# 2 ons bestaan ontrafeld[[1]](#footnote-1)

Wetenschappelijke kennis heeft onze manier van kijken naar de wereld, ons wereldbeeld, ingrijpend veranderd. Vroeger kon je onbegrensd geloven in God de Schepper. De hemel - die heeft God gemaakt. De aarde, de bergen – het is het werk van Zijn hand. Al die verschillende levensvormen – het is het maatwerk van onze Heer.

In onze tijd zijn er veel natuurlijke verklaringen voor de kosmos zoals we die kennen (maar veel is ook niet verklaard). De aarde is ontstaan uit een grote stofwolk – het overblijfsel van een ster, die door een supernova vergaan is. Bergen ontstaan door platentektoniek. En al die verschillende levensvormen worden verklaard door evolutie.

De bedoeling van het cursusonderdeel *Geloof en wetenschap* is inzicht te krijgen in het verhaal van de wetenschap. We gaan stelselmatig bekijken hoe bepaalde ontdekkingen zijn gedaan. We gaan dus nooit zeggen: dit is wetenschap, dat moet je aannemen. De bedoeling is dat we begrijpen *waarom* men in de wetenschappelijke wereld bepaalde zaken aanneemt.

## mijlpalen in de kosmologie

Eeuwenlang is de mens geïntrigreerd geweest door de sterrenhemel. Is de aarde het middelpunt van het heelal? Hoe ver liggen de hemellichamen bij ons vandaan? Het feit dat sterren in onze waarneming niet bewegen geeft aan dat ze heel ver van ons verwijderd zijn. Hoe lang blijven sterren branden? Welke chemische processen liggen eraan ten grondslag? Wat is exact de baan van de planeten in ons zonnestelsel? Wat zijn kometen?

de aarde een bol

‘Vroeger dacht men dat de aarde plat was’. Dit is toch niet helemaal juist. In het jaar ***240 voor Chr.*** was het **Eratostenes** die met een eenvoudige argumentatie de omtrek van de aarde berekende. Hij had gelezen dat in Syrene, het huidige Aswan in Egypte verticale stokken op 21 juni geen schaduw gaven. In Alexandrië had een verticale stok wel een schaduw. Aan de hand van de lengte van de schaduw kon hij de hoek berekenen. De afstand van Alexandrië tot tot Syrene kon hij schatten. Zo kwam hij vrij nauwkeurig tot de omtrek van de aarde.



de aarde en het zonnestelsel[[2]](#footnote-2)

**Copernicus** (1473-1543) heeft 30 jaar lang gewacht met het publiceren van zijn hoofdwerk *De Revolutionibus Orbium Coelestium.* De belangrijkste reden van dit uitstel was de angst om afgewezen te worden. Copernicus brak met het wereldbeeld van **Ptolomeus**, die geloofde dat de aarde het centrum van het heelal was. Het concept van Copernicus was schoon in zijn eenvoud, maar al snel werd het net zo gecompliceerd en ondoorzichtig als het stelsel dat het wilde vervangen. Volgens Copernicus was de baan van de planeten excentrisch en waren er ook epicycli, toegevoegde banen waar de planeten op voortbewogen. En dan bestond er ook nog een vereffeningspunt. Copernicus was een revolutionair die niet in zijn eigen revolutie geloofde.

**Johannes Kepler** (1571-1630) stelde aan de hand van de gegevens van Tycho Brahe de wiskunde vast van de omloop van de planeten. Het was een worsteling die vijf jaar duurde. Uiteindelijk aanvaarde Kepler de ellipsvormige baan van de planeten om de zon en de variabele snelheid in die baan. Kepler was als christen teleurgesteld, omdat hij er altijd van uit was gegaan dat de baan van de planeten volgens perfecte cirkels verloopt.[[3]](#footnote-3) In 1609 verscheen zijn Astronomia Nova waarin hij het spannende verhaal van zijn zoektocht vertelt.

**Galileo Galilei** (1564-1642) aanvaardde eveneens het heliocentrische wereldbeeld. Door *De dialoog betreffende beide wereldsystemen* kwam hij in conflict met de katholieke kerk. De paus voelde zich voor de gek gehouden in deze tekst. Voor de rest van zijn leven zou Galilei zijn huis niet mogen verlaten.

**Isaac Newton** formuleerde in 1687 in zijn *Philosophiae Naturalis* zijn wetten van de zwaartekracht. Hij wordt gezien als een van de grootste fysici aller tijden.

de relativiteitstheorie

**Albert Einstein** verraste de wereld in 1905 met een aantal baanbrekende ideeën. Hij werd het meest bekend vanwege zijn speciale relativiteitstheorie die hij in 1915 uitbreidde tot de algemene relativiteitstheorie over ruimte en tijd.

Einstein ging in 1905 ervanuit dat de lichtsnelheid altijd hetzelfde blijft ook als wij met een enorme snelheid ons van een lichtbron verwijderen.

Als een object met een grote snelheid zich beweegt ten opzichte van een ander object heb je de volgende effecten:

1. de lengte van dat object wordt korter (de Lorenz contractie)
2. de snelheid van de tijd vertraagt (tijddilatatie, satelieten moeten dit effect corrigeren)
3. de massa van dat object wordt groter.

Massa kan omgezet worden in energie en omgekeerd volgens de formule E=mc2

Met zijn theorie kon Einstein verklaren waarom er een afwijking is in de baan van Mercurius.

Einstein voorspelde de afbuiging van licht als gevolg van de zwaartekracht. Bij de eerstvolgende zonsverduistering in 1919 werd dit vastgesteld.

Andere voorspellingen waren het bestaan van zwarte gaten en zwaartekrachtsgolven.

het allerkleinste

Als we inzoomen op het atoom doen we nieuwe ontdekkingen.

**Rutherford** ontdekte in 1911 de atoomkern – een heel kleine pit. Als de electronenwolk een kathedraal is, dan is de atoomkern een vlieg op het altaar.

In 1900 veronderstelde **Max Planck** dat licht in kleine hoeveelheden, kwanta, bestaat. Een consequentie hiervan is dat electronen niet vanuit de binnenste schil in een spiraal vallen naar de atoomkern. Dit (nu wordt het een beetje technisch) omdat het baanimpulsmoment van de elektronen in een atoom altijd een veelvoud van *h,* de constante van Planck, moet zijn[[4]](#footnote-4).

De belangrijkste vaststellingen van de ***kwantummechanica*** zijn:

* Waarnemingen beïnvloeden altijd het waargenomen verschijnsel.
* het ***onzekerheidsprincipe*** van **Heisenberg,** dat bepaalt dat plaats en impuls nooit tegelijkertijd kunnen worden vastgesteld.
* het ***uitsluitingsprincipe*** van **Pauli** bepaalt dat elektronen in een baan nooit identiek mogen zijn.

Beroemd zijn de aannames die tegen onze intuïtie ingaan.

* ***de onvoorspelbaarheid*** van elementaire processen, die alleen in statistiek gevat kan worden.
* de ***golf-deeltje dualiteit,*** hoe kan iets tegelijk een golf en een deeltje zijn?
* ***superpositie*** de aanname dat deeltjes op meerdere plaatsen tegelijk kunnen zijn;
* ***verstrengeling***: deeltjes die met elkaar verbonden zijn communiceren sneller met elkaar dan de snelheid van het licht.[[5]](#footnote-5)
* deeltjes kunnen onmogelijke barrières passeren doordat ze voor korte tijd ‘***energie lenen uit het vacuüm****’*[[6]](#footnote-6)

Kwantummechanica is dus raadselachtig. Toch kunnen door de kwantummechanica de chemische eigenschappen van elementen worden voorspeld.

De hoofdconclusie is dus: er is veel in de kwantummechanica dat wij ons niet kunnen voorstellen, maar we kunnen er wel mee rekenen.

de kosmos die veel groter blijkt te zijn

In 1774 publiceerde **Charles Messier** voor het eerst zijn catalogus over sterrenhopen, gaswolken en ‘nevels’. Het waren er 45. Maar men wist niet wat het was. In 1781 was de lijst gegroeid tot 103 objecten.

In de jaren twintig van de vorige eeuw bestudeerde **Edwin Hubble** de Andromedanevel door een gloednieuwe telescoop. In die nevel ontdekte hij ***Cepheïden***, dat zijn pulserende sterren. Op grond van de frequentie van de pulsering kon hij de massa berekenen en daarmee de straling (vergelijk dit maar met de frequentie van de slinger van een klok; op grond van de frequentie kan je de lengte van de slinger berekenen). Met die gegevens in de hand kon hij de afstand bepalen. Toen viel hij van zijn stoel. De Andromedanevel was geen onderdeel van de Melkweg, maar een apart sterrenstelsel! Hubble is dus in ***1924*** de ontdekker van andere sterrenstelsels. Hubble maakte ons universum ***in één keer een biljoen keer groter***.

Maar daar bleef het niet bij. Later in ***1929*** ontdekte hij dat andere sterrenstelsels zich altijd van ons af bewegen. Dit baseerde hij op de ***roodverschuiving*** van het licht (onder invloed van de snelheid verandert de kleur van het licht, vgl. het ***Doppler-effect[[7]](#footnote-7),***waarin onder invloed van de snelheid de toonhoogte van geluid verandert). Als alle sterrenstelsels zich van ons af bewegen, is de Melkweg dan toch het middelpunt van het heelal? Nee het is veel logischer om aan te nemen ***dat het heelal uitdijt***. Vergelijk het met rijzend deeg voor smoutebollen met krenten. Bij dat deeg gaan alle krenten uiteen. Het maakt niet uit vanuit welke krent je kijkt. Overal zal het beeld hetzelfde zijn: alle krenten gaan bij je vandaan.



