

# VAN MYTHE TOT WETENSCHAP

*G. BODIFÉE*

## INHOUD

I.	Aard en methode van de wetenschap.....	2
II.	Voorwetenschappelijk tijdperk.....	2
1.	Mythos en logos.....	3
2.	Kosmogonische mythen.....	4
a)	Hesiodos.....	4
b)	Babylonische beschaving.....	5
c)	Egyptische beschaving.....	5
d)	Oud-Indische cultuur.....	5
e)	Hebreeuwse cultuur.....	6
III.	Ontstaan van de wetenschap.....	6
1.	Thales van Milete.....	7
3.	Anaximander.....	8
4.	Anaximenes.....	9
5.	Herakleitos.....	9
6.	Demokritos.....	9
IV.	Verdere ontwikkeling van de wetenschap.....	11
1.	Getallen en cirkels.....	11
7.	Mechanica en elektromagnetisme.....	12
8.	Relativiteit.....	12
9.	Quantumfysica.....	13
10.	Evolutie en moleculaire biologie.....	13
V.	Actuele discussies.....	14
1.	Creationisme.....	14
11.	Intelligent Design (ID).....	14
a)	Onherleidbare complexiteit.....	15
f)	De natuurconstanten.....	16
	ADDENDUM : God, de wereld, en de mens.....	18

## I. AARD EN METHODE VAN DE WETENSCHAP.

Wetenschap steunt op de overtuiging dat achter de verscheidenheid van waargenomen verschijnselen een universele orde schuilgaat en dat de menselijke rede in staat is die orde te doorgronden.

Wetenschappelijke theorieën streven naar een consistente, eenvoudige, rationeel geordende voorstelling van de waargenomen werkelijkheid.

Rationeel geordend" betekent dat de samenhang van de begrippen en hun relaties beantwoordt aan de regels van de logica (deductie en inductie) en mathematica.

De methode die de wetenschap hanteert bij het waarnemen van de verschijnselen en het formuleren van theorieën berust op de principes van objectiviteit en universaliteit.

- "Objectiviteit" betekent dat de interpretatie van het waarnemingsgegeven in principe niet afhangt van de subjectieve overtuigingen of gevoelens van de waarnemer. Meer bepaald worden religieuze en morele overtuigingen uitgeschakeld. Metafysische overtuigingen (bijv. het aannemen van een eenduidige relatie tussen de waargenomen verschijnselen en de uitwendige werkelijkheid) kunnen niet worden uitgeschakeld.
- "Universaliteit" betekent dat de wetenschappelijke theorieën aanspraak maken op absolute en algemene geldigheid. Wetenschap streeft niet naar kennis van particuliere situaties, maar naar die van het universum.

De begrippen waarvan de wetenschap gebruikt maakt, zijn afgeleid uit de zintuiglijke waarneming van de fysische werkelijkheid. Transcendente machten, zoals een bovennatuurlijke scheppende instantie, worden daarbij niet ingevoerd.

De methode die de wetenschap hanteert om haar verklarende schema's op te stellen zijn geleidelijk gegroeid uit oudere denkwijzen. In de aanvankelijke mythische manier van denken voeren goddelijke actoren, gedreven door hun subjectieve motieven, handelingen uit die de wereld haar aanschein geven. Nadien ontstaat het denken vanuit een geloof in een onpersoonlijke orde in de wereld die de manifestatie is van onvermijdelijke natuurlijke wetmatigheden.

## II. VOORWETENSCHAPPELIJK TIJDPERK

Het ontstaan van de wetenschap is het proces van de overgang van de *mythos* naar de *logos*, d.w.z. van het denken in termen van beelden en verhalen naar het denken volgens de rede. Die overgang werd pas mogelijk nadat het inzicht bestond dat de wereld met behulp van de rede kenbaar is.

De overtuiging dat de wereld kenbaar is en met behulp van het rationele verstand begrepen kan worden, werd voor het eerst duidelijk uitgesproken door Plato: "*De wereld is gemaakt naar het patroon van wat door redenering en inzicht te begrijpen is*" (*Timaeus*, 29a).

Plato (4e eeuw v.C.) komt tot deze opvatting omdat hij stelt dat de wereld gemaakt is naar het model van de absolute "zijnden" (tijdloze realiteiten zoals de mathematische grootheden), die met de rede te begrijpen zijn. Voor Plato is de wereld een levend wezen met een rationele ziel. De mens kan met zijn rationeel verstand (dat een deel is van de wereldziel) de wereld begrijpen.

Vreemd genoeg zet Plato zijn beeld over de rationeel geordende wereld uiteen in een verhaal dat de vorm van een mythe heeft. Hij beschrijft hoe de wereld ontstaan is als gevolg van de

scheppingsdaden van een welwillende God (de demiurg). Deze maakt het lichaam van de wereld uit de elementen aarde en vuur (waardoor het tastbaar en zichtbaar is) en water en lucht (als bindingsmiddelen). De ziel stelt hij samen uit de basisbegrippen waaruit alle zijnden bestaan, waardoor ze identiek zijn aan zichzelf en verschillend van de anderen, namelijk het "zijn" zelf, het "gelijke" en het "andere". Hierdoor is de ziel in staat tot "kennen". In de ziel legt de demiurg vervolgens een mathematische orde die deze is van een muzikale toonladder (met octaven, kwinten, kwarten, hele en halve tonen).

Dit mengsel van rationaliteit en mythologie, mathematica en theologie, fysica en esthetica komt vreemd over voor de moderne lezer, zeker voor een wetenschappelijk gevormde geest. Deze tekst is geschreven in een tijd en in een cultuur waar de geboorte plaatsvindt van wat men kan beschouwen als de hedendaagse wetenschap.

## 1. MYTHOS EN LOGOS

Mythos (ἰὸδὲϊς) en logos (ἔϋῶϊὸ) zijn twee Griekse begrippen die allebei door "woord" vertaald kunnen worden.

*Mythos* heeft eerder de betekenis van het gesproken woord, een boodschap, vertelling of verhaal. De betekenis van *logos* ervolueerde van "gesproken woord" naar "geschreven woord", en verder naar gedachte, redenering.

Bij Herakleitos (6e-5e eeuw v.C.) kreeg logos ook de betekenis van "verstand", "waarheid", "geldige uitleg". Wanneer Herakleitos zegt dat "*alles overeenkomstig de logos gebeurt*" (DK 22B1) of dat "*de logos alles bestuurt*" (DK 22B3) gebruikt hij het woord in de betekenis van een wetmatigheid die de wereld regeert.

De Griekse filosofen wilden uitdrukken dat de wereld een geordende structuur bezit, drukten dit uit door te zeggen dat de wereld zich gedraagt "volgens de logos", hetgeen betekent intelligibel, te begrijpen door de rede.

In vòðr-wetenschappelijke tijden hebben mensen zich mythische voorstellingen gemaakt van het ontstaan en de ontwikkeling van de wereld. Deze klassieke mythen gaven geen theoretische uitleg, zij verklaarden niets, maar lieten de lezer of toehoorder getuige zijn van de ontstaansgeschiedenis van de wereld. De oorzaken die de wereld in deze verhalen tot ontstaan brachten waren goden of halfgoden die door passies bewogen werden, die strijd voerden, en eigenmachtig handelden. De geschiedenis van het heelal was een genealogie van de goden en het epos van hun heldendaden.

Vrij plots kwam dan in Griekenland een andere manier van spreken en denken op, die niet langer een beroep deed op goddelijke personen maar op de fysische krachten en substanties van de natuur zelf. De opkomst van de wetenschap, als poging van de mens om de wereld op deze manier te begrijpen, was een gebeurtenis die in plaats en tijd vrij nauwkeurig gesitueerd kan worden. Zij voltrok zich in de zesde eeuw v.C. in de Griekse steden aan de Ionische kust. De plaats is niet ver verwijderd van die waar ook Homeros zijn *Ilias* geschreven moet hebben.

De nieuwe denkwijzen leidden tot een radicale breuk met de traditionele mythische voorstellingen; zoals men die bij Homeros, Hesiodos en anderen aantrof. In plaats van de heroïsche daden van bovenmenselijke personages, die door listen en gewelddaden de werkelijkheid zoals we die kennen tot stand brachten, wordt de wereld in al haar verschijningsvormen nu toegeschreven aan eenvoudige en algemene beginselen, die volgens welbepaalde, rationele principes werken.

