

Moderne Visie op het Scheppingsproces

Op zoek naar scheppingsprincipes in de evolutie van zowel de ons omringende natuur als van de menselijke samenleving.
In hoeverre kunnen de natuurwetenschappen ons daarbij helpen?



La Vie, Marc Chagall

M. T. Vlaardingerbroek.

Ede, april 2005, herzien februari 2014.

Inhoudsopgave.

Voorwoord.	2
Deel 1. Scheppingsproces en natuurwetenschap.	5
I. De gods- en wereldbeelden vanaf de 17 ^e eeuw.	6
II. Het verdwijnen van de zekerheid.	8
II-1. Ontwikkelingen in de 19 ^e eeuw.	8
II-2. Vernieuwing door twijfel in de 20 ^e eeuw.	9
III. Nieuwe inzichten in de 2 ^e helft van de 20 ^e eeuw.	13
III-1. Systeemtheorie.	13
III-2. Instabiliteiten, chaos en ordening in open systemen.	16
III-3. Chaostheorie, niet-lineaire dynamica.	18
III-3-1. Begincondities	19
III-3-2. Overgang naar nieuwe toestand, bifurcatie	20
Deel 2. De schepping en onze medeverantwoordelijkheid.	22
IV. De immanente scheppingsmacht.	22
IV-1. Het ontstaan van nieuwe mogelijkheden vanuit het bestaande.	23
IV-2. Het begin van leven op aarde.	24
IV-3. Het evoluerende leven.	27
IV-4. Deel van het grote geheel.	29
V. Het scheppingsproces in de mens.	31
V-1. Een wondere schepping.....onze hersenen	31
V-2. De evolutie van de menselijke samenleving	34
VI. De evolutie van de liefde.	37
VI-1. Empathie.	37
VI-2. Onze wisselwerking met het grote geheel.	38
VI-3. De macht der liefde.	40
Slotbeschouwing.	43
Referenties.	44

Op zoek naar scheppingsprincipes in de evolutie van zowel de ons omringende natuur als van de menselijke samenleving. In hoeverre kunnen de natuurwetenschappen ons daarbij helpen?

Voorwoord

Vanaf het begin van zijn bewustwording is de mens op zoek naar zijn oorsprong en de zin van het leven. Zijn antwoorden werden gekleurd door zijn ervaringen met de hem of haar omringende natuur en het samenleven met anderen en werden beperkt door zijn tot dan toe verworven inzichten en verstandelijke vermogens. Dat wat nog niet verklaarbaar was werd toegeschreven aan geesten of aan God (goden), die alles bestuurt (besturen). Zo ontstonden scheppingsverhalen als het Gilgamesh Epos bij de Sumeriërs of het verhaal in het Bijbelboek Genesis bij de Hebreërs. Ook de vele mythen en sagen van de archaische Grieken wijzen op pogingen de hen omringende wereld te verklaren met de activiteiten van vele goden. Er ontstonden tempels waar die goden aanbeden werden en een uitgebreid ritueel, zoals bv. beschreven in de Veda's van de Hindoes.

In de periode van ongeveer 600 tot 300 voor het begin van onze jaartelling leefden er werkten onafhankelijk van elkaar en op verschillende plaatsen in de wereld de 'Zieners', die niet de goden, maar samenleving en medemenselijkheid in het centrum van hun belangstelling plaatsten. Die periode wordt de 'Spiltijd' genoemd. Denk bv. aan Confucius in China, Boeddha en Mahivera in India, de antieke Griekse filosofen en Israëlieten in Palestina. De huidige grote wereldgodsdiensten met hun beschrijvingen van de schepping vinden hun oorsprong in hun werken, ook het later ontstane Christendom [1].

Het huidige Christelijke geloof in een 'transcendente persoonlijke God', die alles eerst geschapen heeft en verder bestuurt vanuit de hemel, is nog duidelijk als erfenis van vroege godsdienstige inzichten aanwezig in de westerse godsdiensten, maar ook de medemenselijkheid, erfenis van de 'zieners', is duidelijk aanwezig in bv. het liefdes-evangelie van Jezus (overdracht via contacten tijdens de Babylonische ballingschap?).