de oerknal

De Belgische monnik **Georges Lemaître** werkte dit idee verder uit. Zijn stelling was: als het heelal uitdijt, dan moet er ook een begin zijn. Zo kwam men tot de theorie van de oerknal (de term oerknal is van later tijd en eigenlijk niet zo juist; je zou beter kunnen spreken van een ***oerexpansie***). In 1948 gaf **George Gamow** een wetenschappelijke verklaring voor de waargenomen verdeling van waterstof en helium in het heelal. Dit was een krachtige bevestiging van de oerknaltheorie. Datzelfde jaar stelde Gamow dat er ***achtergrondstraling*** zou moeten zijn als gevolg van de beginperiode van het universum. Deze achtergrondstraling werd in 1964 bij toeval ontdekt door **Arno Penzias** en **Robert Wilson**. Ze hadden te kampen met een storing op een telescoop. Ondanks alle controles bleef de storing. Toen belden ze naar een naburige universiteit, waar men onderzocht hoe de achtergrondstraling ontdekt zou kunnen worden. Commentaar van de experts aan de andere kant van de lijn: ‘shit, ze zijn ons voor geweest!’[[8]](#footnote-8)



sterrenstof

Als gevolg van de inzichten in de kernfysica kwam men na de tweede Wereldoorlog tot het besef dat de materie waaruit onze aarde is opgebouwd oorspronkelijk door kernfusie in het binnenste van een ster moet zijn gevormd. Dit was een revolutionair nieuw inzicht. De materie van onze aarde is niet apart geschapen, maar is het resultaat van een natuurlijk proces! Maar is dat allemaal wel bewezen? In 1951 zat de jonge natuurkundige **Fred Hoyle** met een probleem: hoe kan koolstof in het binnenste van een ster gevormd worden als de voorgaande elementen lithium en beryllium in zuivere vorm erg onstabiel zijn?[[9]](#footnote-9) Hoyle bedacht dat het misschien mogelijk was dat de levensduur van beryllium kort verlengd werd als gevolg van een bijzondere ***resonantie*** in het koolstofatoom. Vergelijk het met operazangers die door te zingen op de juiste toon in staat zijn om op afstand een wijnglas te laten springen. Als die resonantie in het koolstofatoom zou bestaan zou in een keer vanuit 3 heliumatomen koolstof gevormd kunnen worden. In 1951 drong hij bij een aantal natuurkundigen erop aan om dit uit te zoeken. Met enige tegenzin deden ze een experiment en vonden inderdaad de veronderstelde resonantie. Deze anekdote is wetenschappelijk gezien een sterk verhaal. Je hebt een theorie. Vervolgens stuit je op een probleem. Daarna bedenk je theoretisch een oplossing. Tenslotte onderzoek je of die oplossing steekhoudend is en dat blijkt zo te zijn. Hoyle werd door zijn ontdekking niet een gelovige. Wel verklaarde hij ‘the universe is a put up job’ – vrij vertaald: ‘het universum is afgesproken werk’.[[10]](#footnote-10)



Volgens de huidige inzichten is de aarde een samenballing van de stof die gevormd werd in het binnenste van een ster. Deze ster is aan het einde van zijn bestaan eerst geïmplodeerd en daarna geëxplodeerd als ***supernova***. Supernova’s zijn een van de krachtigste fenomenen in de sterrenkunde. Een ster die op het eind explodeert als supernova geeft net zo veel licht als de hele Melkweg bij elkaar. Als een ster tot 20 lichtjaar afstand van de zon zou exploderen als supernova, dan zou dat desastreuze gevolgen hebben voor het leven op aarde. Het meest kwetsbare is de Ozonlaag. Als die verdwijnt wordt alle leven op aarde aangetast door kosmische straling. Zo komt de voortplanting in gevaar.[[11]](#footnote-11) Een troost: men heeft vastgesteld dat in de directe omgeving van de zon geen sterren zijn die op korte termijn een supernova kunnen worden.



De andere kant van het verhaal is dat de aarde zonder een supernova nooit zou zijn ontstaan. Supernova’s zorgen ervoor dat de elementen die in het binnenste van een ster zijn gevormd de ruimte in worden geslingerd. Onze aarde is ontstaan uit het stof dat in het binnenste van een ster is gevormd. De zwaartekracht maakte van deze stofwolk een planeet.

Door kernfusie in het binnenste van een ster zijn alle elementen tot 26 Fe (IJzer) onder hoge druk en temperatuur gevormd. Hoger lukt niet. Maar hoe zijn de elementen daarboven dan ontstaan (Cobalt, Nikkel, Koper, Zilver, Goud)? Lange tijd heeft men gedacht dat dit mogelijk is tijdens een supernova-explosie. Men heeft echter nooit in een stofwolk van een supernova-explosie goud gevonden. Daarom zoekt men naar andere verklaringen, bijvoorbeeld van kilonova’s als gevolg van botsende neutronensterren.[[12]](#footnote-12)

We zijn dus opgebouwd uit ***sterrenstof***.

Hiermee komen we tot een ongelooflijke vaststelling. Hoe is het mogelijk zulke brute krachten in de natuur, kernfusie, onder hoge druk en extreme temperatuur, en supernova’s tot zo’n onvoorstelbaar resultaat leidt: vlinders, koraalriffen, mierenhopen, orchideeën, egels, bloeiende fruitbomen, kameleons, herfstbladeren en levenslustige peuters?

Vragen en geen antwoorden.

Raadsels die uitgroeien tot een groot mysterie.

de fine tuning van het universum

**Steven Weinberg**, schreef in de epiloog van *De eerste drie minuten:*



*hoe begrijpelijker het heelal lijkt te zijn, des te zinlozer het schijnt.*[[13]](#footnote-13)

Een wetenschapper, die plotseling zijn gevoel laat spreken.

**Carl Sagan** geeft een bijna poëtisch commentaar[[14]](#footnote-14) bij een foto van de aarde genomen in 1990 door de Voyager die ons zonnestelsel aan het verlaten was. De aarde is op deze foto een blauwe stip, ‘one pale blue dot’, in de zwarte leegte van het universum.

*Onze aarde is een eenzame vlek in een uitgestrekte donkere kosmos. Er is geen aanwijzing dat er hulp van buitenaf zal komen om ons te redden. Onze eigendunk, onze illusie dat we belangrijk zijn, wordt uitgedaagd door één blauwe pixel.*

Deze auteurs spreken dus over de kleinheid van de mens en de uiteindelijke zinloosheid van het universum.

Er is ook een heel ander perspectief mogelijk. **Martin Rees** schreef in 1990 het boek *Just six numbers:*



*Juist die gigantische omvang van ons heelal, die aanvankelijk leek aan te geven hoe onbeduidend onze plaats is in de kosmos. Juist die omvang blijkt noodzakelijk voor ons bestaan! Dat betekent niet dat er geen kleiner heelal kan zijn geweest, maar wel dat wij daarin niet hadden kunnen bestaan. De uitgestrektheid van de kosmische ruimte is geen overbodige buitensporigheid, maar het gevolg van de lange keten van gebeurtenissen, die al voor het ontstaan van het zonnestelsel voorafging aan onze komst op het toneel.[[15]](#footnote-15)*

Ditzelfde geldt uiteraard voor de enorme tijdschaal van 5 miljard jaar waarin de aarde bestaat. Deze lange periode was nodig om de evolutie zijn werk te laten doen.

Er zijn ***vier natuurkrachten***. De elektromagnetische kracht, de zwaartekracht, de zwakke wisselwerking en de sterke wisselwerking op atoom-niveau.



Voor de vorming van koolstofatomen heeft de *sterke wisselwerking* (1040 maal de gravitatiekracht) precies de goede sterkte. Bij 1% meer kracht zouden heel veel elementen zeer moeilijk ontstaan. Bij 2% meer kracht zouden er zelfs geen waterstofatomen bestaan. Bij een verzwakking van de sterke wisselwerking met 5% kan deuterium niet bestaan, een combinatie van één neutron en één proton, die heel belangrijk is in ons heelal. De chemische evolutie van het heelal zou dan gestopt zijn bij waterstof.

Vervolgens: als *de elektromagnetische kracht* iets sterker zou zijn of *de zwaartekracht* iets zwakker, zouden alle sterren rode dwergen zijn. Dat zijn koele zwakstralende sterren met een betrekkelijk geringe massa.

Het aantal elektronen en protonen in het heelal is exact gelijk. Bij een afwijking van 1 op 1037 zal de elektromagnetische kracht zoveel sterker zijn dan de zwaartekracht dat melkwegstelsels, sterren en planeten nooit kunnen ontstaan.

Bij een te snelle *uitdijing van het heelal* scheuren sterren aan stukken voordat ze gevormd kunnen worden. Bij een te langzame uitdijing volgt al snel een implosie. De afwijking mag hier niet groter zijn dan 1 op 1060![[16]](#footnote-16)

Als wij al deze bijzonderheden achter elkaar zetten, dan is er maar één conclusie mogelijk: onze kosmos is buiten gewoon onwaarschijnlijk. Je kunt deze situatie vergelijken met een naald die al duizenden jaren rechtop staat en maar niet om wil vallen. Het lijkt er sterk op dat de natuurwetten precies op elkaar zijn afgestemd. We noemen dit *de fine tuning van het universum.* Wat dit betekent bespreken we in [*geloven – niet geloven*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=232:geloven-niet-geloven&catid=31:gaw&Itemid=25)*.*

vragen die niet opgelost zijn

Ondanks de vele ontdekkingen zijn gedaan in de bouwstenen van het heelal blijven er veel vragen over. We komen tot de buitengewoon bescheiden conclusie dat ons zichtbare heelal slechts 4% is van wat er is. Van die overige 96% hebben we alleen maar vermoedens.[[17]](#footnote-17)

Dit is een lijstje van zaken die we nog niet begrijpen[[18]](#footnote-18):

* wat is donkere materie?
* wat is donkere energie?
* Waarom is de zwaartekracht 1038 keer zo zwak als de andere drie kernkrachten?
* Waar is alle antimaterie gebleven?

## mijlpalen in de geologie

geologische tijdperken

De ontdekking van de eerste fossielen eind 18e en begin 19e eeuw riep uiteraard een gevoel van sensatie op. Het bleek dat er in een ander tijdperk dieren waren die nu in onze tijd uitgestorven zijn! De Geological Society in Engeland bestond in de 19e eeuw uit een bonte verzameling liefhebbers die letterlijk de onderste steen boven wilden halen om te weten te komen hoe het leven op aarde in die voorbije tijdperken was. Maar erg snel ging de voortgang van de kennis niet. Pas in 1841 kwam de directeur van het eerste natuurhistorische museum ter wereld, Richard Owen, met de term Dinosauriër.

Wel een grote mijlpaal was de kaart met geologische tijdperken die de mijnbouwkundige **William Smith** in 1815 maakte. Ineens was er overzicht. Bepaalde groepen van fossielen hoorden in het ene tijdperk en andere fossielen hoorden in ander tijdperken.

Ook was er strijd over de vraag hoe die fossielen ontstaan waren. De ***catastrofetheorie*** zei dat er in het verleden een grote ramp (de zondvloed) had plaats gevonden waardoor al die fossielen waren ontstaan. De ***uniformisten*** hadden een andere verklaring. In 1830 verscheen van Charles Lyell *Principles of Geology.* Lyell zei: het heden is de sleutel tot het verleden. Fossielen zijn ontstaan door langzame processen die nu nog steeds plaats vinden. De uniformisten zouden het gelijk aan hun kant krijgen.

ijstijden

Hoewel hij niet de uitvinder is van de theorie van de ijstijden werd **Louis Agassiz** wel de belangrijkste pionier.[[19]](#footnote-19) Hij kwam uit Zwitserland, waar met het blote oog al veel over geologie te ontdekken is. In 1837 hield hij een lezing voor het Zwitsers Genootschap voor Natuurwetenschappen over ijstijden. Hoe kunnen er granieten rotsen terecht komen op de zandsteenformaties van de Jura? Agassiz stelde dat dat alleen kan als gletsjers die rotsen daar naar toe hebben gebracht. Dit betekent dat er een tijd moet zijn geweest waarin Europa voor een groot deel met gletsjers was bedekt. Het aanvullende bewijs daarvoor vond hij in krassen op het onderliggende gesteente als gevolg van de vroegere aanwezigheid van gletsjers.