## Vergelijkend overzicht

### **Mythos**

- verhalende beschrijving
- beeldende taal
- deelnemers: goden, bovenmenselijke personen
- vaak met morele betekenis
- zingevend
- overreding door traditie en overtuiging

### **Logos**

- theoretische verklaring
- analytische taal
- onpersoonlijke krachten en substantie
- steeds zonder morele betekenis
- niet zingevend
- argumentatie en dialectische redenering

## 2. KOSMOGONISCHE MYTHEN

Om het contrast tussen beide denkwijzen aan te tonen, volgen hier enkele voorbeelden van traditionele mythische voorstellingen van het ontstaan van de wereld. Nadien bespreken we het ontstaan en de ontwikkeling van het wetenschappelijke denken.

### a) *HESIODOS*

De *Theogonie* van Hesiodos (8e eeuw v.C.) is een verhaal over het ontstaan van de goden en van het heelal, een theogonie dus die tevens een kosmogonie is. In het begin bestonden alleen Chaos, de "gapende leegte", Gaia, de "aarde met haar brede flanken", en ook Eros "de mooiste van de onsterfelijke goden". Chaos, Gaia en Eros vormden het trio oermachten waaruit de wereld is ontstaan. Chaos moet opgevat worden als de afwezigheid van vorm en volheid. Gaia is de oerstof, de bodem waarop alles steunt en de vruchtbaarheid zelf. Eros is de primordiale drang tot bestaan.

Chaos gaf het ontstaan aan de duisternis en uit de duisternis ontstaat het licht.

Dan baart Gaia uit eigen kracht Ouranos, het hemelgewelf vol sterren. Het is even uitgestrekt als zichzelf en bedekt haar volledig. Vervolgens brengt Gaia Ourea voort, de landschappen. Tenslotte baart zij Pontis, de wateren, een nog onvruchtbare, vloeibare onmetelijkheid.

Door de innige omhelzing van Gaia door Ouranos werden de twaalf Titanen verwekt, zes mannelijke en zes vrouwelijke. Ook schonk Gaia nog het leven aan éénogige Cyclopen en aan Honderdarmigen. Deze laatste zijn een soort kosmische ordehandhavers. De Cyclopen zijn een kosmische intelligentie, die met hun ene schouwende oog over een bijzonder inzicht beschikken.

Voorlopig kan het leven echter nog niet verschijnen in het heelal, want Ouranos haatte zijn kinderen. Hij had maar één verlangen: de geslachtelijke vereniging met Gaia, en hij vreesde dat zijn nakomelingen zich tussen hem en haar zouden plaatsen. Daarom liet hij zijn omhelzing geen ogenblik los, zodat zijn kroost niet geboren kon worden. De wereld zou eeuwig in deze toestand gebleven zijn, indien Gaia niet een list bedacht had. Zij maakte van ijzer een mes en vroeg haar kinderen haar van hun vader te bevrijden. Deze aarzelden, maar Kronos, een van de Titanen, vatte moed en hakte het geslachtsorgaan van Ouranos af. Ouranos loste zijn greep, de ruimte opende zich. Kronos hield het bloedende orgaan in zijn hand en wierp het weg. Druppels bloed vielen op de aarde, hieruit werden o.m. de wraakgodinnen geboren. Het weggeworpen lichaamsdeel van Ouranis kwam terecht in de wateren van Pontos waar het bleef ronddrijven. Het zaadvocht mengde zich met het schuim van de zee en uit het mengsel werd Aphrodite geboren, de godin van de liefde. Zij kwam aan land op het eiland Cyprus. Van bij haar geboorte begeleidde Eros, de liefdeskracht, haar en bracht haar tot bij de goden.

Door de geboorte van Aphrodite had de gruweldaad van Kronos, een dubbel gevolg: voortaan spelen list en geweld een rol in het scheppingsproces, maar ook liefde en tederheid. Van nu af aan gebeurt ook elke voortplanting langs geslachtelijke weg.

Kronos heeft nu de heerschappij over het heelal. Hij huwt Rheia, een van de vrouwelijke Titanen, en het koppel krijgt zes kinderen, drie zonen en drie dochters.

En dan herhaalt het drama om de wereldheerschappij zich. Uit angst dat zijn kinderen hem van de troon zullen stoten, verslindt Kronos zijn eigen kinderen. Maar Rheia beraamde een plan om haar jongste kind, te redden. Zij baarde het kind klandestien op Kreta en verborg het daar. Dan wikkelde ze een steen in een doek en overhandigde die aan Kronos, die in de waan verkeerde dat het zijn kind was. Hij verslond de steen. Zeus groeide op, werd opgevoed door Gaia, en kon dan aan de verovering van de macht beginnen. Hij bevrijdde Zeus de tien overige Titanen, die nog altijd in de schoot van Gaia opgesloten zaten.

Zo was de stichting van de orde van het heelal een voortdurende strijd om de macht over het heelal. De overwinnaar was Zeus, die plaatsnam op de troon van de onsterfelijken.

Niet alleen in de Griekse cultuur, maar bij alle oude beschavingen treft men mythen aan over het ontstaan van de wereld.

#### *b) BABYLONISCHE BESCHAVING*

*Enuma Elish* is een Babylonisch scheppingsepos waarvan de oudste versies dateren uit het 18e eeuw v.C. Het werd in de 19e eeuw ontdekt op kleitabletten in Akkadisch spijkerschrift, gevonden in de ruïnes van koning Assurbanipal te Nineve (het huidige Mosul in Irak).

De woorden *Enuma Elisj* zijn de beginwoorden "toen boven" van het verhaal. De eerste zin luidt: "*Toen boven de hemel nog niet was genoemd, en het land beneden nog geen naam had.*"

Dit is de toestand vòòr de eerste goden waren geboren. Alles is nog één waterige massa. Het zoete water Apsu en het zoute zeewater Tiamat waren nog niet van elkaar te onderscheiden. Verder was er niets: geen hemel, geen aarde, geen goden.

Toen ontstonden uit de vermenging van het water twee goden: Lachmu en Lachamu, ze werden verwekt door Apsu en gebaard door Tiamat. Beide goden stellen het slijk voor. Daaruit ontstond het land en honderden andere goden die de verschillende domeinen van het heelal controleerden. Dan brak een strijd los tussen de goden, die gewonnen wordt door Marduk, de oppergod van Babylon.

#### *c) EGYPTISCHE BESCHAVING*

In het oude Egypte had elke grote stad zijn eigen oppergod, en werd deze door de lokale priesters aangesteld tot de schepper van de wereld. De oudste bekende Egyptische scheppingsmythen zijn die van Heliopolis, één van de religieuze hoofdsteden van het oude Egypte. De scheppende God van deze stad was Atum, de zonnegod. Hij werd geboren uit Nun, de oer-oceaan. Uit zichzelf brengt hij het licht en de warmte voort. Atum schiep daarna het godenpaar Shu en Tefnut. Dit koppel verwekt de god Geb, de aarde, en de godin Noet, die zich in haar volle lengte over Geb buigt.

#### *d) OUD-INDISCHE CULTUUR*

In de Rigveda, een bundel hymnische gezangen die dateren van ca. 1500 tot 1000 v. C. lezen we: "*Destijds bestond noch het niet-Zijn, noch het Zijn, noch het luchtruim, noch de hemel daarboven [...] Er bestond toen geen dood, en ook geen niet-dood, en geen enkel onderscheid tussen dag en nacht. Slechts het Ene ademde, zonder adem, vanuit zijn eigen natuur,*

*daarbuiten was er niets. [...] Daarna verscheen het verlangen, het eerste zaad en de kiem van de geest [...] Er waren verwekkers en er waren krachten, zelfschepping hier en daadkracht daarboven. De goden zelf zijn pas later ontstaan. Wie weet dan waar de wereld vandaan komt? Hij in wie de schepping haar oorsprong heeft, [...] hij weet het, of misschien weet ook hij het niet."*

#### e) HEBREEUWSE CULTUUR

Genesis 1, openingshoofdstuk van de joodse Thora en nadien het christelijke Oude Testament

Genesis 1 verhaalt hoe God de hemel, de aarde en alle hemellichamen en levende wezens die de hemel en de aarde bevolken, in zes dagen geschapen heeft. Deze tekst is een plechtige hymne aan de ene almachtige God die de wereld met zijn woord tot stand bracht.