Velen twijfelen op grond van nieuwe kennis in de natuurwetenschappen, tot ontwikkeling gekomen vanaf de 16^e eeuw, aan het bestaan van een persoonlijke God maar blijven zoeken naar een veilige haven voor hun religieus gevoel. Zij weten zich deel van een groot geheel dat zich in ontelbare facetten aan hen toont. Zij kunnen vol ontzag opzien naar het schijnbaar eindeloze universum, vol verwondering van de hen omringende natuur genieten en het zich in myriaden vormen evoluerende leven bewonderen. Maar ook kan de mens zelf creatieve activiteit ontplooiën via zijn ordenend denkvermogen en zijn technische en organisatorische vaardigheden. Zo is er naast de zoektocht naar zin en oorsprong van het leven ook een intensieve zoektocht ontstaan naar de eigenschappen en de werking van het voortdurende scheppingsproces. Dat leidt tot nieuwe inzichten in zowel de 'dode' als de 'levende' natuur, die voor velen het wereldbeeld en daarmee ook hun religieus gevoel diepgaand beïnvloeden. Bovendien hebben de verworven inzichten in de 'dode natuur', zoals in de natuurkunde en de techniek, een ware technologische revolutie tot gevolg, waardoor het dagelijkse leven van de mens, op zoek naar de zin van het leven, drastisch veranderde.

Het scheppingsproces leidt tot ordening, tot opbouw van complexe structuren, kort gezegd tot opbouw van complexiteit. Voorbeelden zijn bv. de vorming van sterrenstelsels uit een gaswolk of de opbouw van levende structuren. Dat is een wonder, want elke complexe structuur, bv. een levend wezen, neigt tot verval (chaos), tenzij het omgekeerde proces van opbouw van complexiteit wordt bevoordeeld door uitwisseling van massa en energie met zijn omgeving. Toename van complexiteit is dus mogelijk in een beperkt gebied als vanuit de omgeving materie en energie worden aangeleverd. Dat gebeurt bij levende wezens via voedsel (geordend, dus met lage entropie) en de ademhaling. De omgeving krijgt er dan de uitwerpselen met lagere complexiteit (hoge entropie) voor terug, zodat de entropie van het beperkte gebied *plus* van zijn omgeving als totaal toe kan nemen. Dit is een belangrijk scheppingsprincipe, dat op hoog niveau bepaalt dat verdere evolutie mogelijk is met de beschikbare energie en materie en de afvoer van stoffen met hoge

entropie. Deze inzichten komen uit de warmteleer (thermodynamica), kennis die ontstaan is in het kielzog van de warmtemachines, die de industriële revolutie van de 18^e eeuw inluiden. Het entropieprincipe kan ook bij de beschrijving van ontwikkelingen in de menselijke samenleving gebruikt worden als we energie vervangen door informatie. Bv: een gesloten sekte, die geen intellectuele contacten heeft met de wereld rondom, heeft geen duurzaam leven en verwordt op den duur tot chaos (tegenstrijdige meningen). Verderop in dit artikel komen voorbeelden van scheppingsprincipes, die in vervolg op dat ordening tot stand kan komen verder ook beschrijven hoe.

Door de huidige inzichten in het ontstaan van het heelal, van de aarde en van de ontwikkeling van het leven is het scheppingsverhaal uit Genesis hoogstens nog als metafoor bruikbaar. Dat wil echter niet zeggen dat alle aspecten van de schepping door de moderne wetenschap kunnen worden verklaard. Integendeel, ondanks de toenemende kennis blijft voor de mens veel van het scheppingsmysterie verborgen en ontdekt men steeds weer nieuwe grenzen. Zelfs de vertrouwde 'fundamentele' inzichten, zoals bijv. de mechanica van Newton, zijn niet meer dan een mathematische beschrijving van experimenten van o.a. Galilei en Kepler. Maar dat beschrijven, hoe nuttig ook voor verdere ontwikkelingen, is nog niet hetzelfde als begrijpen!