Natuurlijk was niet iedereen direct overtuigd. De theorie van de zondvloed bepaalde toen het raamwerk vanwaar uit men dacht.

Wat indruk maakte was dat de theorie van Agassiz voorspellende kracht had. Als Zwitser wist Agassiz dat bij gletsjers altijd morenes zijn, die ontstaan als gevolg van de erosie van gesteente. Dat betekent dat als je structuren van morenes vindt er vroeger op die plek een gletsjer moet zijn geweest. In 1840 was Agassiz in Schotland. Tijdens wandelingen kon hij zeggen: ik vermoed dat als we daar gaan zoeken dat we dan de restanten van een morene vinden. Als dat dan bleek te kloppen was dat een enorme bevestiging van zijn theorie.

Maar wat moet die ijstijden nu hebben veroorzaakt?

De Servische werktuigbouwkundige **Milutin Milankovic** raakte in de greep van de theorie van de ijstijden en bouwde voort op het werk van de autodidact James Croll, die een verklaring zocht in de aardbaan om de zon. Milankovic ging uit van drie cycli: de cyclus van bijna cirkelvormig

tot elliptisch in een periode van 100.000 jaar, de zwenkende tolbeweging van de aardas met een cyclus van 23.000 jaar en de cyclus die de stand van de aardas verandert onder invloed van de aantrekkingskracht van andere planeten (41.000 jaar). Dit betekende een enorm rekenwerk. Het leeuwendeel verrichtte Milankovic in de Eerste Wereldoorlog, waarin hij als reservist van het Servische leger huisarrest had gekregen. In 1920 verscheen zijn ‘Théorie mathématique’. Echt empirisch bewijs was er nog niet voor de theorie van Milankovic. Maar hij was zeker van zijn zaak en zei: ‘history will prove that I am right’.[[20]](#footnote-20)

In zijn meeslepende boek *De menselijke maat* loopt Salomon Kroonenberg de bewijzen voor de theorie van Milankovic langs. Boormonsters uit Groenland en Antartica geven grafieken die nauw aansluiten bij de berekeningen van Milankovic. Maar dat geldt ook voor monsters die genomen worden uit kalkafzettingen op de bodem van de zee. Een heel andere methode is de bepaling van de hoogte van de zeespiegel aan de hand van restanten van koraalriffen. De hoogte van de zeespiegel is namelijk indirect een aanwijzing voor de hoeveelheid ijs op de Noord- en Zuidpool. Ook afzettingen van grind en slib bij rivieren zeggen iets over het klimaat in het verleden. Tenslotte is het biotoop (flora en fauna) een indicatie voor het klimaat op een bepaalde plaats in een bepaalde tijd.[[21]](#footnote-21)

Vijf methoden, die een heel verschillende benaderingswijze hebben. En toch geven ze allemaal hetzelfde beeld. Het geeft wetenschappers een kick als ze resultaten boeken die precies in het verlengde liggen van de verwachtingen.

Hoe zou je de conclusies uit deze overvloed aan gegevens kunnen aanvechten?[[22]](#footnote-22)

continental drift

In de jaren twintig van de vorige eeuw ontdekte **Alfred Wegener** dat er een grote overeenkomst is tussen de gesteenten en de fossielen tussen Latijns Amerika en Afrika. Zo kwam hij tot de *theorie van de schuivende continenten*. Het probleem was echter dat hij geen goede verklaring kon vinden, door welke krachten die verschuiving wordt veroorzaakt. Daarom werd hij door weinigen serieus genomen.



**Harry Hess** was in de tweede wereldoorlog kapitein over een schip dat uitgerust was met een sonar. Dat was iets nieuws. Met zo’n sonar kon je de diepte van het water bepalen. Harry Hess liet het apparaat gewoon aan staan – ook als het niet meer nodig was. Toen deed hij een belangrijke ontdekking. Hij ontdekte het Midden Atlantisch Rif, een enorm lang gebergte van Noord naar Zuid op de bodem van de Atlantische Oceaan.



Na de oorlog ging hij door met onderzoek te doen naar de bodem van de Atlantische Oceaan. Toen ontdekte hij dat hoe dichter je bij het Midden Atlantisch Rif komt, des te jonger de bodem is. Dit was een doorbraak. In 1962 concludeerde Harry Hess dat in het midden van de Atlantische Oceaan nieuwe aarde vanuit de bodem wordt gevormd en aan weerzijden de aardkorst opzij wordt geschoven.[[23]](#footnote-23)

Door de meting van het magnetisme per aardlaag (***paleomagnetisme***), kon men later tot een samenhangende theorie komen over de beweging van de aardkorst in het verleden.. Men stelde vast dat 400 miljoen jaar geleden de Sahara tegen de Zuidpool moet hebben gelegen. Het was spectaculair dat vrij kort daarop een oliemaatschappij ontdekte dat er in een diepe aardlaag van de Sahara gletsjersporen waren.

Door onderzoek weten we nu dat het Himalaya-gebergte is ontstaan door de botsing van India (dat oorspronkelijk tegen Zuidelijk Afrika lag) tegen het Aziatische continent.

een meteorietinslag

**Walter Alvarez** [[24]](#footnote-24) was op zoek naar een exacte datering van de geologische Krijt-Tertiair-grens met behulp van paleomagnetisme. In de buurt van het bergdorp Gubbio in de Italiaanse streek Umbrië onderzocht hij in een kloof een formatie van roze zandsteen. Precies op de grens van het Krijt en het Tertiair vond hij een laagje rode klei van 6 millimeter dikte. Hij vroeg zich af hoelang de periode zou zijn geweest, waarin deze laag zou zijn gevormd en sprak daarover met zijn vader die kernfysicus was. Zijn vader vond het een goed idee om de samenstelling van deze laag vast te stellen door middel van een nieuwe techniek: de neutronenactiveringsanalyse. De uitkomst van het onderzoek was zo onwaarschijnlijk dat vader Louis eerst twijfelde aan de betrouwbaarheid van het onderzoek: in het materiaal zat 300 maal zoveel ***Iridium*** als normaal. Men herhaalde de analyse en deed onderzoek naar monsters uit dezelfde KT-grenslaag op andere plaatsen in de wereld. Al deze analyses gaven eenzelfde beeld: een extreem hoog gehalte aan Iridium. Iridium is een stof die op aarde weinig voorkomt, maar wel op meteorieten. In 1980 maakten Louis en Walter Alvarez hun conclusies wereldkundig: er moet ergens in de wereld 65 miljoen jaar geleden een grote meteorietinslag hebben plaatsgevonden, die in één klap meer dan de helft van de levensvormen op aarde heeft weggevaagd. De eerste reactie van paleontologen was er een van ongeloof. De catastrofetheorieën waren immers al lang van de baan. Het onderzoek moest echter verder en de volgende vraag lag voor de hand: waar zou die inslag hebben plaats gevonden? Uiteindelijk bleef in 1991 Chicxulub op het Mexicaanse schiereiland Yucatan als enige kandidaat over. In 1950 waren geologen daar al gestuit op een cirkelvormige structuur in de aardkorst. Het zijn de restanten van een krater met een doorsnede van 150 kilometer. De stenen op de bodem werden gedateerd op 65 miljoen jaar, de periode van de overgang van het Krijt naar het Tertiair. Ook wetenschappers zeggen dan: bingo!

ouderdomsbepalingen

Dat er onderscheiden geologische tijdperken zijn geweest in de geschiedenis van de aarde, daarvan waren alle onderzoekers van de 19e eeuw overtuigd. Maar hoe oud zijn die aardlagen waarin fossielen worden gevonden? Hoe oud is de aarde? De schattingen liepen erg uiteen. Buffon sprak over 75 tot 168 duizend jaar, Darwin over 306 miljoen jaar. Kelvin kon geen natuurkundige verklaring vinden voor een zeer langdurig branden van de zon en kwam op 24 miljoen jaar.[[25]](#footnote-25)

Pas met de ontdekking van radioactieve processen kon men tot een exacte berekening komen.

Na de tweede wereldoorlog kwam er een exacte methode. Bepaalde stoffen zijn radioactief en breken na verloop van tijd af tot andere stoffen. We spreken van de ***halveringstijd***als er nog maar de helft van de oorspronkelijke stof over is. Voor ***C14*** is dat 5000 jaar. Voor ***Kalium-Argon*** is dat 1,2 miljard jaar en voor ***Uraneum 238*** is 1014  jaar.

Door de C14methode kon men bijvoorbeeld aantonen dat de lijkwade van Turijn een vervalsing is.

Naast de radiometrische methoden zijn er nog andere methoden waardoor wij tot ver terug in de tijd kunnen kijken.

Door systematische bestudering van jaarringen van bomen kan men tot een ouderdomsbepaling komen (***dendrochronologie***). Men heeft de C14-methode kunnen ijken met de dendrochronologie.

***Boormonsters*** van de Zuidpool en in Groenland gaan tot respectievelijk 100.000 en 700.000 jaar terug (het verschil heeft te maken met de hoeveelheid neerslag; op de Zuidpool is nauwelijks neerslag). De datering op grond van ijsmonsters is net zo eenvoudig als het tellen van jaarringen in bomen. De ijsmonsters die men heeft geboord bewaart men op een veilige plek waar het altijd vriest. In de monsters kun je duidelijk onderscheiden wat een winterperiode en wat een zomerperiode is. Als creationisten niet geloven in de betrouwbaarheid van radioactieve dateringsmethoden, leveren deze monsters gegevens op waar je niet om heen kunt.

## evolutie

een stukje geschiedenis

De evolutietheorie heeft in de wetenschapsgeschiedenis globaal gezien 3 fases doorlopen.[[26]](#footnote-26)

1. De eerste fase is dat men op grond van waarneming in de biodiversiteit bepaalde patronen opmerkte.

**Alfred Wallace** was een natuuronderzoeker en leefde van de zeldzame dieren die hij aan buitenlanders verkocht. Hij ontdekte een groot verschil in het biotoop tussen het eiland Borneo en Celebes. Zijn waarnemingen en het lezen van Malthus’ boek over bevolkingsgroei en beschikbaarheid van voedsel brachten hem onafhankelijk van Darwin op het idee van *natuurlijke selectie*. Door een artikel van Wallace werd **Charles Darwin** genoopt zo snel mogelijk zijn boek over evolutie af te maken.