Genesis 1 is een verhaal en een boodschap: de mens, die geschapen is naar het beeld van God, krijgt de opdracht te heersen over deze schepping, en zijn bestaan te vermeerderen in getal en in macht.

Genesis 2-3, geschreven door een andere auteur dan het eerste hoofdstuk. Ook de boodschap is anders. God schiep de mens om te genieten van het paradijs. Maar de mens eigent zich goddelijke privileges toe: hij eet van de boom van kennis van goed en kwaad. Daardoor haalt hij de woede van God over zich. Voortaan zal de man in het zweet moeten werken voor zijn brood, en de vrouw zal in pijn en smart haar kinderen moeten baren. Dit verhaal over de zondeval drukt een diepe existentiële ervaring uit: de consequenties van het bezit van kennis worden door de mens als een straf ervaren.

### III. ONTSTAAN VAN DE WETENSCHAP

Het op empirie en rationaliteit gebaseerde *logos*-denken van de eerste natuurfilosofen brak met de gevestigde religieuze opvattingen van hun tijd. De mythische voorstellingen werden vervangen door theorieën op basis van fysische beginselen. Dat ze daarmee hun tijdgenoten shockeerden, staat vast. Terwijl Sophokles de zon bezingt: "*O straal van de zon, glanzend licht, oog van de gouden dag*" (*Antigone*, 100- 104) en Socrates 's morgens tot de zon bidt (*Symposium*, 220d) verkondigt Anaxagoras dat de zon een brandende steenklomp is, niet groter dan de Peloponnesos.

Aanvankelijk ging de aandacht van de Griekse natuurfilosofen vooral naar de grote, allesomvattende vragen. Ondanks de beperkte feitenkennis over planten, dieren, hemelverschijnselen en gedragingen van de materie, hielden ze zich bezig met de vraag naar het ontstaan van het leven en van het heelal. De aanvankelijk denkbeelden steunden op een eerder smalle empirische basis. Niet naar feitenkennis zochten deze denkers, maar naar een *logos*, een rationeel principe dat een verklaring bood voor de bestaande wereld.

Hoewel deze nieuwe natuurfilosofie de basis legde voor een wetenschappelijke ontwikkeling met belangrijke praktische toepassingen, kwam ze aanvankelijk niet voort uit een zoeken naar de oplossing van praktische problemen. Wel kon zij pas ontstaan nadat de meest acute problemen van het dagelijkse bestaan opgelost waren dankzij de economische bedrijvigheid in de welvarende Ionische steden. De aandacht kon daardoor ook naar fundamentele en existentiële vragen gaan. De wetenschap ontstond niet uit praktische behoeften, maar uit verwondering en speculatie. Verwondering is altijd de drijfveer, zoals Plato schreef: "*...het gevoel van verwondering, er is geen ander begin van de filosofie dan dat*" (*Theaetetus*, 155d). Aristoteles was het met hem eens: "*... want het is door verwondering dat de mensen nu beginnen te filosoferen en aanvankelijk begonnen te filosoferen*" (*Metaphysica A*, 982b12).

In de Griekse filosofie kwam een waardering tot uiting van "kennis om de kennis", een mentale ingesteldheid die als zodanig niet voorkwam in Egypte, Mesopotamië of andere antieke culturen. Ook wanneer een probleem in de praktijk opgelost was, stelden de Grieken nog de vraag naar het waarom. Kennis van particuliere feiten volstond niet, maar ze streefden naar algemene inzichten. Dit was een volstrekt nieuwe ontwikkeling. Zo kenden de Egyptenaren wel het gebruik van vuur om klei te verharderen tot steen, de woning te verwarmen, zand in glas te veranderen en metalen uit erts te onttrekken, maar alleen de Grieken vroegen zich af waarom vuur al deze eigenschappen heeft en wat de algemene aard van vuur dan wel moet zijn.

In hun streven naar algemene kennis waren de Grieken de eersten om vormen te beschouwen, los van de materiële lichamen die deze vormen bezitten. Zij bestudeerden niet slechts de eigenschappen van een rechthoekige steen, maar die van de rechthoek zelf. De Grieken ontdekten de "vorm" als begrip, en zetten zo de stap van de waarneming naar het concept, van het individuele naar het algemene, van het concrete naar het abstracte.

De overgang van het mythische naar het wetenschappelijke denken voltrok zich in de 6e en 5e eeuw bij enkele filosofen. Dat was het tijdperk juist vòòr Socrates en Plato. Deze zogenaamde presocratici waren hoofdzakelijk geïnteresseerd in de "physis" (natuur) of de "kosmos" (de geordende wereld). Ze zochten naar een universeel beginsel achter de verschijnselen en een verklaring voor het ontstaan van de wereld die uit dat beginsel afgeleid kon worden.

Socrates heeft zich nadien van deze onderzoekingen afgekeerd, teleurgesteld door de onmogelijkheid om tot definitieve antwoorden op de vragen te komen en door de irrelevantie ervan voor de morele aspecten van het menselijk bestaan. Bij Socrates stond niet de uitwendige wereld, maar de mens als handelend wezen in het midden van zijn filosofie.

Van geen enkele van de presocratici is het hele werk bewaard gebleven. We beschikken slechts over fragmenten en latere commentaren. In wat volgt bespreken we slechts enkele van deze filosofen. We concentreren ons op de denkers van de Milesische school, Thales, Anaximander en Anaximenes, en dan op Herakleitos en Demokritos, in wier denken zich de overgang van de mythos naar de logos duidelijk aftekent.

## 1. THALES VAN MILETE

Thales verkondigde dat het universele en onveranderlijke principe (ἀνὴρ) van de wereld, waaruit alle dingen bestaan, voortgekomen zijn en naar terugkeren, water is.

Wat Thales onder water verstaat, is niet noodzakelijk wat wij H<sub>2</sub>O noemen, maar eerder het element van alle vochtigheid, dus ook vloeibare stoffen als bloed en plantensappen.

Deze archè heeft dus twee betekenissen:

- Het is de originele toestand waaruit de wereld voortkwam: ooit was alles water.
- Het is ook de permanente grondtoestand van de wereld, want alles is nog steeds een vorm van water.

Als natuurkundige theorie over de aard van het heelal klinkt Thales' bewering dat alles water is, in moderne oren wellicht nogal simpel.

Nietzsche begreep dat deze opvatting echter van grote betekenis is (*Die Philosophie im tragischen Zeitalter der Griechen*, 3):

- 1) omdat deze stelling iets zegt over de oorsprong van de dingen;
- 2) omdat zij dat doet zonder een beroep te doen op beelden of fabels;

3) omdat met deze stelling, hoewel slechts impliciet, beweerd wordt dat alles één is.

Het eerstgenoemde punt heeft de stelling van Thales nog gemeen met beweringen in mythische verhalen. Dat geldt echter niet meer voor het tweede punt, waardoor Thales zich onmiskenbaar als een natuuronderzoeker onderscheidt. Het derde punt maakt van Thales de eerste Griekse filosoof.

Nietzsche wijst erop dat wanneer Thales gezegd zou hebben dat de aarde uit water ontstaat, hij slechts een wetenschappelijke hypothese had geformuleerd. Thales greep echter veel verder, verder ook dan hij redelijkerwijze kon doen op grond van de beperkte empirische ervaring met betrekking tot de omvormingen van water. Wat hem daartoe aanzette was, volgens Nietzsche, een metafysisch geloof dat zelf zijn oorsprong in een mystieke intuïtie heeft, namelijk dat alles één is.

De waarde van deze gedachte van Thales is dat hij ze tot uitdrukking brengt op een niet-mythische en niet-allegorische wijze.

## 2. ANAXIMANDER

Volgens Anaximander was noch water, noch om het even welke andere stof het oerbeginsel, maar wel een andere onbegrensde substantie: het ἀόρατον, van "á" = zonder en "ἀόρατον" = grens, waaruit alles aan de hemel en op aarde voortkomt.

