

Theorieën uit het verleden: Plato

Maak eens wandeling en kijk om je heen. Wat zie je? Natuur - natuurlijke systemen, gedragingen van dieren, stromingen van water, lucht, warmte. Vormen en structuren, allemaal perfect op elkaar afgestemd in een harmonische samenstelling. Je zou kunnen stellen dat de natuur wonderlijk en schoon is.

Natuurkunde is het proberen te begrijpen en beschrijven van die schone natuur om ons heen. Sinds de Wetenschappelijke revolutie in de zestiende en zeventiende eeuw is een klassiek beeld van wetenschap en daarmee de natuurkunde ontstaan, door het systematisch opschrijven en documenteren van metingen en het gebruik van wiskundige onderbouwingen. Grote wetenschappers van de twintigste eeuw hebben deze klassieke natuurkunde naar een modern tijdperk verheven. Theorieën over de natuur zijn er echter altijd al geweest, en ze blijven veranderen, worden verbeterd, of verworpen.



Plato en Aristoteles. Plato en Aristoteles in de fresco School van Athene, door de Italiaanse renaissanceschilder Raphael. Plato heeft hier het manuscript van de Timaeus onder zijn arm en lijkt Aristoteles te onderwijzen. Aristoteles gebaart hem te bedaren; misschien is hij het niet eens met wat Plato te zeggen heeft?

Als we het hebben over de tijd voordat natuurkunde een afzonderlijk vak was, spreken we over de zogenoemde “natuurfilosofen”, mensen die zich bezighielden met de vraag hoe de natuur is opgebouwd en waarom deze zo harmonisch is en uit schoonheid bestaat. Deze benaming komt voornamelijk voort uit de titels van de verslagen van deze vroege filosofen: veelal met een titel als *Over de natuur* (Grieks: *peri phuseōs*). De verslagen en vroege theorieën komen voort uit fundamentele vragen over het bestaan van alles dat is, de werkelijkheid om ons heen, wanneer we bijvoorbeeld die wandeling maken. Ze vinden dus hun oorsprong in de filosofie.

De Griekse filosofen uit de zesde en vijfde eeuw voor onze jaartelling staan in de

geschiedenis van de wetenschap bekend als de eerste natuurfilosofen, aangezien zij zich onder andere bezighielden met de vraag hoe de natuur is opgebouwd. Aristoteles (384-322 v. Chr.) was de eerste die de term "[Physica](#)" gebruikte als titel van zijn werk. Dit betekende letterlijk: natuurlijke geschriften, of lezingen over de natuur. Hij wijdde zijn leven aan het bestuderen van de natuur. In zijn *Physica* ontwikkelt Aristoteles de basis van zijn natuurfilosofie: eerst onderzoekt hij wat "natuur" is, daarna beschrijft hij beweging. Hij introduceert in het werk begrippen als oorzaak, plaats en tijd, en verdedigt het bestaan van de "onbewogen beweging"; een bovennatuurlijke werkelijkheid die zelf niet beweegt, maar wel alles in het universum in stand houdt. Hoewel de natuurkunde volgens Aristoteles bijna alles over de werkelijkheid omvat, is ze toch ondergeschikt aan de metafysica, omdat er volgens hem hogere, immateriële entiteiten bestaan. Een eerdere bewuste definitie van wat "natuur", of "materie" is, bestond niet vóór Aristoteles, aangezien de eerdere filosofen zich bezighielden met 'alles', al wat is, al het zijnde, en niet alleen de natuur (materie) om ons heen.

Een van die eerdere filosofen is Plato, de leermeester van Aristoteles. Plato staat bekend om zijn ideeënleer, of theorie van vormen, en niet zozeer om zijn natuurfilosofie. De ideeënleer van Plato is de metafysische theorie dat alle dingen die wij kennen afgeleid zijn van ware, perfecte vormen: de ideeën. Die ideeën bestaan in een ideële werkelijkheid buiten de materiële wereld. Wij kunnen die wereld alleen met ons verstand waarnemen. De ideeën zijn tijdloos en onveranderlijk. Een voorbeeld is een driehoek: een perfecte driehoek bestaat alleen in gedachten; wanneer we een perfecte driehoek proberen te tekenen zullen er altijd afwijkingen zijn. Plato's theorie wordt hierom ook wel "twee-wereldentheorie" genoemd. Er bestaan twee werelden/rijken: het rijk van de ideeën en het rijk van het stoffelijke, onze natuur en alles dat veranderlijk is. Ondanks dat de stoffelijke wereld dus altijd imperfect is, tracht Plato een vorm van natuurfilosofie neer te zetten. Dit doet hij door een zorgvuldig uitgewerkte beschrijving van de vorming van het universum te geven, evenals een verklaring voor de toch indrukwekkende orde en schoonheid ervan.