Het boek van Darwin, *The Origen of Species,* verscheen in 1859 en is zeer systematisch van opbouw. Met een veelheid aan documentatie tracht Darwin zijn lezers te overtuigen dat soorten veranderen.

Herhaaldelijk komen we in dit boek de redenering tegen dat het onlogisch is om aan te nemen dat soorten, die alleen maar op één eiland voorkomen, voor dat ene eiland apart door de Schepper zijn geschapen.[[27]](#footnote-27) Het is onlogisch, omdat die aparte creatie altijd de grootste verwantschap vertoont met schepsels op het dichtstbijzijnde continent. En waarom heeft die Schepper dan wel unieke vleermuizen geschapen op die eilanden, maar geen zoogdieren, of kikkers en salamanders? Het gegeven dat reptielen of vogels op geïsoleerde eilanden de plaats innemen van zoogdieren en vaak als soort uniek zijn, is eenvoudiger verklaarbaar vanuit evolutie, dan vanuit een aparte scheppingsdaad. Het belangrijkste argument voor evolutie dat Darwin gebruikt is ***de geografische spreiding van het leven op aarde.*** We vinden op aarde nooit grote overgangen. Bij een aparte creatie zou je dat wel verwachten.

Darwin deed vele waarnemingen. Hij concludeerde dat er naast natuurlijke selectie ook sprake is van ***seksuele selectie***. Een pauw heeft indrukwekkende veren, niet omdat hij ermee kan vliegen, maar wel omdat hij zo een grotere kans heeft op een partner om een nageslacht te verwekken.

Darwin onderzocht de bevruchting van orchideeën door insecten, hij worstelde met de problematische classificatie van rankpootkreeften, hij experimenteerde met de houdbaarheid van zaden om te weten hoe ver ze over zee vervoerd konden worden, enz. Darwin nam waar, maar hij wist niets van erfelijkheid – toch formuleerde hij een revolutionaire theorie over de ontwikkeling van het leven. Is een dergelijk denkkader wel wetenschappelijk te verantwoorden?

Darwin zegt daarover het volgende:

Op dezelfde manier is men tot de theorie van de golfbeweging van het licht gekomen; en de veronderstelling dat de aarde om haar eigen as draait werd tot voor kort nauwelijks door een rechtstreeks bewijs gesteund. Het is een ongefundeerde kritiek dat de wetenschap tot nu toe geen verklaring heeft kunnen geven voor het veel grotere probleem van het wezen of de oorsprong van het leven. Wie kent het wezen van de zwaartekracht of de magnetische kracht?[[28]](#footnote-28)

Darwin verwijst hier uiteraard naar Foucault die in 1851 met zijn slinger het eerste experimentele bewijs leverde voor de draaiing van de aarde om haar as. Wat betreft de zwaartekracht: we doorgronden nog steeds niet het mechanisme van de zwaartekracht[[29]](#footnote-29). Maar maakt dit de theorieën van Newton en Einstein ongeldig?

2. De tweede fase van de evolutietheorie begon al in Darwins tijd, maar werd niet door Darwin opgemerkt.

De monnik **Gregor Mendel** uit Slowakije deed onderzoek naar erwten en formuleerde zijn erfelijkheidswetten. Pas veel later werden zijn onderzoekingen door de Nederlandse botanicus Hugo de Vries opgemerkt. In het begin van de 20e eeuw wordt de evolutietheorie van Darwin verbonden met nieuwe inzichten over erfelijkheid. Daarom noemt men deze fase wel de ***Nieuwe Synthese****.* De pioniers in deze beweging geloofden in sprongsgewijze mutaties. Maar mensen als R.A. Fisher, J.B.S. Haldane en J. Huxley toonden statistisch aan dat een accumulatie van kleine veranderingen macromutaties konden verklaren. De eerste empirische bewijzen voor de werking van natuurlijke selectie werden geleverd door T. Dobzhansky, E.B. Ford en H.B.D. Kettlewell.



3. In het begin van de jaren zeventig zat men nog wel met een probleem. Hoe komt het dat we in het fossielenarchief zo weinig tussenvormen vinden? Stephen Gould zocht in die tijd naar een verklaring voor wat hij noemde ‘the punctuated equilibria’ (puntsgewijze evenwichten)[[30]](#footnote-30). Met de ***opkomst van de moleculaire biologie*** verdwenen de twijfels. Het mechanisme van evolutie werd namelijk steeds meer duidelijk.

**Jacques Monod** en **Francois Jacob** kregen in 1965 de Nobelprijs voor medicijnen en fysiologie voor hun ontdekking van een ***schakelmechanisme*** in de *E.coli*-bacterie, die genen aan en uit zet. Monod voorspelde in 1965: ‘what is true for *E.coli* is also true for the elephant’.[[31]](#footnote-31) Hij kreeg gelijk, maar het duurde nog wel even.



Begin jaren tachtig ontdekten de teams van Walter Jakob Gehring in Zwitserland en Matthew P. Scott in de VS genen, die een beslissende rol spelen in de embryonale ontwikkeling. Deze zogenaamde regelgenen zijn aan- en uitschakelaars voor andere genen volgens hetzelfde principe, dat ontdekt werd door Monod en Jacob. ***Regelgenen*** die de opbouw van het lichaam bepalen (kop - staart, onder – boven, romp – aanhangsel) zijn bij de fruitvlieg in grote lijnen hetzelfde als bij bijvoorbeeld een kat.



Verder onderzoek toonde aan dat de genen, die verantwoordelijk zijn voor de aanmaak van kieuwen in bijv. garnalen dezelfde genen zijn die verantwoordelijk zijn voor de aanmaak van vleugels bij insecten. Een nieuwe wetenschap werd geboren ***Evo Devo***, die de beschrijving van het regelmechanisme in de embryologie combineert met de verklaring van belangrijke stappen in de evolutie. In *Endless Forms Most Beautiful* vertelt Sean Carroll het meeslepende verhaal van Evo Devo.



voor en tegen evolutie

Onze historische uiteenzetting sluiten we nu af.

We gaan nu over tot een systematische benadering.[[32]](#footnote-32)

Wetenschappelijk zijn er de volgende argumenten voor evolutie.

1. Het is ***experimenteel aantoonbaar*** dat evolutie bestaat.

De *E.coli*-bacterie vermenigvuldigt zich meerdere malen per dag. Hierdoor is het experimenteeel mogelijk een reeks van 6000 generaties te maken. Aan het einde van deze reeks blijken *E.coli*-bacterieën meer aangepast aan een specifieke omgeving, dan bacterieën die niet aan dit milieu zijn blootgesteld.

Soortgelijke experimenten met guppies tonen hetzelfde aan. Bij het toevoegen van een natuurlijke vijand, verandert geleidelijk aan de kleur van de guppies. Er zijn ook meer alledaagse voorbeelden van evolutie. De invoering van DDT leidde al snel tot resistente insecten. In onze tijd moeten huisartsen terughoudend zijn met het voorschrijven van antibiotica, omdat bacteriën anders snel resistent worden.

2. De ***moleculaire biologie*** verklaart ***het mechanisme van evolutie***.

Een klassiek voorbeeld is het onvermogen van de mens om *vitamine C* aan te maken. Veel dieren kunnen dat wel. Primaten kunnen geen vitamine C aanmaken vanwege een mutatie van een specifiek gen.[[33]](#footnote-33) Dit wijst erop dat de mens verwant is aan de apen.

Genen bepalen onze erfelijke eigenschappen. Soms zijn ze ten opzichte van andere organismen verspreid over verschillende chromosomen. De *volgorde,* waarin de genen liggen, komt echter sterk overeen. Het eerste chromosoom van een muis bijvoorbeeld komt voor een groot gedeelte overeen met chromosoom 1 van een mens. Er zijn 5 stukken van chromosoom 1 van de muis die op andere plaatsen in het genoom van een mens liggen. Maar de volgorde blijft gelijk.

*Pseudogenen* zijn genen die afgeleid zijn van actieve genen, maar zelf niet actief zijn. Door mutaties is hun werkzaamheid na verloop van tijd uitgeschakeld. Als de pseudogenen al lang geleden zijn uitgeschakeld bevatten ze veel mutaties en zijn ze daardoor makkelijk te herkennen.

3. De evolutietheorie wordt bevestigd door de ***geografische spreiding*** van biodiversiteit. Dit was het belangrijkste argument van Darwin, die na zijn reis met de Beagle een verklaring zocht voor de verschillen bij vogels en schildpadden in de Galapagoseilanden.



Het is niet moeilijk andere voorbeelden te vinden. De steenbokken van de Alpen zijn anders dan die van de Karpaten. De zilvermeeuw paart met zilvermeeuwen uit naburige streken. Maar de verschillen met andere kant van de Noordpool zijn te groot.

Er is een grootschalige bevestiging van het argument van de geografische spreiding. Sinds de jaren zestig van de vorige eeuw weten we dat de aardkorst langzaam in beweging is. In 50 jaar tijd is de geschiedenis van de aardkorst gedetailleerd in kaart gebracht. We weten dat India vroeger tegen Zuidelijk Afrika aanlag en dat Madagaskar en Australië al lange tijd geïsoleerd liggen ten opzichte van de nabijgelegen continenten. De verschillen in het biotoop komen overeen met de kaarten die het verleden van onze aardkorst weergeven.

4. Er is een fundamentele verwantschap tussen alle levensvormen. Bij de gewervelden vinden we ***homologe structuren*.** Onvolmaaktheden, zoals rudimentaire delen, zijn beter verklaarbaar vanuit evolutie, dan vanuit een afzonderlijke schepping. DNA is bij alle levensvormen op aarde de fundamentele bouwsteen. Als we een stamboom op grond van de lichaamsvormen vergelijken met een stamboom op basis van verschillen in DNA krijgen we geen noemenswaardige verschillen.



De meest gehoorde bezwaren tegen evolutie zijn de volgende.

1. Er ontbreken te veel ***tussenvormen***van de verschillende levensvormen.

Dit argument begint aan kracht in te boeten. De paleontoloog **Neil Shubin**[[34]](#footnote-34) ging op zoek naar de ontbrekende schakel tussen de vis en amfibieën en reptielen. Die zou 365 miljoen jaar geleden geleefd moeten hebben. Na jaren onderzoek op een beloftevolle plek had Shubin uiteindelijk geluk, zij het dat dat pas bleek in het lab van de universiteit. Daar werd in twee maanden tijd uit een ruwe rots het beest *Tiktaalik* blootgelegd. Tiktaalik had schubben en vinnen met vliezen, maar een platte kop en een nek. Anders dan bij vissen kon hij zijn kop onafhankelijk van zijn lichaam bewegen. Zijn vinnen hadden de karakteristieke opbouw van bovenarm, onderarm, pols en kootjes, die we bij landdieren vinden. Het waren vinnen, maar hij kon er zich wel mee opdrukken. Bovendien had het dier ribben.