Het is niet duidelijk hoe Anaximander de onbegrensdeheid van het apeiron opvatte, maar vermoedelijk was het in de betekenis van "onbepaaldheid". Het apeiron draagt in zich immers op een niet te onderscheiden wijze de tegengestelde eigenschappen waaruit door afscheiding de wereld met haar eigenschappen te voorschijn komt. Vòòr de afscheiding bestonden de dingen niet, omdat hun eigenschappen in een ononderscheidbaar geheel vermengd waren.

Anaximander voert daarmee een nieuw element in het Griekse denken in, namelijk het begrip van de primair tegengestelden: koud en warm, droog en vochtig, hoog en laag, enzovoort. De tegengestelden bestrijden elkaar, zoals vuur en water, tot één overblijft. Nooit overwint een van de elementen helemaal; het evenwicht wordt altijd hersteld, en een overwinning van een element op een bepaalde plaats gaat gepaard met een verlies op een andere plaats.

De dingen ontstaan niet door kwalitatieve verandering van de elementen maar door afscheidingen van tegengestelden uit het apeiron. Bij de geboorte van de kosmos scheidde zich warmte en koude af van de eeuwige onbepaalde substantie, en daaruit groeide een sfeer van vuur omheen de aarde.

Het ontstaansproces wordt beschreven als een organisch proces, met ontkieming, schilvorming en groei, zoals de ontwikkeling van een embryo.

Het leven ontstaat in het vochtige element onder invloed van de warmte van de zon.

Mensen zijn ontstaan uit organismen van een andere soort. Dat blijkt uit het feit dat alle andere diersoorten snel hun voedsel kunnen vinden terwijl mensen lang zuigelingen blijven zodat zij niet op die manier van bij het begin hadden kunnen overleven. De soort waaruit de mens is ontstaan, is een vis of een visachtig dier.

Een opmerkelijke bijdrage van Anaximander tot de kosmologie is de bewering dat de aarde zich in het midden van een bolvormig heelal bevindt en geen steunpunt nodig heeft. Het argument was dat de aarde niet kon vallen omdat er in een sferisch symmetrisch heelal geen voorkeursrichting bestaat om naartoe te vallen.

Een abstracte symmetrie-overweging bracht Anaximander tot het beeld van een aarde, vrij zwevend in het middelpunt van de wereld.



### 3. ANAXIMENES

Ook Anaximenes laat alles uit één principe ontstaan. Voor hem was de *archè* de lucht. Lucht is samendrukbaar. Hierdoor kunnen alle veranderingen die in de stof optreden, herleid worden tot één basisproces, namelijk samendrukking en uitzetting. Lucht die verdund wordt, wordt vuur. Samengeperst wordt zij eerst wind, dan mist, dan water en tenslotte aarde en steen. Al de rest is daaruit samengesteld. Wanneer water verhit wordt, treedt het omgekeerde proces op: het zet zich om in stoom, eerst zichtbare stoom en dan onzichtbare lucht. Bij nog verdere verhitting wordt het vuur.

Anaximenes formuleert zo een theorie die zich rekenschap geeft van feiten die bekend zijn door waarneming en experiment.

Daarbij worden verschillen in kwaliteit herleid tot verschillen in kwantiteit. De aard van een stof wordt bepaald door zijn mate van verdichting. Alle verscheidenheid in de wereld ontstaat uit de hoeveelheid van het basiselement dat aanwezig is in een gegeven ruimte.

### 4. HERAKLEITOS

Herakleitos van Ephese benadrukt dat de werkelijkheid een synthese is van tegengestelden. De tegengestelden gaan in elkaar over, en hieruit volgt dat alles in voortdurende verandering is. Met de eenheid van de tegendelen bedoelt Herakleitos dan ook niet dat de tegengestelden aan elkaar identiek zouden zijn, maar wel dat ze complementair zijn, op elkaar betrokken, en dat ze juist door hun tegengesteldheid aan de wereld structuur en dynamiek geven. "*De weg naar omhoog en naar omlaag is dezelfde.*"

Een ander fragment: "*Hetzelfde is: levend en gestorven, ontwaakt en slapend, jong en oud, want het ene is, erin omslaand, het andere, en het andere, erin omslaand, het ene.*"

Uit de tegengestelden ontstaat een synthese waarin zij in elkaar overgaan: het leven wordt de dood, de dood verwekt nieuw leven, de slapende wordt wakker, de wakkere slaapt in. Dat is de fundamentele waarheid, volgens Herakleitos: de wereld heeft een dynamische structuur, zij is het product van een aanhoudende strijd, alles is in voortdurende verandering.

De *logos* vertegenwoordigt in Herakleitos' leer de orde en samenhang van de wereld. Het woord *logos* kan ook betrekking hebben op de uiteenzettingen van de rede. Met de rede kan de wereld begrepen worden en in de rede ligt de verantwoording van de verklaringen met betrekking tot de wereld. In die betekenis kan *logos* vertaald worden als "theorie".

Het begrip *logos* is van groot belang in het denken van Herakleitos. Alles in de wereld verloopt volgens de *logos*. De *logos* moet uitgesproken, verteld en beluisterd worden. Zij is niet zomaar een opsomming van waargenomen feiten, maar drukt een wezenlijk verband uit tussen de feiten, waardoor zij ook kan leiden tot conclusies over het "alles". De *logos* verbindt wat verschillend is en brengt daardoor een eenheid tot stand in de verscheidenheid.

De mens moet in zijn handelingen de *logos* volgen. Zij geeft de lijn aan die alles in de kosmos volgt, waarvan ook de mens een deel is.

### 5. DEMOKRITOS

Demokritos, die omstreeks 460 v.C. geboren werd, was afkomstig uit Abdera, zou een leerling geweest zijn van Leukippos, die als eerste een atoomtheorie heeft geformuleerd. Over deze Leukippos is vrijwel niets bekend. Demokritos heeft de atoomtheorie verder uitgewerkt en bekendheid gegeven.

Men kan de theorie van Demokritos opvatten als een kritiek op de filosofie van Parmenides. Parmenides benadrukte de onveranderlijkheid van alles wat bestaat. Niets kan ontstaan en niets kan vergaan, omdat wanneer iets ontstaat het uit het niets komt, en wanneer het vergaat in het niets verdwijnt. Maar het niets bestaat niet, per definitie. Daarom kan ook niets bewegen, want een beweging veronderstelt het bestaan van een lege ruimte, maar de leegte is een niets en kan dus niet bestaan. Indien we toch iets zien bewegen, betekent dit dat de zintuigen ons bedriegen, want het verstand leert dat elke beweging onmogelijk is.

De gedachtengang van Parmenides kan als volgt samengevat worden:

- Alles wat is, is.
- Het niet-zijnde is niet.
- Dus is er geen leegte, want leegte is een niet-zijn.
- Dus is de wereld vol.
- Als alles vol is, is er geen plaats voor beweging.
- Dus is beweging onmogelijk.

Demokritos beschouwde dit als een absurde stelling. De waarneming leert dat er beweging bestaat, en dus vertrok hij van dat gegeven als uitgangspunt. De redenering gaat dan als volgt:

- Er is beweging.
- Dus is de wereld niet vol.
- Dus is er lege ruimte.
- De leegte, die een niet-zijn is, bestaat dus.
- De wereld bestaat ook uit wat is.
- Dus bestaat de wereld uit wat is, het massieve, en wat niet is, de leegte.

Daarom neemt Demokritos aan dat de materie bestaat uit massieve deeltjes die bewegen in een lege ruimte.

De atomen zelf zijn ondeelbaar (vandaar de naam ἄδιλον = ondeelbaar) en onveranderlijk. Wegens hun ondeelbaarheid kan van de atomen niets "wegstromen" en daardoor kunnen ze niet met de zintuigen waargenomen worden. Atomen zijn onwaarneembaar, niet omdat ze klein zijn, maar omdat ze onwaarneembaar zijn. De atomen bezitten vorm, massa en uitgebreidheid, en in die eigenschappen verschillen ze van elkaar. Andere kwalitatieve eigenschappen hebben ze niet. Kwaliteiten als kleur, warmte, zachtheid of hardheid zijn geen eigenschappen van de atomen afzonderlijk, maar ontstaan door de combinaties van grote aantallen atomen. Op zichzelf bewegen de atomen rechtlijnig door de ruimte. Komen grote aantallen dicht bijeen, dan botsen ze echter en haken ze aan elkaar vast. Zo ontstaan grote conglomeraten van atomen. Dit zijn de zichtbare lichamen. Ze verschillen van vorm en andere eigenschappen door de verschillende rangschikkingen en posities van de atomen.