De Timaeus

Plato stelt dat zekerheid niet verkrijgbaar is in de veranderlijke natuur om ons heen (waar wij ook deel van uitmaken). Desalniettemin heeft hij een natuurfilosofie uiteengezet in zijn theoretische vertelling de *Timaeus*. In deze vertelling zijn er twee werelden: de wereld van

dingen die onveranderlijk zijn en dus zijn, en de wereld van dingen die continu veranderen en daardoor nooit zijn maar altijd “in wording zijn”; dit is het stoffelijke, de materie (maar niet materie zoals wij die tegenwoordig in de natuurkunde kennen).

De [ontologie](#) die Plato scheidt lijkt in zekere zin erg op de beschrijving van de kosmos door kosmologen nu: er wordt een lege ruimte geschetst of voorgesteld waarin zowel het universum als de materiële onderlaag kan worden geplaatst. Deze materiële onderlaag wordt gevormd naar een eeuwig model. Die “begintoestand”, die eeuwig is, geen tijd kent, en alle sporen of bouwstenen van latere materialen of elementen al in zich heeft, is een chaotisch mengsel van voortdurende onevenwichtige bewegingen. Elke (spastische) beweging roept een keten aan verstoring en instabiele toestand op. Deze bewegingen kunnen toevallige verschijnselen voortbrengen die op een van de vier latere elementen (vuur, water, lucht en aarde) lijken. Je kan dit zien als een soort vage mist waar al voorbodes van vuur of water te “zien” zijn. Het vuur verschijnt misschien per toeval al even om direct weer opgeslokt te worden in de chaos. Deze verschijnselen worden in de Timaeus “sporen” genoemd (Engels traces). Deze beschrijving doet erg denken aan de “kosmische quantumsoep” die ontstond tijdens de oerknal, en die ik in het artikel [bestond er een kosmos voor het heelal?](#) beschreef.

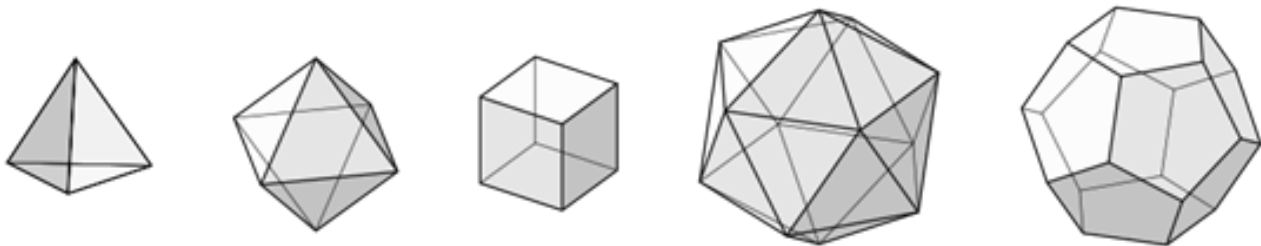
Waar de oerknaltheorie uitgaat van een niet-intelligent proces (er is binnen de natuurkunde niet een entiteit die de beginwaardes “uitkiest”), is dit in Plato’s Timaeus wel het geval. Plato had het over een Demiurg die de al bestaande chaos ordent. Het woord Demiurg (Oudgrieks: δημιουργός, dèmiourgós), betekent letterlijk ambachtsman, bouwer. Deze bouwer vormt vanuit de chaotische sporen van ongeordende materie de wereld naar het beeld van de perfecte ideeën (of vormen). De bouwer moet niet worden gezien als god, maar kan meer worden opgevat als de rationele, ordenende kracht die het universum structuur geeft. Het is dus meer een beeldspraak voor het Nous, het Verstand of Intellect.