Een ander voorbeeld: een walvis is niet een vis maar een zoogdier. Hij heeft longen, zijn jongen drinken melk bij de moeder en hij heeft drie gehoorbeentjes. De voorouders van de walvis moeten dus op land geleefd hebben. 150 Jaar geleden deed Darwin hierover suggesties, maar men maakte dit belachelijk, zodat hij later die suggesties maar achterwege liet. 120 Jaar later was de paleontoloog **Philip Gingerich** in Pakistan bezig met een fossiel van een zoogdier. Het was een schok toen hij ontdekte dat het dier dezelfde gehoorbeentjes had als bij walvissen. Gingerich ontdekte dus de ‘lopende walvis’. Inmiddels is de stamboom van de walvis rijk gedocumenteerd.[[35]](#footnote-35).

Soortgelijke ***fossiele reeksen*** zijn er bijvoorbeeld van paarden.

2. Ingewikkelder is het **Designargument**.

Klassiek is het voorbeeld van Paley in 1802. Paley stelde dat als je aan het strand een horloge vindt, er niemand is die twijfelt aan het feit dat dat horloge ontworpen en gemaakt is. Zo kunnen de ingewikkelde structuren van het leven alleen maar verklaard worden vanuit God als Schepper.



In onze tijd is het Michael Behe, die stelt dat bepaalde systemen in organismen ***onherleidbaar complex*** zijn. In het Nederlandse taalgebied zijn onder redactie van Cees Dekker, Ronald Meester, René van Woudenberg e.a. drie bundels verschenen rond dit thema.

Het meest steekhoudend in dit opzicht was wat mij betreft de bijdrage van Gerard Nienhuis, die stelde dat toeval en ontwerp ‘twee vreemde eenden zijn in de bijt van de wetenschap[[36]](#footnote-36). Wetenschappelijk kun je niet bewijzen dat een bepaalde biologische structuur of organisme is ontworpen. Maar evenmin kun je toeval bewijzen als je niet alle factoren kent. Toeval en ontwerp zijn dus randbegrippen in de wetenschap.

Er is ook een theologisch bezwaar tegen ‘het Godsbewijs’ van Intelligent Design (ID). Bij ID zit God in de marge van de onverklaarbare stappen. God is zo de God van de gaten. Dat wat de wetenschap niet kan verklaren, dat is God. In de filosofie noemen ze dit het *argumentum ad ignorantiam.*

Is de mens ook onderdeel van het proces van evolutie? Anders gezegd: stamt de mens af van de apen? Slechts één voorbeeld. Apen hebben 22 chromosomen. Mensen 23. Met het chromosoom dat er bij de mensen bij is gekomen is iets bijzonders aan de hand. In het midden van het chromosoom vinden we twee uiteinden van chromosomen. Er is dus een keer bij de voortplanting een extra chromosoom ontstaan. In het begin was dat chromosoom overbodig, maar na verloop van tijd heeft dat chromosoom door mutaties erfelijke eigenschappen gekregen. Dit zou je een vingerafdruk van de evolutie kunnen noemen.[[37]](#footnote-37)

Alles overziende lijkt er geen twijfel mogelijk dat evolutie bestaat. En er zijn geen wetenschappelijke redenen om voor de mens een uitzonderingspositie te maken.

de oorsprong van leven

Een groot raadsel is de natuurlijke verklaring voor het ontstaan van leven. De eukaryote cel, waaruit planten en dieren zijn opgebouwd, is in zijn opbouw buitengewoon ingewikkeld. Men neemt aan dat mitochondriën en chloroplasten oorspronkelijk afzonderlijke organismen waren en als vorm van symbiose deel zijn gaan uitmaken van respectievelijk dierlijke en plantaardige cellen.[[38]](#footnote-38)

In de cel wordt informatie afgelezen van de chromosomen in de celkern. Deze informatie wordt overgebracht naar ribosomen, waar specifieke eiwitten worden gefabriceerd. John Kyrk[[39]](#footnote-39) is een bioloog die animaties heeft gemaakt van de verschillende functies in de levende cel. Het is een adembenemend schouwspel, zeker als je beseft dat op dit moment in biljoenen cellen van ons lichaam zich dergelijke processen afspelen.

Men weet tegenwoordig dat het leven op aarde niet ontstaan is via een langzaam proces, maar direct nadat het bombardement van meteorietinslagen op aarde afgelopen was: 3,8 miljard jaar geleden. Hoe, dat is vooralsnog een raadsel.[[40]](#footnote-40) Specialisten hebben er echter vertrouwen in dat wij eens zullen weten hoe het leven ontstaan is.

Het is moeilijk om als theoloog een bijdrage aan deze materie te leveren. Gelovige wetenschappers hebben de neiging om God alleen nog maar te zien in de vorming en instandhouding van de natuurwetten. Maar zou God ook niet iets te maken kunnen hebben met het ontstaan van leven? Zeker is dat een levende cel *een buitengewoon gecompliceerd mechanisme* is.[[41]](#footnote-41) Een levende cel heeft minimaal 500 specifieke eiwitten nodig. Volgens een specifieke code afkomstig uit de celkern maken de ribosomen eiwitten. Bij het aflezen van het DNA in de celkern kunnen uiteraard fouten gemaakt worden. RNA en DNA worden voortdurend gecontroleerd op fouten. Defecte onderdelen van de cel worden opgeruimd. Je kunt kortom een levende cel vergelijken met een stad. Een stad heeft waterleiding, glasvezelkabels, elektriciteitsleidingen, een riolering, een vuilnisdienst, een postbezorging, enz. Honderden reacties verlopen tegelijkertijd. Alles werkt met alles samen. Het wonderbaarlijke van een levende cel is, dat hij zich in een uur kan verdubbelen. Alle informatie op de chromosomen wordt gekopieerd en gecontroleerd, belangrijke structuren worden verdubbeld. De laatste fase is dat het celmembraan zich aan twee kanten sluit en er twee nieuwe cellen zijn ontstaan. Als je alle ingrediënten van een levende cel bij elkaar voegt, heb je nog steeds geen levende cel. Hoe komt het dat alles voortdurend in beweging is en op elkaar reageert? Het is goed mogelijk dat we nooit zullen begrijpen hoe het leven heeft kunnen ontstaan. De biochemicus Zuilhof zegt: ´in de wolkenkrabber van de evolutieleer is de begane grond nog geen begaanbare grond´.[[42]](#footnote-42)





En toch zijn er velen die ervan uitgaan dat het heelal waarschijnlijk krioelt van leven. De veronderstelling hierachter is dat als je maar genoeg tijd hebt er vanzelf leven ontstaat. Kunnen we over deze zaak wetenschappelijk iets zinnigs zeggen?

**Paul Davies** is een briljante schrijver, die vanuit een natuurwetenschappelijke achtergrond probeert iets te zeggen over de grote vragen van ons bestaan. In het boek *Oorverdovende stilte* heeft hij het over de vraag of er buitenaards leven bestaat. Het SETI-project, dat radiogolven van mogelijke buitenaardse beschavingen hoopt te detecteren, heeft tot nog toe geen resultaten geboekt. Heel interessant is het idee dat Paul Davies zelf heeft uitgewerkt.[[43]](#footnote-43) De grondgedachte is heel simpel. Op aarde zijn er goede voorwaarden voor het ontstaan van leven. Als er goede voorwaarden zijn, dan ligt het voor de hand dat er in de loop van de geschiedenis meerdere malen spontaan leven is ontstaan. Dit moet detecteerbaar zijn. Zijn er op aarde misschien levensvormen te vinden die geen gebruik maken van DNA? Als dit het geval is, dan zegt dat iets over de waarschijnlijkheid van leven in de kosmos. Er zijn evenwel geen levensvormen bekend die gebruik maken van iets anders dan DNA. Aan het slot concludeert Davies: ´als wetenschapper zou ik niet verbaasd zijn als het zonnestelsel het enige leven in het universum bevat.´[[44]](#footnote-44)



Het leven op aarde is dus meer uniek, dan velen beseffen.

het geloof van Charles Darwin



Op de Beagle stond Darwin bekend om zijn orthodoxe geloof. Later in zijn leven was de dood van zijn dochter Annie voor hem een grote schok. Hoewel Darwin in veel opzichten loyaal was aan zijn dorp, ging hij niet meer naar de kerk. Hij bracht zijn vrouw naar de kerk, maar ging bij de poort weer terug naar huis.[[45]](#footnote-45) Het niet meer geloven of half geloven heeft dus vooral te maken met Darwins persoonlijke levensgeschiedenis.

Vlak na de verschijning van *The Origin of Species* schreef Darwin een brief aan Asa Gray, de botanicus van Harvard, die wel christen was:

Wat betreft de theologische kijk op de zaak. Dat is altijd moeilijk voor mij. Ik ben verbijsterd. Ik heb nooit de bedoeling gehad atheïstisch te schrijven. Maar ik moet toegeven dat ik minder duidelijk dan anderen – en dan ik zelf zou willen – aan alle kanten om ons heen aanwijzingen voor een plan en een weldadige bedoeling kan zien. Er lijkt mij te veel ellende in de wereld. Ik kan mijzelf niet overtuigen dat een goedgezinde en almachtige God bewust de sluipwesp geschapen heeft, met de nadrukkelijke bedoeling dat hij zich zou voeden met de levende lichamen van rupsen, of de kat die met een muis speelt. Aan de andere kant vind ik het onbevredigend naar dit wonderbaarlijke universum te kijken en vooral ook naar het wezen van de mens om tot de conclusie te komen dat dit alles de uitkomst is van brute kracht. Ik neig ertoe alles te zien als voortgekomen uit wetten met een vooropgezette bedoeling, waarbij de details, goed of slecht, worden overgelaten aan de werking van wat wij toeval mogen noemen. Niet dat deze gedachte mij ook maar enigszins bevalt. Ik ben er diep van doordrongen dat het hele onderwerp voor het menselijk verstand niet te bevatten is. Een hond zou met evenveel succes iets over Newtons geest te berde kunnen brengen.

Laat ieder mens hopen en geloven wat hij kan.

Inderdaad ben ik het met je eens dat mijn inzichten niet noodzakelijk atheïstisch zijn. De bliksem doodt een man, goed of slecht, als gevolg van het complexe samenspel van natuurwetten. Een kind, dat misschien later zwakbegaafd zal blijken te zijn, wordt geboren als gevolg van nog complexere wetten. En ik zie niet in .... dat al deze wetten met opzet ontwerpen zijn door een alwetende Schepper, die iedere toekomstige gebeurtenis en de consequentie ervan voorziet. Maar hoe meer ik erover denk, hoe meer verbijsterd ik word.[[46]](#footnote-46)

Wat het meest opvalt in deze brief is een gevoel van ambivalentie. Hoe kan God al die wreedheid in de natuur toelaten? Maar aan de andere kant: dit hele universum kan toch niet door alleen brute kracht tot stand zijn gekomen?