Aristoteles, die Demokritos uitgebreid bespreekt, vergelijkt de rangschikking van de atomen in een lichaam, met de volgorde van de letters in een tekst. In een verschillende volgorde geplaatst, kunnen de letters zowel een tragedie als een komedie vormen.

Met zijn idee van de bewegende en botsende atomen als samenstellende delen van alles wat bestaat, formuleerde Demokritos voor het eerst een radicaal mechanistische natuurbeschrijving. Ook zijn ideeën over het ontstaan en de ontwikkeling van het heelal berusten op deze theoretische interpretatie.

Aanvankelijk waren de atomen in een ongeordende beweging. De bewegingen waren inherent aan de atomen, en worden zelf niet door iets veroorzaakt. Uit deze prekosmische ongeordende bewegingen ontstonden toevallige wervelingen, die door verdere ophoping en ordening van de atomen tot het ontstaan van werelden leidden.

Al deze werelden vergaan ook weer als de atomen, die zelf eeuwig zijn, weer van elkaar loskomen, want de verbindingen zijn niet absoluut bestendig. Het proces van het ontstaan van de werelden vindt plaats zonder dat een scheppende God of sturende Geest ingrijpt. Alles gebeurt als gevolg van de "noodzakelijkheid", of wat op hetzelfde neerkomt, het "toeval". Van enig doel of finaliteit is geen sprake. De leer van Demokritos is volkomen atheïstisch. Goden bestaan niet; er bestaan alleen atomen en lege ruimte.

Het geloof in de goden is volgens Demokritos ontstaan vanuit het onvermogen van de mensen om de natuurverschijnselen te verklaren.

### **Besluit en samenvatting**

De overgang van het mythische denken naar het logos-denken was een overgang

- van het fictieve verhalend beschrijven van de wereld naar de abstracties en strenge wetenschap van Demokritos;
- van het directe contact met de levenskrachten naar de ascetische werkwijzen van het methodische verstand;
- van de passies rond strijd en macht naar het afstandelijk denken over materie en beweging;
- van de vrijheid van de verbeelding naar de onderwerping aan waargenomen feiten.

De vrucht van deze overgang was het ontstaan van de rationele, empirische wetenschap, met haar grote verklarende kracht, haar praktische toepassingen en de diepe intellectuele voldoeningen die zij schenkt.

Het verlies dreigt het vermogen te zijn om te spreken over een transcendente werkelijkheid waarin de wereld, die het voorwerp van de wetenschappelijke aandacht is, haar oorsprong en bestemming vindt en waarin het menselijk bestaan een perspectief vindt buiten zijn eigen beperkte en vergankelijke werkelijkheid.

## **IV. VERDERE ONTWIKKELING VAN DE WETENSCHAP**

### **(een beknopt overzicht)**

Nadat het menselijke bewustzijn het mythologische stadium ontgroeide, kon de rationele wetenschap zich ontwikkelen. Het is belangrijk hierbij op te merken dat het mythische denken nooit "voorbij" is, en ook dat de inzichten die erdoor tot uitdrukking gebracht worden wel anders zijn dan die van de positieve wetenschap, maar niet minderwaardig. De mythe blijft de taal die het meest aangepast is om religieuze inzichten te verwoorden. Maar om de op empirie en rationaliteit gebaseerde natuurwetenschappelijk beschouwing mogelijk te maken was het nodig dat de geesten zich uit oude mythische voorstellingen bevrijdden.

#### **1. GETALLEN EN CIRKELS**

De verdere ontwikkeling van de wetenschap kan opgevat worden als de evolutie van de betekenis die aan het begrip "kosmos" (de geordende wereld) gegeven wordt. In een vroeg stadium was het mathematische ideaal waaraan de kosmos geacht werd te beantwoorden, het getal (de pythagoreeërs). De bewegingen aan het firmament kunnen in getallen worden

uitgedrukt. Men vindt getalverhoudingen in de consonante intervallen van de muziek (octaaf, kwint, kwart, later ook grote en klein terts). Vandaar het pythagorische adagium : "alles is getal".

Maar dan volgt de rampzalige ontdekking (met het prachtige bewijs) van de irrationale getallen. De ontdekking dat  $\sqrt{2}$  niet geschreven kan worden als een verhouding van twee gehele getallen, sloeg het fundament weg onder het pythagorisch wereldbeeld. Uit het bestaan van de irrationale getallen volgt dat niet alle grootheden exact in getallen uitgedrukt kan worden.

Nadien werd de cirkel het geometrische ideaal van de Griekse kosmologen. Heel de kosmos werd opgevat als een combinatie van cirkels. De lusvormige bewegingen van de planeten werden verklaard door aan te nemen dat ze met constante snelheid rondwentelen op kleine cirkels die zelf weer op grotere cirkels bewegen.

Dit denkbeeld van een kosmos, georganiseerd volgens cirkels in uniforme wenteling, hield stand tot na de middeleeuwen. Nog Copernicus hield vast aan de cirkel toen hij zijn heliocentrisch systeem voorstelde. De op cirkels gebaseerde kosmologie sneuvelde pas in de *Astronomia Nova* van Kepler in 1609: de banen van de planeten zijn ellipsen, ontdekte Kepler, géén combinaties van cirkels.

## 6. MECHANICA EN ELEKTROMAGNETISME

Newton legde uit (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 1687) dat de vormen en bewegingen in het heelal noodzakelijk voortvloeien uit enkele fundamentele bewegingswetten en een universele gravitatiewet. Deze wetten van de mechanica bleken in zeer eenvoudige mathematische gedaante geschreven te kunnen worden.

Het concept van de algemene wetmatigheid van de natuur vond daarmee ingang. Elk materieel systeem werd voorgesteld als een verzameling massa-punten die gehoorzamen aan de wetten van de mechanica. Dit betekende ook dat de hele natuur een deterministisch verloop moet kennen. Geen enkel fysisch systeem, ook niet de organismen van de levende wezens, kunnen afwijken van het gedrag dat wetmatig voortvloeit uit de begintoestand.

Laplace verklaarde in de 19e eeuw dat de hele kosmos in principe berekenbaar is. De oude begrippen over vrijheid en vrije wil moeten als illusies losgelaten worden. De wereld kent een onvermijdelijk wetmatig verloop. Ook toen in de 19e eeuw de wetten van het elektromagnetisme aan de mechanica werden toegevoegd, hield de opvatting van determinisme stand. Maxwell toonde aan hoe elektrische en magnetische velden elkaar verwekken en aanleiding geven tot elektromagnetische trillingen, die wij licht noemen. Zijn theorie liet een wezenlijke eenheid zien tussen elektrische, magnetische en optische verschijnselen.

## 7. RELATIVITEIT

Maxwell's theorie gaf spoedig echter aanleiding tot een probleem dat de natuurkunde in haar grondslagen aantastte. Uit de theorie volgde dat de theorie volgde dat de lichtsnelheid een absolute constante is, niet afhankelijk van de bewegingstoestand van de waarnemer. In de newtoniaanse natuurkunde is nochtans elke snelheid relatief t.o.v. de waarnemer die de meting verricht.

In 1905 loste Einstein het probleem op door een natuurkunde op te stellen die ervan uitgaat dat alle natuurwetten (dus ook de constante snelheid van het licht) gelden voor alle inertiaële waarnemers (ditz zijn waarnemers die zich met constante snelheid ten opzichte van elkaar bewegen). Het resultaat van dit uitgangspunt was dat ruimte en tijd relatief werden. Ook kon

Einstein uit zijn nieuwe natuurkunde afleiden dat massa en energie in elkaar omzetbaar zijn. Een ontdekking die al snel een dramatische toepassing zou vinden in de ontwikkeling van nucleaire wapens.