De stoffelijke wereld moet volgens Plato zo volmaakt en excellent mogelijk zijn, maar kan nooit perfect worden, aangezien het altijd een afspiegeling zal blijven van de volmaakte wereld van de ideeën – denk terug aan het voorbeeld van de driehoek. De ordening van het bovengenoemde proces wordt beschreven alsof het zich in de “tijd” van het heelal afspeelt, maar waarschijnlijk gebruikte Plato deze beschrijving van tijd alleen als een middel om structuur te creëren. (De Demiurg ging in Plato’s vertelling systematisch tewerk, eerst met de elementen, vervolgens met de rest van het universum.) Als een metaforische interpretatie

van de Timaeus gevolgd wordt, leest men de vertelling niet als een proces waarbij een intelligente Demiurg het universum op enig tijdstip in het verleden bijeenbracht, maar als een uiteenzetting van de beginselen die te allen tijde aan het universum ten grondslag liggen.

Elementen

Plato kent ook elementen. Hij was niet de eerste die elementen beschreef, maar was wel degene die deze met wiskundige vormen ([Pythagorisme](#)) en het [atomisme](#) verenigde. In de Timaeus vormt de Demiurg deze elementen (de sporen van de elementen worden systematisch gerangschikt en gevormd tot de elementen) en maakt hij ze zo volmaakt en excellent mogelijk. De elementen hebben geen eigenschappen, maar wel stereometrische vormen: driedimensionale, ruimtelijke geometrische figuren, die in tegenstelling tot platte, vlakke vormen, een volume hebben. Er bestaan 5 regelmatige veelvlakken. Plato kiest vier van deze vijf lichamen als basislichamen voor de vier elementen: de tetraëder (piramide) voor vuur, de octaëder (achtvlak) voor lucht, de icosaëder (twintigvlak) voor water, en de kubus voor aarde. Het overblijvende regelmatige veelvlak, de dodecaëder, gebruikte hij als “universum als geheel”: het benadert een volmaakte bol en de twaalf vlakken representeren symbolisch de twaalf sterrenbeelden van de dierenriem.



Tetrahedron

Octahedron

Cube

Icosahedron

Dodecahedron

De platonische lichamen. Van links naar rechts representeren de veelvlakken de elementen vuur, lucht, aarde, water en het gehele universum.

Wat bijzonder is aan deze veelvlakken is dat ze een duaal karakter hebben: elk Platonisch lichaam heeft een *duaal veelvlak*, waarbij het aantal vlakken en hoekpunten omgewisseld zijn. Samen vormen ze een soort “spiegelparen”. (Meer weten over dualiteiten? José Dupont schreef er over in haar artikel [Dualiteiten: wat zijn dat eigenlijk?](#)) Dit kun je als volgt

voorstellen: wanneer je in elk vlak van een platonisch lichaam in het midden een punt plaatst, en vervolgens deze punten met lijnen aan elkaar verbindt, krijg je een nieuw platonisch lichaam, genesteld in het originele platonische lichaam.

Kubus ↔ Octaëder

De kubus is dual aan de octaëder: de kubus heeft 6 vlakken en 8 hoekpunten, de octaëder juist 8 vlakken en 6 hoekpunten. Ze zijn elkaars dualen.

Icosaëder ↔ Dodecaëder

De icosaaëder heeft 20 vlakken en 12 hoekpunten, terwijl de dodecaëder 12 vlakken en 20 hoekpunten heeft.

Tetraëder ↔ Tetraëder

De tetraëder is bijzonder, want hij is **zelf-duaal**: als je dit proces toepast, krijg je opnieuw een tetraëder.

De vijf Platonische lichamen vormen dus een gesloten systeem, ieder lichaam heeft precies één duale. De dualen kunnen in elkaar genesteld worden tot in oneindigheid: een kubus in een octaëder in een kubus in een octaëder, etc... Dit kan in beide richtingen, kleiner en groter. Dit brengt teweeg dat we een Platonisch-Lichaam-[fractal](#) kunnen maken.