Aan het einde van zijn leven was bij Darwin de afstand tot het religieuze nog groter geworden. Over zijn reis met de Beagle zegt hij:

Ik weet nog goed hoe ik ervan overtuigd was dat er meer is in de mens dan alleen zijn adem. Maar nu kan het indrukwekkendste landschap dergelijke overtuigingen en gevoelens niet meer opwekken in mijn geest... Ik lijk op een man die kleurenblind is geworden[[47]](#footnote-47)

## neurologie en mensbeeld

Op 30 oktober 2018 vond er in Amsterdam een discussie debat plaats over religieuze ervaring en de vraag of men religieuze ervaringen kan verklaren. [**Michiel van Elk**](https://www.rd.nl/kerk-religie/dr-michiel-van-elk-wij-zijn-veel-meer-dan-ons-brein-1.699852) doet onderzoek naar religieuze ervaring. Op het Lowlands Festival kwam hij met een ‘God helm’. Hij maakte de bezoekers duidelijk dat met deze helm goede resultaten bereikt waren om religieuze ervaringen te hebben. Bijna de helft van de deelnemers aan het experiment kreeg heftige religieuze ervaringen. Jammer voor deze deelnemers, want de helm deed helemaal niets. De helm was een placebo.

Van Elk betoogde in Amsterdam dat hij vroeger lid was van een charismatische gemeente, maar dat de neurologie hem duidelijk gemaakt heeft, dat veel religieuze ervaringen te herleiden zijn tot hersenactiviteit.

**André Aleman**, die wel gelovig is, zegt dat de neurologie religieuze ervaringen helemaal niet kan verklaren. Men kan hooguit een verband zien tussen een religieuze ervaring en hersenactiviteit. Wie zegt dat religieuze ervaringen alleen maar voortkomen uit neurologische processen, kan met evenveel argumenten beweren dat atheïsme daaruit voortkomt.

Kern van de discussie hier is: komt alles wat we meemaken voort uit ons brein, of is er meer?

In het***reductionisme****[[48]](#footnote-48)* wordt de mens in alles herleid tot fysica en chemie. De mens is niet meer dan de werking van zijn lichaam.

Het eerste wat we hierover moeten zeggen is: ***onze hersenen zijn heel bepalend voor wie we zijn.*** We komen daar achter als we onderzoek doen naar mensen met hersenschade of hersenziekten.

**Bert Keizer** vertelt[[49]](#footnote-49) in zijn boek *Onverklaarbaar bewoond*  over een ontwikkelde vrouw die net bijgekomen was van een hersenoperatie (240,241). Toen de familie op bezoek kwam, maakte ze geen contact. Ze keek geboeid hoe de druppels uit het infuus kwamen. Op een gegeven ogenblik kwam ze overeind. Als een kleuter begon ze chocolaatjes op te stapelen en daarna op een rij te leggen. Totdat het een smeerboel werd uiteraard.

Vertwijfeld concludeert Keizer dat neurochirurgie de waardigheid van ons geestelijke leven onderuit haalt. ‘Is het niet mensonterend te zien hoe iemands poëzie-appreciatie, de liefde voor zijn hond, zijn vermogen tot nadenken, voelen en beminnen… met één sneetje in zijn brein kan worden weggedaan, terwijl hij voortleeft. Ik zou graag zien dat de ziel lenig wegsprong voor het mes, maar in feite blijkt de ziel wegsnijdbaar, desnoods in plakjes’ (256,257).

Een klassiek voorbeeld in de literatuur is verder het verhaal van *Charles Whitman*.[[50]](#footnote-50) Met een geweer doodde hij in anderhalf uur 14 mensen in de universiteit van Austin, Texas. Vlak daarvoor had hij zijn moeder en zijn vrouw afgeslacht. Na deze gruweldaden pleegde hij zelfmoord. Rechercheurs ontdekte later een briefje met de tekst: ‘ik weet niet waarom ik dit ga doen’. In datzelfde briefje klaagt hij over hoofdpijn en vraagt hij om een autopsie van zijn brein. Dat gebeurde: men vond een groot gezwel in de buurt van de hypothalamus.

Een ander verhaal is het verhaal van *Rosemary Kennedy*[[51]](#footnote-51), de zus van John F. Kennedy. De familie heeft haar verhaal lange tijd buiten de publiciteit weten te houden. Vader Joe was bang dat zijn dwarse dochter in haar jonge jaren de familie in een schandaal zal storten. Terwijl hij juist zulke grote plannen heeft voor zijn zonen. Als een plaatsing in een internaat van een klooster haar niet weerhoud om ’s nachts het avontuur op te zoeken, neemt Joe haar mee naar de neuroloog Walter Freeman. Die belooft dat het doorknippen van een bundel neuronen bij de frontale hersenkwab haar persoonlijkheid ten goede kan veranderen. De operatie pakt verkeerd uit. Rosemary Kennedy wordt volledig apathisch en bij vlagen agressief. De rest van haar leven verblijft ze in een instelling.

Opnieuw dezelfde vraag: hoe kan het doorknippen van een bundeltje neuronen iemands persoonlijkheid volledig om zeep helpen?

In het boek *Het onteigende brein* wordt het verhaal van Martin verteld[[52]](#footnote-52). Hij was een actieve vrijgezel, netjes gekleed en lid van het kerkkoor. Er werd fronto-temporale dementie bij hem vastgesteld. Martin verandert in een rusteloze agressieve man, die in zijn handen wringt, op de grond spuugt en vloekend overstraat gaat. Hoe kan dit? Wat blijft er over van iemands identiteit als zoveel kan veranderen als gevolg van een hersenziekte?

Een laaste voorbeeld.

*Retrograde amnesie* is dat iemand na hersenschade zich niets meer herinnert van het leven dat hij geleid heeft. Stel je voor. Iemand krijgt een ongeluk en daarna moet je tegen hem uitleggen: dit is je vrouw en dat zijn je kinderen. Wie ben je als persoon als alles van je levensgeschiedenis uitgewist is en niet meer terugkomt? Dit roept enorme vragen op.

Ik stelde deze vragen aan André Aleman. Hij zei: ‘God zal er rekening mee houden als mensen een brein hebben dat niet gezond is’. Met andere woorden: als de Bijbel spreekt over de mens als beeld van God en dat wij als mensen verantwoording moeten afleggen van wat we gedaan hebben, dan geldt dat alleen voor mensen met een gezond brein. Mensen kunnen medisch verminderd toerekeningsvatbaar zijn. Rechters moeten daar ook rekening mee houden.

We keren terug naar de vraag over de vrije wil. We hebben vastgesteld dat de staat van onze hersenen heel bepalend is voor wie wij zijn.

Maar ***zijn wij gedetermineerd***? In het boek *Wij zijn ons brein* schrijft **Dick Swaab** al letterlijk dat de vrije wil een illusie is.[[53]](#footnote-53) Zijn duidelijk provocerende uitspraak is: ‘zoals de nier urine produceert, produceert het brein de geest’.[[54]](#footnote-54) In *Ons creatieve brein* geeft hij meer uitleg: ‘de vrije wil is een plezierige illusie. Dat gevoel ontstaat doordat onze linker hersenhelft achteraf een logisch verhaaltje maakt’ en: ‘het brein maakt onbewust beslissingen, die later tot het bewustzijn doordringen. Dit laat geen ruimte voor het bestaan van een vrije wil; het bewustzijn loopt achter de beslissingen aan’.[[55]](#footnote-55)

**Victor Lamme** zegt dat het koopgedrag van mensen beter voorspeld wordt door waargenomen hersenactiviteit, dan door de uitgesproken mening van de kopers. [[56]](#footnote-56)

Lamme doet verder onderzoek bij een bekende Nederlandse politicus over zijn voorkeuren. Hij stelt vast dat deze politicus heel andere dingen zegt dan hij van binnen voelt. Misschien is hij er zichzelf niet eens van bewust. ‘De MRI-scan weet beter wat hij vindt dan hijzelf.’[[57]](#footnote-57)

Maar hebben we dan helemaal geen eigen keuze?

**André Aleman** schreef kortgeleden een boekje, waarin hij de centrale gedachte van deze twee hersenwetenschappers bestrijdt. Hij geeft een eenvoudig voorbeeld. Stel je zit in de auto en ontdekt dat je iets vergeten hebt. Vervolgens beslis je om terug naar huis te gaan om wat je vergeten hebt op te halen. Hier zijn het niet de impulsen van de hersenen, maar de vaststelling van een feit en een rationele beslissing op grond waarvan het gedrag van deze persoon verklaard moet worden. Ons bewustzijn heeft dus een regiefunctie.[[58]](#footnote-58)

Belangrijk in de discussie over de vrije wil is het experiment van **Benjamin Libet**. Libet stelde vast dat hersengolven die leiden tot een bepaalde handeling eerder plaats vinden dan de beslissing die iemand neemt om die handeling te verrichten. Dit is contra-intuïtief. Veel neurologen trekken hieruit de conclusie dat wij beslissingen nemen voordat wij ons daarvan bewust zijn. Aleman heeft een andere interpretatie. Hij zegt dat de eerste hersenactiviteit gezien moet worden als een *bereidheidspotentiaal*. Dit is echter wat anders dan het besluit zelf.

De wereld om ons heen en onze geschiedenis laten zien dat wij mensen door onze verbeelding, reflectie en discipline een buitengewoon vermogen hebben om onze omgeving naar onze hand te zetten. Wie beweert dat we geen controle hebben op ons leven en geleid worden door onbewuste processen, negeert wezenlijke dimensies van ons bestaan. Het uitgangspunt van cognitieve therapie is dat we door onze gedachten ons gedrag kunnen veranderen. Topsporters visualiseren vlak voor de wedstrijd hun succes. Als je op onderdelen oefent verbeter je je algemene alertheid, controle en attentie. Religieuze overtuigingen vergroten de zelfcontrole.

De christelijke denker **Gerard Nienhuis** zit als fysicus op dezelfde lijn.[[59]](#footnote-59) Nienhuis stelt dat de mens als levend wezen opgebouwd is uit dezelfde elementen als de niet-levende materie. De mens is materieel onderworpen aan de wetten van de scheikunde en de natuurkunde. Maar de vraag is of daarmee alles gezegd is. Is de wereld *niet meer* dan een fysisch systeem?

Het fysische wereldbeeld rekent alleen in oorzaken en gevolgen. Maar in menselijk gedrag zijn doelen en ambities belangrijk. Wij mensen hebben het gevoel dat wij keuzes kunnen maken. In het fysische wereldbeeld is de vrije wil een illusie. *En dan is er geen fundamenteel verschil tussen een mens en een machine. Het fysische wereldbeeld ziet de mens in de grond van de zaak als een input-outputsysteem. Daarbij is geen plaats voor bewustzijn, beleving en keuzevrijheid. Het ik is dan een illusie.*

Niet onbelangrijk is overigens dat ook niet-gelovige wetenschappers zich verzetten tegen een mechanische mensvisie.