In 1915 publiceerde Einstein zijn algemene relativiteitstheorie, die ook geldt voor niet-inertiële waarnemers. Deze theorie steunt op het nieuwe fundamentele inzicht dat inertie versnellingen en gravitatieversnellingen identiek zijn. Uit deze theorie volgt dat ruimte en tijd zich gedragen als een vierdimensionaal continuum met een verbormbare geometrie. Wat we gravitatie noemen is niets anders dan een kromming van de ruimtetijd, teweeggebracht door de aanwezigheid van zware massa's.

Hoe revolutionair de relativiteitstheorie van Einstein ook was, in zekere zin was zij heel klassiek, een voortzetting van de Griekse geometrische natuurbeschouwing. Alle natuurwetten behouden hun deterministisch karakter, en de gebeurtenissen spelen zich af op een mathematisch perfect te beschrijven manier. In zekere zin is de algemene relativiteitstheorie van Einstein de ultieme uitbreiding (naar meerdere dimensies en voor niet-euklidische ruimtes) van de stelling van Pythagoras, waarmee de afstand bepaald wordt tussen twee punten in een vlak orthogonaal stelsel.

## 8. QUANTUMFYSICA

Ondertussen bleek dat de newtoniaanse mechanica haar bruikbaarheid verliest op het niveau van de atomen en subatomaire deeltjes. Het gedrag van een elementair deeltje bleek niet strikt afgeleid te kunnen worden vanuit een bekende begintoestand, hoogstens kan een statistische waarschijnlijkheid berekend worden. Een deeltje bleek ook geen deeltje in de klassieke betekenis, maar heeft een golfkarakter met een in principe onbegrensde uitbreidbaarheid. De klassieke begrippen waarop de newtoniaanse natuurkunde steunde, moesten losgelaten worden. De energie bleek gequantiseerd en daardoor een zeker deeltjeskarakter te krijgen, terwijl aan de deeltjes een golfkarakter moest toegekend worden. In de jaren twintig van de twintigste eeuw werd zo door mensen als Niels Bohr, Werner Heisenberg; Erwin Schrödinger en anderen, de quantumtheorie ontwikkeld, die op adequate wijze de natuur op subatomair niveau beschrijft.

In de quantumfysica verliest de natuur haar deterministisch karakter. Wat we een deeltje noemen, wordt beschreven door een golffunctie, waarbij de golf de waarschijnlijkheid voorstelt van de aanwezigheid van het "deeltje" op een bepaalde plaats en bepaald tijdstip. Een welbepaalde positie kan dus niet aan het deeltje toegekend worden, hoogstens een spreiding in ruimte en tijd volgens een bepaald waarschijnlijkheidsverdeling. Wanneer een deeltje waargenomen wordt, verwerft het op dat moment, als gevolg van de interactie met de detector de plaats en de waarneembare eigenschappen die de waarnemer vaststelt.

Causaliteit (eenduidige oorzaak-gevolg-relaties) en localiteit (een systeem ondergaat alleen locale invloeden) kunnen niet gehandhaafd blijven. Deze nieuwe inzichten hebben een paradigma-wisseling op gang gezet, waarvan de diepere betekenis nog altijd onderwerp van discussie is.

## 9. EVOLUTIE EN MOLECULAIRE BIOLOGIE

In de twintigste eeuw ontwikkelt zich de moleculaire biologie, die de mechanismen van de levende organismen blootlegt. Daarmee worden de biologische verschijnselengeïntegreerd in het gehele beeld van de natuur.

Nadat Charles Darwin (en Alfred Russel Wallace) in de 19e eeuw hadden aangetoond dat het leven op aarde zich ontwikkelt in een lang evolutieproces als gevolg van aanhoudende mutaties en selecties, werden in de 20e eeuw de mechanisme van dit proces blootgelegd.

Het neodarwinisme is de hedendaagse evolutietheorie die een synthese van het klassieke darwinisme en de latere moleculaire genetica omvat.

Mutaties blijken veranderingen te zijn die optreden in het DNA, de molecule die de drager is van de erfelijke eigenschappen. Deze moleculen bevatten de genetische informatie onder de vorm van hun structuur, de sequentie van de basen binnen de dubbele streng, volgens een genetische code, die vastlegt welke bepaalde basiscombinaties met bepaalde aminozuren corresponderen zodat de hele basensequentie kan leiden tot de synthese van bepaalde proteïnen.

## V. ACTUELE DISCUSSIES

### 1. CREATIONISME

In sommige joodse, christelijke en islamitische kringen wil men het scheppingsverhaal van Genesis 1 weer letterlijk interpreteren: de wereld zou ontstaan zijn in de loop van zes dagen waarin God de dingen met zijn woord schiep. Uit genealogieën in de bijbel wordt bovendien afgeleid dat de wereld niet ouder dan zesduizend jaar kan zijn.

Dit "creationisme" is vanzelfsprekend in strijd met het waarnemingsgegeven. Aan het feit dat het leven op aarde een evolutie van honderden miljoenen jaren achter de rug heeft kan niet meer getwijfeld worden. Men kan kritiek hebben op de neodarwinistische theorie die verklaart hoe deze evolutie plaats grijpt, maar het is niet meer mogelijk het feit van de evolutie te ontkennen. Ook aan de ouderdomsbepalingen van de aardlagen met hun fossiele inclusions, de aarde zelf, de zon en de sterren kan niet mee redelijk getwijfeld worden.

Men dient zich bovendien te realiseren dat wat de creationisten beweren niet alleen in strijd is met de ouderdomsbepalingen, maar ook met de afstandsbevestigingen in het heelal. Het licht van een melkwegstelsel als de Andromeda-nevel, die op een afstand van 2 miljoen lichtjaar staat, bereikt ons na 2 miljoen jaar. Hoe zou dit kunnen in een heelal dat slechts zesduizend jaar oud is?

Het creationisme steunt op de verkeerde lezing van een mythische tekst. Genesis 1 wordt geïnterpreteerd als een wetenschappelijke theorie, in plaats van als een scheppingsmythe met een religieuze betekenis. Genesis 1 is geen verslag van een fysisch proces, maar een verhaal met een bepaalde betekenis, geschreven in een cultuur die niet over de feitenkennis beschikte die we nu wel bezitten. De waarachtige betekenis van deze tekst ligt in de waardering voor het bestaan die erin tot uitdrukking gebracht wordt ("... en God zag dat het goed was") en in de opdracht die aan de mens gegeven wordt. Deze betekenissen zijn dan weer niet terug te vinden in een wetenschappelijke kosmologie.

### 10. INTELLIGENT DESIGN (ID)

Sommigen menen dat de hedendaagse biologische en kosmologische theorieën het bestaan van het leven op aarde, en van het heelal in zijn geheel niet kunnen en nooit zullen kunnen uitleggen. Zij wijzen op de complexiteit van het leven, en op de merkwaardige, op elkaar afgestemde waarden van een aantal natuurconstanten, die volgens hen niet verklaard kunnen worden met de methoden van de wetenschap. Het leven moet het resultaat zijn van een ontwerp. Dus was er een "intelligente ontwerper" die alles tot stand heeft gebracht.

Wie is deze intelligente ontwerper? Meestal wordt niet expliciet verwezen naar een scheppende God, maar het is duidelijk dat het begrip "ontwerper van alles wat bestaat" moeilijk anders geïnterpreteerd kan worden.

De idee dat er een intelligente ontwerper ('God') aan de oorsprong van de wereld zou liggen, steunt, in zijn hedendaagse versie, hoofdzakelijk op twee kenmerken van de wereld waarvan aangenomen wordt dat zij niet anders verklaard kunnen worden dan als een intelligent ontwerp:

- de onherleidbare complexiteit van de levende natuur,
- de fijne afgestemdheid ('fine tuning') van de natuurconstanten.

#### a) ONHERLEIDBARE COMPLEXITEIT

Dat de complexiteit van het leven niet door de wetenschap verklaard zou kunnen worden, werd als in de 18e en 19e eeuw beweerd. William Paley (*Natural Theology*, 1802) geeft vele voorbeelden van complexiteit van planten en dieren. Vb.: het hart met zijn hartkleppen. Hij gebruikt de metafoor van de horlogemaker. Zoals het bestaan van een horloge, het bestaan van een horlogemaker impliceert, zo kan men uit het bestaan van de complexe levende organismen afleiden dat een goddelijke schepper moet bestaan.