Dat water verdampt, of vuur ontstaat, komt volgens Plato door het uiteenvallen van de elementen in driehoeken (de vlakken van de kubus bestaan in Plato's beeld bijvoorbeeld uit twee gelijkbenige driehoeken) en het aangaan van andere combinaties in driehoeken. Op die manier verklaart de Timaeus de onderlinge omzetting tussen vuur, lucht en water. De vlakken van de kubus kunnen daarentegen alleen worden herschikt tot nieuwe kubussen, aangezien zij gebaseerd zijn op rechthoekige gelijkbenige driehoeken; aarde ondergaat hierdoor geen transformatie naar de andere drie elementen. Door verschillen in grootte en combinatie van deze bouwstenen verklaart Plato vervolgens waarom we in de wereld zo veel verschillende soorten stoffen en mengsels aantreffen, met allerlei eigenschappen zoals hardheid, warmte of helderheid. Het idee van het afbreken van de elementen en het opbouwen van nieuwe elementen uit de brokstukken (driehoeken) van de veelvlakken, was een voorloper van de alchemie.

Plato's theorie roept natuurlijk de vraag op hoe deze "natuurkunde" van elementen zich verhoudt tot zijn metafysica. Wat heeft bijvoorbeeld het zichtbare vuur, dat warm en lichtgevend is, te maken met de Idee van Vuur - een eeuwige, onveranderlijke vorm die zelf geen enkele eigenschap bezit die zintuiglijk kan worden waargenomen? De overgang van deze mathematische conceptie naar de fysische verwerkelijking in de (voor ons) waarneembare wereld is problematisch. Moet men het zich zo voorstellen, dat de ervaring dat vuur pijn doet, veroorzaakt wordt door de puntigheid van de driehoekjes waardoor je geprikt wordt? Waarom past de piramide bij vuur en de kubus bij aarde? Volgens Plato imiteert de Demiurg de Ideeën en maakt hij er concrete, zintuiglijk waarneembare verschijnselen van. Het is de specifieke geometrische vorm van de bouwstenen die ervoor zorgt dat het nagebootste vuur als warm en licht wordt ervaren. De kubus stelt wellicht aarde voor omdat het stevig, stabiel en nauwelijks beweeglijk is, net als een vaste stof. Zo probeert Plato met zijn mix van wiskunde, filosofie en kosmologie de eeuwige Ideeën en de veranderlijke wereld waarin wij leven met elkaar in verband te brengen.



Drie bronzen Romeinse artefacten, twee dodecaëders en een icoesaëder. (3e eeuw n. Chr.) Uit het Rheimisches Landesmuseum in Bonn, Duitsland. Er is niet bekend waar deze voorwerpen voor dienden.

Dat wat Aristoteles later materie zal noemen, krijgt in de Timaeus nog diverse, omslachtige

en vreemde namen: “ontvanger van al het worden, datgene waarin indrukken worden gemaakt, natuur die alle lichamen omvat, moeder van al het worden”. Deze beschrijving van materie is voor Plato zelf nog moeilijk te bevatten en deze “moeder van al het worden” (dus: materie) is al aanwezig voor de Demiurg orde in de chaos brengt – dat wil zeggen: er is bij Plato geen sprake van schepping uit het niets. (Hoe Aristoteles en de atomisten dachten over materie en de opbouw van de natuur kun je lezen in het artikel dat Max Oosterbeek schreef: [Natuurkundig gekibbel: materieel gekibbel door de eeuwen heen.](#))

In de Timaeus vertelt Plato dus een kosmologisch verhaal over het ontstaan en de orde van het universum. Het heelal is volgens hem het werk van een Vormgever (de Demiurg), die wiskundige harmonie en orde oplegt aan een vooraf bestaande chaos, naar het voorbeeld van een eeuwig en volmaakt model. Zo ontstaat de kosmos: een geordend en doelgericht universum waarin elk onderdeel bijdraagt aan het geheel. De orde en schoonheid van het universum zijn hier niet toevallig, maar het resultaat van rationeel en doelbewust handelen van het Nous (het verstand). Misschien is dit verstand wel het model van de wetten van ons universum. Misschien is deze Demiurg een metafoor voor het ontstaan van de balans die uiteindelijk zorgt voor het bestaan van de kosmos zoals wij die kennen. We zullen nooit weten of Plato zijn vertelling letterlijk of metaforisch heeft bedoeld, maar een ding is zeker: er zijn heel wat gelijkenissen en opmerkelijke schoonheden te vinden in zijn beschrijving van chaos, orde en de dualistische kijk op zijn elementen.

Het is een manier van kijken die we vandaag nog steeds herkennen, of het nu gaat om natuurkundige theorieën, de wiskundige elegantie van vormen of de harmonie van het universum.