons.

Maar je kan toch niet echt geloven dat atomen niet bestaan? Dat is niet zozeer het punt, volgens de Amerikaanse filosoof Kyle Stanford. Het gaat er voor de anti-realisten niet om dat géén van de theoretische concepten die we gebruiken naar echte dingen verwijzen, maar dat we het succes van theorieën in het beschrijven van waarnemingen niet kunnen gebruiken als argument voor de stelling dat hun theoretische concepten naar echte dingen in de wereld verwijzen. Het kan dus prima zo zijn dat het atoom wél echt bestaat, maar we hebben geen argumenten om dat te onderbouwen.

Wat bedoelen we trouwens precies wanneer we zeggen dat termen naar echte dingen verwijzen? Waarom denken wetenschappers dat een atoom echt is en de ether niet? Veranderen termen niet constant van betekenis? Neem de term atoom als voorbeeld. Dit concept was in de oudheid al in gebruik voor de ondeelbare bestanddelen van materie – maar het is toch moeilijk om te geloven dat de Griekse filosoof Democritus exact hetzelfde bedoelde met zijn concept van atomen als de Engelse scheikundige John Dalton, toen die in 1801 zijn atoomtheorie introduceerde. En Daltons atomen waren weer iets heel anders dan die van Rutherford, of Bohr. Kunnen we dan wel volhouden dat al die concepten naar

hetzelfde echte ding verwezen, alleen omdat ze toevallig allemaal hetzelfde woord gebruikten? Omgekeerd is het woord “ether” misschien niet meer in gebruik als naam voor een medium waarin licht zich voortplant, maar zijn er in de hedendaagse natuurkunde nog steeds concepten te vinden die deels overeenkomen met wat natuurkundigen daar eind negentiende eeuw mee bedoelden, zoals het ruimtetijdveld. Dus wat is nou eigenlijk het verschil? Volgens de Amerikaanse filosoof Howard Stein betekent dit dat we überhaupt niet te veel waarde moeten hechten aan het feit dat een term als “atoom” uit een verleden theorie nog steeds in zwang is, en kunnen we op basis daarvan niet concluderen dat het om een concept gaat dat waarschijnlijk “ongeveer waar” is – de betekenis van dat woord is immers drastisch veranderd.

De vraag of atomen bestaan is dus misschien niet eens zo relevant voor de onderliggende vraag of onze theorieën waar zijn. Het gaat er veeleer om of het complete scala aan eigenschappen dat we tegenwoordig aan atomen toekennen – inclusief hun relatie tot andere concepten in de theorie – klopt, en om hoe we dit verbinden aan de dingen die we waarnemen. Kortom, om hoe het concept “atoom” binnen een theorie wordt ingezet om waarnemingen te verklaren. En of dat allemaal “waar” is, is een stuk complexere vraag dan of atomen ‘bestaan.’ Volgens Stanford is het onwaarschijnlijk dat toekomstige generaties op ons zullen terugkijken en zeggen dat er níet zoiets als een atoom is; dat die term nergens op sloeg. Maar, zoals Stanford schrijft, dat vertrouwen is meer gebaseerd op de toegeeflijkheid die we gewoonlijk aan de dag leggen bij het interpreteren van sprekers uit het verleden dan de zekerheid dat onze substantiële overtuigingen over wat een term zoals “atoom” inhoudt niet zullen veranderen. En dat is precies het punt dat de anti-realist wil maken: er is geen historische continuïteit die het vertrouwen rechtvaardigt dat onze theorieën nu de waarheid te pakken hebben.

Moeten we dan maar toegeven aan het pessimistische idee dat we helemaal niet zeker kunnen zijn van de waarheid van onze theorieën, hoe succesvol ze ook zijn? Zo simpel is het niet, stelt de (hedendaagse) Griekse filosoof Stathis Psillos, die het wetenschappelijk realisme probeert te verdedigen tegen de kritiek van de pessimistische inductie. Kunnen we immers niet een onderscheid maken tussen de delen van een theorie die bijdragen aan haar succes en “loze onderdelen” die eigenlijk overbodig zijn? In de theorie van de ether zaten bijvoorbeeld ook tal van theoretische concepten waarvan we wél nog steeds denken dat ze correct zijn – zoals die met betrekking tot het golfkarakter van licht. Terugkijkend is het

mogelijk om te stellen dat het juist díe concepten waren die zorgden voor het succes van de theorie in het verklaren van verschijnselen, en dat het concept van de ether zelf eigenlijk overbodig was. Dan is het misschien ook redelijk om te denken dat de theorie “ongeveer waar” was wat betreft de delen die bijdroegen aan haar succes, en niet wat betreft de overige loze concepten zoals de ether. Dat noemt Psillos een strategie van “verdeel en heers”.

Vanuit die gedachte is er wel degelijk sprake van enige continuïteit in de geschiedenis van de wetenschap wat betreft de achterliggende concepten, mechanismen en wetten die essentieel zijn voor het succes van theorieën. En dat zou betekenen dat ook onze theorieën een zekere mate van waarheid bevatten, precies voor zover ze succesvol zijn. Natuurlijk is het niet mogelijk om nu te zien welke concepten bijdragen aan het succes van een theorie en welke later overbodig zullen blijken. Maar misschien is het toch een geruststellende gedachte dat ergens in onze theorieën een kern van waarheid zit. Voor een praktiserend wetenschapper is het sowieso makkelijker om gewoon aan te nemen dat atomen bestaan, en zich in het dagelijkse werk niet té veel met dit soort vragen bezig te houden.

***

Dit artikel is deels gebaseerd op het artikel ‘“Atoms Exist” Is Probably True, and Other Facts That Should Not Comfort Scientific Realist’ van P. Kyle Stanford, verschenen in The Journal of Philosophy 112 (8), augustus 2015.