Maar Charles Darwin (*The Origin of Species*, 1859) verklaart het ontstaan van de soorten met hun complexe eigenschappen als het product van een evolutie, gestuurd door willekeurige variaties (mutaties) en natuurlijke selecties. Er is geen ontwerp, geen ontwerper.

In de 20e eeuw spitst de discussie zich vooral toe op de complexiteit op moleculaire schaal van het leven. Michael Behe (*Darwin's Black Box*, 1996) geeft als voorbeeld van onherleidbare complexiteit o.a.;

- het motormechanisme en energiesysteem van draaiende flagel van bacteriën;
- biochemisch netwerk van de boedstolling.

Dit alles vergt volgens hem een 'plan'.

Maar Richard Dawkins (*The Blind Watchmaker*, 1986, en andere publicaties) stelt dat een gradueel, cumulatief, stap-voor-stap-proces van kleine eenvoudige veranderingen kan complexe systemen tot stand brengen. Men dient zich de grote tijdsperiode en de aantallen combinaties te realiseren. Het proces wordt gestuurd door de kansen op overleving.

Het antwoord op de theorie van een 'intelligente ontwerper' werd al in de 18e eeuw gegeven door de Schotse filosoof David Hume in zijn *Dialogues concerning Natural Religion*, 1779) (boek blz. 153-154)

Discussie tussen:

- Demea, religieuze fundamentalist, die gelooft in God maar zich verzet tegen een antropomorfe godsvoorstelling.
- Cleanthes, een verlichte deïst, die meent dat de orde in de natuur bewijst dat de wereld door een goddelijke intelligentie gemaakt is,
- Philo, een scepticus, die niet gelooft in het bestaan van een goddelijke schepper.

De bezwaren tegen een "intelligente ontwerper" legt Hume in de mond van Philo. Ze zijn:

- Intelligentie is een capaciteit van de menselijke geest. Zij is de manier waarop de mens complexe dingen vervaardigt. Dit wil echter niet zeggen dat ook een god zo te werk zou gaan.

- We verklaren niets wanneer we zeggen dat de wereld door een goddelijke geest is gemaakt. Het probleem is verplaatst naar die geest. Hoe is daarin de mentale orde ontstaan die aanleiding gaf tot de orde van de wereld?
- De wereld vertoont niet alleen orde, maar ook veel tekorten, defecten en wanorde. De wereld is ook duidelijk niet gemaakt met het oog op het menselijk geluk.

### *f) DE NATUURCONSTANTEN*

Het heelal moet aan stricte voorwaarden voldoen om het ontstaan aan het leven te kunnen geven. Het loutere feit dat wij bestaan is niet evident, want daartoe moeten:

- stabiele atomen bestaan;
- deze atomen moeten moleculen kunnen vormen.

Daarvoor is het nodig dat bepaalde krachten bestaan die de elementaire deeltjes in de atomen samenhouden en de atomen aan elkaar binden.

Verder:

- er moet een energiebron zoals de zon voorhanden zijn,
- en een planeet zoals de aarde die de mineralen levert.

Daarvoor is het dan weer nodig dat hemellichamen gevormd worden, bijeengehouden door de zwaartekracht, die zich op een welbepaalde manier verhoudt tot de krachten tussen de elementaire deeltjes zodat de zon door kernfusie energie kan produceren.

Verder:

- er moeten complexe lichamen gevormd worden door een lange evolutie.

Daarvoor is het nodig dat het heelal, de zon en de aarde lang genoeg bestaan om de evolutie de tijd te geven om via het langzame proces van mutaties en selecties de complexe organismen te vormen.

Het leven op aarde bestaat op basis van koolstof. Hoe komt het dat koolstof bestaat?

Kort na de Big Bang was het heelal te heet voor het bestaan van atomen. Door de afkoeling van het expanderende heelal ontstonden eerst quarks en leptonen. De quarks combineerden zich tot protonen (H-atoomkernen) en neutronen. Door fusie ontstonden He-kernen. Op een beetje lithium na, werden geen zwaardere elementen gevormd.

Maar dan ontstonden de sterren door plaatselijke gravitationele samentrekking van het gas in de uitdijende ruimte. Door de hoge druk en temperatuur binnenin kwamen fusiereacties op gang. H zet zich hierdoor verder om in He. De vrijkomende energie wordt uitgestraald. Warmte-energie en stralingsdruk compenseren de inwendige druk zodat de ster stabiel is. Als de H-voorraad in het inwendige opgebruikt is, verplaatsen de reacties zich naar de buitenkant en zwelt de ster tot een 'rode reus'. In de samentrekkende kern, nieuwe reacties: He-kernen versmelten tot C-kernen, O-kernen en andere kernen, tot ijzer. Daarna blaast de rode reus haar buitenste laag in de ruimte, waar de gevormde elementen zich verspreiden, en door nieuwe stervorming, in volgende generaties sterren en planeten terechtkomen.

Zware atomen kunnen maar bestaan doordat de sterke interactie (die de protonen en neutronen bijeenhoudt) voldoende sterk is om de elektrostatische afstoting te overwinnen. De aantrekking door de sterke interactie tussen twee protonen is 10 keer sterker dan de gravitationele aantrekking. Opdat C kan bestaan, moet de sterke interactie precies deze waarde hebben.



Indien zij 1% meer kracht zou uitoefenen zou de synthese van C in de sterren zeer traag verlopen, en zouden de C-atomen sneller omgezet worden in O-atomen dan ze gevormd worden. Het heelal zou dan vrijwel geen C bevatten.

Indien de sterke interactie echter 2% sterker was dan ze is, zou de vorming van protonen uit de quarks onmiddellijk na de Big Bang niet mogelijk geweest zijn. Er zouden dan geen H-atomen (en dus ook geen C-atomen) bestaan. Een verzwakking van de sterke interactie met slechts 5% zou geen deuterium gevormd kunnen worden, een onmisbare tussenstap bij de vorming van zwaardere elementen. De chemische evolutie van het heelal zou dan gestopt zijn bij de vorming van waterstof. Een iets drastische vermindering van de sterke interactie zou de stabiliteit wegnemen van alle zwaardere elementen.

Ook de elektromagnetische kracht moet precies de waarde hebben die ze heeft. Ook de gravitatie. Zou de elektromagnetische kracht iets sterker zou zijn, of de gravitatie iets zwakker, zouden alle sterren rode dwergen zijn: vrij kleine, koele sterren, die nooit exploderen tot een supernova. Bij een omgekeerde reactie zouden alle sterren blauwe reuzen zijn, hete, fel stralende sterren die hooguit enkele miljoenen jaren bestaan.

De zon heeft precies de goede massa om het leven op aarde mogelijk te maken. Met iets minder massa zou ze te koel zijn en niet de energetische fotonen produceren die de chemische reacties op aarde op gang zetten. Met iets meer massa zou ze te kort leven om het leven te kunnen laten evolueren. Het leven heeft vele honderden miljoenen jaren nodig om onder het effect van mutaties en selecties te groeien tot de complexiteit die het nu heeft. Het kan alleen sneller als het tempo van de mutaties hoger is, bijv. als gevolg van hoge stralingsdoses, maar die beschadigen het leven.

Het heelal in zijn geheel moet voldoende lang bestaan. De expansiesnelheid is een gevolg van de verhouding tussen de energiedichtheid van het vacuüm (donkere energie) en de gravitatiekracht. Voor de juiste verhouding moet de totale massa van het heelal juist zijn. Is de massa te groot, dan stopt de uitdijning vroegtijdig en stort het heelal in; is de massa te klein, dan expandeert de ruimte zo snel dat zich geen sterren kunnen vormen.

Om het leven op aarde mogelijk te maken, moeten juist uitgebalanceerd zijn:

- de gravitatieconstante
- de constante van Planck,
- de elektrische lading van het proton en het elektron,
- de lichtsnelheid,
- een aantal kosmologische dichtheidsverhoudingen.

Dit alles lijkt a priori zo extreem onwaarschijnlijk dat de voorstanders van ID geen andere mogelijkheid zien dan het bestaan veronderstellen van een intelligente instantie die het zo ontworpen heeft.