De cognitiewetenschapper **Steven Pinker** zegt dat de subjectieve ik-ervaring wetenschappelijk niet te verklaren is. En: ´ons menselijk gedrag is het best inzichtelijk te maken door het te verklaren in termen van meningen en wensen, niet in termen van volts en grammen´.[[60]](#footnote-60)

**Oliver Sacks** sprak over de ´volslagen ontoereikendheid van de mechanische geneeskunde en het mechanische wereldbeeld´[[61]](#footnote-61). Het is volgens hem een doem als we zouden moeten denken dat de mens geen ziel heeft. In de grond van de zaak heeft de mens dan ook geen identiteit. De mens is op deze manier een veredelde Tourettepatient, wiens persoonlijkheid voortdurend ten onder dreigt te gaan in een eindeloze reeks impulsen[[62]](#footnote-62).

**Bert Keizer** verzet zich ook hevig tegen de onmenselijke benadering die er soms is in de medische wetenschap: ‘je kunt artsen rondleiden door de hel en hun enige vraag zal zijn of de geregistreerde temperaturen wel kloppen met de recente publicaties van….’[[63]](#footnote-63)

Samenvattend: ***reductionisme*** is een wetenschappelijke methode die kennis kan vergroten. Het kan ook een ideologie worden als men zegt: de mens is niet meer dan wat fysica en chemie. Dit noemen we ***ontologisch reductionisme****.*

Tegenover dit reductionisme staat ***emergentie****.* Fysiek is een CD een schijfjes met onnoemelijk veel putjes die door een legerstraal zijn gemaakt. Maar als je die CD afspeelt gaat er een hele wereld voor je open.

Het grondprincipe van de embryologie is dat cellen weten wat ze op een bepaalde plaats moeten doen. Regelgenen zetten bepaalde genen aan en uit. Het kan allemaal waar zijn, maar als je een baby in je armen hebt, dan zeg je: deze baby is een wonder!

Emergentie betekent: *het geheel is groter dan de delen*. We kunnen op onderdelen alles begrijpen, maar als we op een hoger niveau het geheel overzien zijn we verwonderd.

Wat mij betreft is het antwoord, dat hersenen zeer bepalend zijn voor wie wij zijn. Maar dit gaat niet ten koste van onze vrijheid. Als onze hersenen gezond zijn, kunnen we wel kiezen. We zijn moreel verantwoordelijk.

In geval van hersenschade zijn wij soms verminderd toerekeningsvatbaar. In dat geval is de mens minder aansprakelijk voor zijn eigen gedrag.

We zijn echter niet alleen maar ons brein. Onze identieit wordt bepaald door ons levensverhaal, ons geloof, ons beroep, onze vriendschappen….

Neurologen kunnen vaststellen welke hersengebieden op een bepaald moment actief zijn, maar ze kunnen geen gedachten lezen.

februari 2022

Jart Voortman

## bronnen

**bibliografie**

algemeen

Bryson, Bill, *Een kleine geschiedenis van bijna alles*, Atlas, 2004 – schitterend boek dat een blik werpt in de geschiedenis van wetenschappelijke ontdekkingen. Een bestseller.

*Wetenschapsboek,* Lannoo Spectrum 2005 – fraai geïllustreerd boek over de geschiedenis van de wetenschap.

Gerard Bodifée, *Klassieken van de wetenschap,* Scoop 1994 – prachtig boek van deze homo universalis.

kosmologie

Govert Schilling, *De salon van God,* Wereldbibliotheek 1993 – een onderhoudend boekje dat niet meer helemaal up to date is.

Davies, Paul, *Oorverdovende stilte, Zijn wij alleen in het universum?,* Spectrum, 2010 – boek over de speurtocht naar buitenaards leven

Davies, Paul, *Perfect Universum, Waarom er leven is op aarde*, Spectrum, 2007 – boek over de fine-tuning van het universum

Martin Rees, *Zes getallen,* Contact 2000 – een van de eerste boeken over de fine-tuning van het universum. Door dit boek krijg je inzicht in de logica, die ten grondslag ligt aan wetenschappelijke conclusies.

Ivo van Vulpen, [*De melodie van de natuur*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=235:de-melodie-van-de-natuur&catid=7:recensies&Itemid=6)*,* Atlas contact 2018 – zeer helder geschreven boek over elementaire deeltjesfysica en de elementaire natuurkrachten.

geologie

Kroonenberg, Salomon, *De menselijke maat*, Atlas, 2007.11 – Kroonenberg is geoloog. In dit boek relativeert hij de angst voor klimaatverandering. Hij laat zien hoeveel het klimaat in de geschiedenis veranderd is.

Ariel Roth, *Oorsprong, wetenschap en bijbel verenigd*, Groen 2003, Heerenveen – creationistisch boek.

evolutie

Zimmer, Carl, *Evolutie*, *triomf van een idee,* Het Spectrum, 2002 – toegankelijk en mooi geïllustreerd boek over evolutie. Aan het slot ook een verhandeling over evolutie en geloof.

Carroll, Sean, *Endless Forms Most Beautiful*, Phoenix, 2007 – een boek dat haarfijn het mechanisme van evolutie beschrijft vanuit de moleculaire biologie.

Charles Darwin, *De oorsprong der soorten,* Poema z.j. – een boek waarin je kunt stranden. Probeer via de inhoudsopgave de belangrijke passages te vinden.

Darwin, Charles, *Autobiografie*, Nieuwezijds, 2000 – een persoonlijk boekje dat Darwin schreef voor zijn kinderen en kleinkinderen met een aantal pagina’s over evolutie en geloof (77-79, 82-87).

Shubin, Neil, *De vis in ons*, Nieuw Amsterdam, 2008 – mooi geschreven verhaal over hoe de auteur op zoek ging naar een tussenvorm tussen een vis en een krokodil en die uiteindelijk ook vond.

neurologie

Swaab, Dick, [*Wij zijn ons brein*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=60:wij-zijn-ons-brein&catid=7:recensies&Itemid=6)*,* Contact, 2010 – veel informatie in dit boek van een auteur die niet gelooft in de vrije wil.

André Aleman, [*Je brein de baas, over de rol van bewust denken*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=218:jje&catid=7:recensies&Itemid=6), Atlas contact 2017 – betoog van een christelijke hoogleraar neuropsychiatrie tegen Dick Swaab

Douwe Draaisma, *Ontregelde geesten,* historische uitgeverij Groningen 2006 – een geschiedenis van de ontdekking van neurologische ziektebeelden.

Iris Sommer, [*Haperende hersenen*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=195:haperende-hersenen&catid=7:recensies&Itemid=6)*,* Balans 2015- goed geschreven verhaal met casussen over veel voorkomende hersenziekten

Iris Sommer, *Stemmen horen,* Balans 2011 – dit boek heeft raakvlakken met religieuze ervaringen. Interessant is ook de behandelstrategie: eerst psycho-educatie, dan het aanleren van manieren om het hoofd te bieden aan de stemmen (bijv. zingen, hardop lezen) vervolgens cognitieve therapie.

Oliver Sacks. *De man die zijn vrouw voor een hoed hield,* Meulenhoff 200929 – onderhoudend boek over soms absurde hersenziekten van de onlangs overleden neuropsychiater uit New York

Bert Keizer, *Waar blijft de ziel,* De maand van de filosofie 2012 – betoog van een verpleeghuisarts tegen reductionisme

Bert Keizer, *Onverklaarbaar bewoond,* Balans 2010 – de auteur liep mee op de afdeling hersenchirurgie, buitengewoon goede schrijver.

Michiel van Elk, *de gelovige geest, op zoek naar de biologische en psychologische wortels van religie,* Bert Bakker 2012 – wetenschappelijke benadering van religieuze ervaringen. Ik hoop met deze auteur nog eens een discussie aan te gaan.

Jules Montague, [*Het onteigende brein*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=245:het-onteigende-brein&catid=7:recensies&Itemid=6)*,* Ambo/Anthos 2019 schrijft over fronto-temporale dementie (FTD), dat een verwoestende uitwerking heeft op onze moraal. Wat blijft erover van onze identiteit bij dergelijke hersenschade?

reflectie over geloof en wetenschap

Dekker, Meester, Van Woudenberg (red), *Schitterend ongeluk of sporen van ontwerp*, Ten Have, 2006 – verzameling artikelen over geloof en wetenschap

Dekker, Meester, Van Woudenberg (red), *En God beschikte een worm*, *over schepping en evolutie*, Ten Have, 2006 – verzameling artikelen over geloof en wetenschap

Dekker, Van Woudenberg, Van den Brink (red), *Omhoog kijken in platland*, Ten Have, 2007 – verzameling artikelen over geloof en wetenschap

Gijsbert Van den Brink, [*En de aarde bracht voort*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=207:en-de-aarde-bracht-voort&catid=7:recensies&Itemid=6)*,* Boekencentrum 2017 – systematisch boek over schepping en evolutie van een behoudende theoloog.

Bodifée, Gerard, [*God en het gesteente*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=88:god-en-het-gesteente&catid=22:archief&Itemid=19)*,* Davidsfonds Ten Have, 2007 – onderlegd betoog van een christelijke Vlaamse wetenschapper.

Fransen, René, [*Gevormd uit sterrenstof*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=89:-gevormd-uit-sterrenstof&catid=22:archief&Itemid=19), Medema, 2009 – evangelisch auteur, gedoctoreerd bioloog, die een verband zoekt tussen moderne wetenschappelijke kennis en het geloof in de Bijbel als Gods woord.

**website**

[www.geloofenwetenschap.nl](http://www.geloofenwetenschap.nl) van ForumC; je vindt hierin een schat aan informatie. Maar sla de reacties van lezers gerust over. Die gaan meestal over alles en niets.

**audio-visueel**

[*The Test of Faith*](http://www.opengeloven.net/index.php?option=com_content&view=article&id=183:recensie-cursus-test-of-faith-van-forumc&catid=7:recensies&Itemid=6) te bestellen via [www.forumc.nl](http://www.forumc.nl) – professioneel opgezette documentaire die de ruggengraat vormt van de gelijknamige cursus. Veel prominente wetenschappers hebben meegewerkt aan deze apologetische serie. Geschikt om bijvoorbeeld in een kerk te gebruiken voor gespreksavonden.