Er zijn echter een ander antwoord mogelijk, in twee versies:

Het antropisch principe (voor het eerst geformuleerd door Brandon Carter in 1974).

i) Het zwakke antropisch principe stelt: "wat we kunnen verwachten waar te nemen wordt beperkt door de voorwaarden die noodzakelijk zijn voor onze aanwezigheid als waarnemers".

Dit is zelf-evident: het heelal dat we waarnemen moet voldoen aan de voorwaarden voor ons bestaan. Het tegenovergestelde zou logisch inconsistent zijn. Een heelal dat niet voldoet aan de voorwaarden om leven mogelijk te maken, bevat geen waarnemers, en wordt dus niet

waargenomen. Elke heelal dat wordt waargenomen, beschikt noodzakelijk over de juist afgestelde natuurconstanten om leven mogelijk te maken.

ii) Het sterke anthropisch principe stelt: "het heelal moet de eigenschappen bezitten die het mogelijk maken dat leven zich in een bepaalde fase van zijn geschiedenis ontwikkelt".

Dit is geen zelf-evidente uitspraak. Zij kan, vanuit logische standpunt, waar of onwaar zijn. Het sterke antropisch principe stelt dat het heelal noodzakelijk moet voldoen aan de voorwaarden voor leven.

### **Samenvatting.**

In tegenstelling tot het creationisme, is ID niet noodzakelijk een absurd idee. Toch moet erop gewezen worden dat het om een dubbele reden beter afgewezen wordt.

- Het invoeren van een bovennatuurlijk, intelligent wezen als verklaring voor de waargenomen verschijnselen schendt de methode van de wetenschap.

- Het ID-concept schendt ook het religieuze denken. God (al dan niet met die naam genoemd) wordt gebruikt om de hiaten in onze wetenschappelijke kennis op te vullen.

God is echter een religieus begrip, dat verband houdt met liefde en goedheid, geen wetenschappelijke hypothese.

Een grondiger kritiek op het denkbeeld van "intelligent design" en andere vormen van verwarring tussen het wetenschappelijke en het religieuze denken, is slechts mogelijk binnen het kader van een meer uitgewerkte persoonlijke levensbeschouwing. Een korte samenvatting van mijn standpunt, volgt hierna.

## **ADDENDUM : GOD, DE WERELD, EN DE MENS**

Waarover spreekt de wetenschap? En waarover de religie? Het antwoord zou eenvoudig kunnen zijn: de wetenschap spreekt over de wereld, de religie over God. Aangezien de wereld en God niet hetzelfde zijn (althans voor wie geen pantheïst is), spreken beide niet over hetzelfde. Maar wat is God? En wat is de wereld?

Die laatste vraag lijkt het makkelijkst te beantwoorden. De wereld is de werkelijkheid die we met de zintuigen waarnemen en met het verstand ontleden. Zij is het geheel van alles wat we kunnen zien en betasten, en wat bij grondige beschouwing een wetmatige orde vertoont. Maar wat is het, dat we zien en betasten? Wat de zintuigen leren, is slechts hoe de wereld op de zintuigen en de hersenen inwerkt. We merken verschijnselen op die het resultaat zijn van de interactie van een uitwendige werkelijkheid met de eigen subjectieve werkelijkheid. Wat die uitwendige werkelijkheid *op zichzelf* is, weten we niet. Zoals Immanuel Kant het al leerde: het *Ding an sich* kennen we niet. De hedendaagse fysica confronteert ons nadrukkelijk met deze waarheid. Een quantumfysisch systeem dat niet wordt waargenomen gedraagt zich anders (als een superpositie van mogelijkheden) dan wanneer het wordt waargenomen (als een concreet meetresultaat).

Hoe dieper de kennis van de materie reikt, hoe mysterieuzer zij wordt. Terwijl we ons een aanschouwelijke voorstelling kunnen maken van wat een steen is, kunnen we met de vertrouwde begrippen niet beschrijven wat de elementaire onderdelen van een steen zijn. Een elektron of een proton is niet een klein stukje steen, zelfs niet een klein stukje materie. Deze deeltjes (die geen deeltjes zijn, maar we hebben geen ander woord) missen de eigenschappen die we aan materiële objecten toekennen, en moeten anders beschreven worden. Zij bestaan in een abstracte werkelijkheid waar ruimte en tijd, beweging en stilstand, bestaan en niet-

bestaan, niet dezelfde betekenis hebben die deze begrippen voor de waarnemende mens altijd gehad hebben. De werkelijkheid achter de werkelijkheid die we waarnemen, ontgaat ons. In elke steen verschuilt zich heel het mysterie van de wereld.

Weten we wat we onder "God" verstaan?

Geen woord heeft al meer betekenissen gehad dan dit woord. Bovendien benadrukken vrijwel alle religies dat God geen begrip is dat de mens kan definiëren of zich kan voorstellen. En toch is het mogelijk het woord een betekenis te geven. Het woord "God" definieert niets maar verwijst naar iets. Het verwijst naar een bestaan dat volkomen is.

Het menselijke bestaan is beperkt en begrensd in al zijn aspecten. Het is een in de tijd verlopend bestaan, en daardoor vluchtig en vergankelijk. Het is een grotendeels onwetend bestaan, waardoor wij weinig begrip hebben van de werkelijkheid die ons omringt. Het is een machteloos bestaan, waardoor we zo weinig in staat zijn ons eigen lot te verbeteren. Het is een onvrij bestaan, gebonden aan wetten en een begrensde wil. God is een werkelijkheid voorbij al deze begrenzingen. God is een bestaan *zonder* grenzen.

Met de beperktheden die hem kenmerken, kan de mens zich van een volkomen bestaan geen voorstelling maken. De religie definieert, beschrijft, of verklaart niets, maar zij verwijst en, meer dan dat, zij looft en vereert. Zij richt zich tot deze allesomvattende, allesoverstijgende werkelijkheid waarvan de mens zich een nietig onderdeel weet. Daartoe gebruikt zij een taal van symbolen en niet van begrippen, en drukt zij zich uit in mythen, niet in theorieën. De religieuze mens brengt diepe existentiële gevoelens tot uitdrukking, zoals de eerbied voor het bestaan, de huiver voor het niet-bestaan, de dankvoorbaarheid om het bestaan.

Er zijn vele - oneindig vele - manieren om religieus gelovig te zijn. Wezenlijk is elk religieus geloof echter altijd een uiting van vertrouwen.

Mijn persoonlijk geloof is mijn vertrouwen dat het bestaan goed is. Alles wat bestaat is goed, voor zover het bestaat. De mens is goed, voor zover hij als mens bestaat. Het kwaad dat de mens ervaart, vloeit voort uit de beperkingen van zijn bestaan. Aan een bestaan dat geen beperkingen kent, ontbreekt per definitie niets; het kent geen gebreken of tekorten en is dus volkomen goed. Dat is de betekenis van het geloof dat God goed is.

Bestaat God? De vraag houdt op zin te hebben. God is het bestaan zelf. Het is zinvoller de vraag te stellen of de mens bestaat, want het menselijke bestaan is hoogstens een voorbijgaande, gedeeltelijke vorm van bestaan. De wereld in haar geheel kan gezien worden als de verschijningsvorm van een vollere realiteit waaraan zij gedeeltelijk gestalte geeft. Zij is een partiële, maar groeiende manifestatie van de goddelijke goedheid.

Een groeiende manifestatie, want het is eigen aan het goede, dat het zich wil vermeerderen, zoals het eigen is aan het kwaad dat het weggenomen wil worden. Daarom streeft de mens (voor zover hij mens is) naar het goede. Daarom evolueert de wereld naar het goede. Deze evolutie valt waar te nemen in de ontwikkelingsgeschiedenis van het heelal. In principe kent deze evolutie geen einde voor zij een staat van voltooidheid bereikt heeft. Dat betekent dat de wereld uiteindelijk uitmondt in God.

De mens is een wezen in wie een bewust verlangen naar God ontwaakt. Door zijn morele handelingen, verricht de mens het goede, en dat is zijn bijdrage tot de groei en de ontwikkeling van de wereld. Of om het in religieuze taal te zeggen: daarmee zet de mens het scheppingswerk voort.

*Gerard Bodifée*

Universiteit Antwerpen,  
Syllabus: levensbeschouwing en (natuur)wetenschap,  
academiejaar 2008-2009