1. paper bij de cursus *geloof en wetenschap* van het Hoger Instituut voor Protestantse Godsdienstwetenschappen in Brussel [↑](#footnote-ref-1)
2. grotendeels gebaseerd op Gerard Bodifée, *Klassieken in de wetenschap* en informatie op Wikipedia. [↑](#footnote-ref-2)
3. Bodifée, *God en het gesteente,* 108. [↑](#footnote-ref-3)
4. Ivo van Vulpen; *de melodie van de natuur,* 74. [↑](#footnote-ref-4)
5. A. v.d. Beukel, *de dingen hebben hun geheim,* 52-55. Alain Aspect stelde in 1982 deze schijnbare onmogelijkheid experimenteel vast. [↑](#footnote-ref-5)
6. Van Vulpen, *melodie van de natuur,* 292 [↑](#footnote-ref-6)
7. De Oostenrijkse natuurkundige [Christian Doppler](https://nl.wikipedia.org/wiki/Christian_Doppler) kwam in [1842](https://nl.wikipedia.org/wiki/1842) theoretisch tot deze conclusie in [*Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels*](https://nl.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cber_das_farbige_Licht_der_Doppelsterne_und_einiger_anderer_Gestirne_des_Himmels). In [1845](https://nl.wikipedia.org/wiki/1845) werd het experimenteel getoetst door de [Nederlandse](https://nl.wikipedia.org/wiki/Nederland) [meteoroloog](https://nl.wikipedia.org/wiki/Meteorologie) [Christophorus Buys Ballot](https://nl.wikipedia.org/wiki/Christophorus_Buys_Ballot).  [↑](#footnote-ref-7)
8. Bill Bryson, *Een kleine geschiedenis..,* 20. [↑](#footnote-ref-8)
9. Het onderstaande staat beschreven in Paul Davies, *Perfect universum,* hoofdstuk 7. [↑](#footnote-ref-9)
10. *the Test of Faith,* ForumC deel 1, het verstand te boven [↑](#footnote-ref-10)
11. <https://en.wikipedia.org/wiki/Near-Earth_supernova> [↑](#footnote-ref-11)
12. New Scientist febr 2022, 54,55 [↑](#footnote-ref-12)
13. Steven Weinberg,*The first three minutes,* André Deutsch 1977, 149 geciteerd in Govert Schilling, *De salon van God,* 254,255 en Gerard Bodifée, *God en het gesteente,* 135. [↑](#footnote-ref-13)
14. <https://www.youtube.com/watch?v=GO5FwsblpT8> [↑](#footnote-ref-14)
15. Martin Rees, *Zes getallen,* 19 [↑](#footnote-ref-15)
16. Ontleend aan de bijdrage *Een kosmos afgestemd op het leven* van Gerard Bodifée in: Dekker e.a., *Schitterend ongeluk,* Verder: Paul Davies, *Perfect Universum, Waarom er leven is op aarde,* Spectrum, 2007 [↑](#footnote-ref-16)
17. zie bijv. Christoffel Waelkens, *De wetenschap van de Kosmos,* Acco 2007, 160. [↑](#footnote-ref-17)
18. Van Vulpen, *Melodie van de natuur,* 274 [↑](#footnote-ref-18)
19. Gebaseerd op Windsor Chorlton, *IJstijden*, Time Life 1984, 83 e.v. [↑](#footnote-ref-19)
20. Salomon Kroonenberg, *De menselijke maat*, 163 [↑](#footnote-ref-20)
21. Salomon Kroonenberg, a.w., 160-181,216,246. [↑](#footnote-ref-21)
22. Het valt buiten het bestek van deze bijdrage om in te gaan op de argumenten van het creationisme. Een goed creationistisch boek is dat van Ariel Roth, *Oorsprong, wetenschap en bijbel verenigd,* Groen Heerenveen, 2003. De schrijver is doctor in de zoölogie en heeft een grote kennis van geologie en paleontologie. Maar hij moet wel wat bochten nemen om zijn creationistische uitgangspunten vast te houden. De betrouwbaarheid van de geologische kolom verklaart hij aan de hand van de zondvloed. Bepaalde dieren bleven volgens hem langer leven en konden naar hogere gebieden vluchten voordat de zondvloed hen verzwolg (174). Hij gelooft dat door een bijzondere voorziening van Godswege de kangoeroes na de zondvloed terugkeerden naar Australië (212). Omdat in de Bijbel staat dat de zondvloed de hele aarde bedekte, is het Himalaya-gebergte zijns inziens van na de zondvloed (217). Hij geeft geen verklaring voor rudimentaire delen bij gewervelde dieren. De enorme afstanden in de kosmos worden door hem verklaard met de gedachte dat God deze stelsels kort geleden geschapen heeft met het (oude) licht erbij (330). [↑](#footnote-ref-22)
23. Bryson, *Kleine Geschiedenis*…, 170-172 [↑](#footnote-ref-23)
24. gebaseerd op Carl Zimmer, *Evolutie*, 159-164 en Bill Bryson, *Kleine geschiedenis*, 184-195 [↑](#footnote-ref-24)
25. Bryson, *Kleine Geschiedenis*, 79 [↑](#footnote-ref-25)
26. Gebaseerd op lesmateriaal van prof. Raoul Van Damme, dat niet meer online beschikbaar is. [↑](#footnote-ref-26)
27. *De oorsprong der soorten,* 185,186,394,398 [↑](#footnote-ref-27)
28. Geciteerd in Barbera Continenza, *Darwin*, Natuur en techniek 2003, 120. [↑](#footnote-ref-28)
29. David Darling, *Zwaartekracht*, Veen Magazines, 2006. Mogelijk zal de ontdekking van het Higgs-deeltje hierin verandering brengen. [↑](#footnote-ref-29)
30. <http://www.sciacchitano.it/Scienziati/Darwinismo/eldredge%20gould%20puctuated%20equilibria.pdf> [↑](#footnote-ref-30)
31. Sean Carroll, *Endless Forms Most Beautiful,* 60 [↑](#footnote-ref-31)
32. Gebaseerd op een lezing van prof. Raoul Van Damme op 14 oktober 2009 in Halle. [↑](#footnote-ref-32)
33. Het zogenaamde L-gulono-gamma-lactone oxidase gen (GULO). [↑](#footnote-ref-33)
34. Neil Shubin, *De vis in ons*, Nieuw Amsterdam 2008 [↑](#footnote-ref-34)
35. Carl Zimmer, *Evolutie, triomf van een idee*, 136-137 [↑](#footnote-ref-35)
36. *En God beschikte een worm*, 269 e.v. [↑](#footnote-ref-36)
37. Francis Collins in video van [*The test of faith*](https://www.forumc.nl/cursussen/test-of-faith)*,* het deel ‘door toeval gemaakt?’ [↑](#footnote-ref-37)
38. Lynn Margulis verwoordde dit voor het eerst in 196, zie *Het wetenschapsboek,* Lannoo/Spectrum 2005. [↑](#footnote-ref-38)
39. [www.johnkyrk.com/](http://www.johnkyrk.com/) [↑](#footnote-ref-39)
40. zie S. Gould, *De duim van de Panda,* 199,200 en C. Dekker in *Schitterend ongeluk,* 82 e.v. [↑](#footnote-ref-40)
41. Zie bijv. Cees Dekker e.a., *Schitterend ongeluk of sporen van ontwerp?*, 120,121 en Peter Westbroek, *De ontdekking van de aarde,* 212,213. [↑](#footnote-ref-41)
42. geciteerd door Herman van Eck in Radix 2009 nr 3, 169. [↑](#footnote-ref-42)
43. Davies bespreekt dit in hoofdstuk 3: een schaduwbiosfeer. [↑](#footnote-ref-43)
44. *Oorverdovende stilte,* 277. [↑](#footnote-ref-44)
45. Buskes e.a. *In Darwins woorden,* Nieuwezijds Amsterdam 2009, 84. [↑](#footnote-ref-45)
46. de brief van 22 mei 1860 aan Asa Gray; vertaling gedeeltelijk ontleend aan Stephen Jay Gould *God en Darwin (oorspr: Rock of ages),*Contact Antw./Amst 2000; de Engelse tekst is te vinden in<http://darwin-online.org.uk> [↑](#footnote-ref-46)
47. *Autobiografie,* Nieuwezijds 2009, 83 [↑](#footnote-ref-47)
48. In het *ontologisch reductionisme* is de mens niet meer dan zijn lichaam. Dit moeten wij onderscheiden van het *methodologische reductionisme* waarin wetenschappers proberen op het spoor te komen wat bepalend is voor de werking van een systeem. Om daar achter te komen moeten ze alle andere factoren uitschakelen. [Michael Poole](https://www.geloofenwetenschap.nl/index.php/faraday-papers/item/529-fp6-reductionisme-hulp-of-hinderpaal-bij-geloof-wetenschap?.htmlhttp://www.geloofenwetenschap.nl/index.php/faraday-papers/item/529-fp6-reductionisme-hulp-of-hinderpaal-bij-geloof-wetenschap?.html), geeft een goed overzicht van de verschillende vormen van reductionisme. [↑](#footnote-ref-48)
49. Bert Keizer, *Onverklaarbaar bewoond,* Balans 210, 240,241 [↑](#footnote-ref-49)
50. Victor Lamme, *De vrije wil bestaat niet,* Bert Bakker 201519,283. [↑](#footnote-ref-50)
51. Victor Lamme, *De vrije wil bestaat niet*, hoofdstuk 4. [↑](#footnote-ref-51)
52. Jules Motague, *Het onteigende brein,* 103 e.v. [↑](#footnote-ref-52)
53. *Wij zijn ons brein, …* Daarmee in strijd is zijn eerdere uitspraak ‘seksuele gevoelens kun je negeren, maar niet veranderen’, *Wij zijn ons brein,* 91. [↑](#footnote-ref-53)
54. *Wij zijn ons brein,* 24. [↑](#footnote-ref-54)
55. Swaab, *Ons creatieve brein,* Atlas Contact 2016, 410, 420. [↑](#footnote-ref-55)
56. *De vrije wil bestaat niet,* 259. [↑](#footnote-ref-56)
57. *De vrije wil bestaat niet,* 248. [↑](#footnote-ref-57)
58. Aleman, *Je brein de baas,* 26. [↑](#footnote-ref-58)
59. in Driessen, Nienhuis, *Evolutie: wetenschappelijk model of seculier geloof,* Kok 2010, het hoofdstuk *Grenzen aan het fysische wereldbeeld,* tevens te raadplegen op [www.geloofenwetenschap.nl](http://www.geloofenwetenschap.nl) onder ´artikelen´. [↑](#footnote-ref-59)
60. *How the Mind Works*, Norton, 2004, 236 en 314, geciteerd door Dinesh D´Souza, *Het Christendom is zo gek nog niet,* Nieuw Amsterdam 2009, 189 en 304. [↑](#footnote-ref-60)
61. *Ontwaken in verbijstering,* Meulenhoff, 1987, 274. [↑](#footnote-ref-61)
62. *De man die zijn vrouw voor een hoed hield,* Meulenhoff 200929, 143. [↑](#footnote-ref-62)
63. *Onverklaarbaar bewoond,* 102. [↑](#footnote-ref-63)