Is het scheppingsproces dan toch het gevolg van een voor de mens verborgen, vooropgezet plan van een bovennatuurlijk wezen of onbekende bron? Daarvan kan hij zich echter onmogelijk een complete voorstelling maken op basis van het menselijke intellect, dat pas relatief kort bestaat en grotendeels berust op de beperkte ervaringen in de dagelijkse omgeving. Die ervaringen leiden bijvoorbeeld tot een gevoel voor het verband tussen oorzaak en gevolg (determinisme). Dat gevoel bleek echter niet bruikbaar voor de grondslagen van de moderne natuurkundige theorieën, zoals de kwantummechanica, die de wereld van het kleine, de sub moleculaire wereld, beschrijft. Op het niveau van het zeer grote, de kosmologie, is het menselijk voorstellingsvermogen ook de beperkende factor. Het (b)lijkt vruchtbaarder de intellectuele beperkingen bij de studie van de materiële en analoog ook de immateriële verschijnselen te accepteren en vol verwondering naar de schepping te kijken en onbevooroordeeld daarvan, waar mogelijk, bruikbare modellen te vormen. Die leiden dan tot nieuwe technische inzichten en mogelijkheden. De mens kreeg daardoor invloed op en macht over zijn omgeving, met als consequentie *medeverantwoordelijkheid* voor de voortschrijdende schepping in de natuur en de samenleving en in het beheer daarvan.

Veel aspecten in de evolutie van het heelal en het leven op aarde wijzen, zoals gezegd, op scheppingsprincipes, die nieuwe combinaties van eerder geschapen werkelijkheid mogelijk maken in de zich steeds ontplooiende schepping. Men kan zich daarbij indenken, dat die (soms waarneembare) scheppingsprincipes uitgaan van een onbenoemde scheppingsmacht, de oorzaak van alles wat de mens ervaart, beleeft en doet in de schepping, zowel van het (vanuit menselijk standpunt gezien) goede als van het kwade. De term 'scheppingsmacht' betekent hier dan een bron van mogelijkheden. Wat we daarmee bedoelen zal aan de hand van een metafoor worden uitgebeeld:

Een stuwmeer hoog in de bergen is een dergelijke bron van mogelijkheden. Als we er naar toe geklommen zijn zien we een rimpelloos wateroppervlak, waarin echter een veelheid van mogelijkheden (potenties) is opgeslagen, die naar gelang van de geboden situatie zich kunnen realiseren. Wordt het water op beheerste wijze door een buis omlaag geleid dan wordt de snelheid van het water in die buis zo groot (potentiële energie wordt omgezet in kinetische energie) dat het een kracht op de schoepen van een rad kan uitoefenen, daarmee dat schoepenrad in beweging kan brengen en zo kan dienen tot opwekking van elektriciteit. Vervolgens kan het water worden gebruikt voor bevoeiing van het land of worden geleverd aan een waterleidingsstelsel. Daarna kan met dat water weer van alles gebeuren zoals verdampen of ten slotte worden opgenomen in levende structuren, die weer voor 70% uit water bestaan. Het kan ook gebeuren, dat de stuwdam het begeeft of wordt verwoest en dan wordt de in dat water opgeslagen potentiële energie omgezet in een alles verwoestende vloedgolf die de in het achterliggende dal levende samenleving verwoest. Dit alles wordt niet door het water in het stuwmeer en de daarin opgeslagen potentie "beslist", maar gebeurt pas als de omstandigheden zich voordoen. Zo'n stuwmeer is dus een bron van mogelijkheden, die zich manifesteren al naar gelang de geboden situatie. Zo ook de scheppingsmacht, die we als potentiële creatieve energie kunnen beschouwen.

Men kan zich afvragen: als de schepping één groot geheel is, zijn er dan nog meer scheppingsprincipes die achter de verschillende manifestaties van het grote geheel van natuur, mens en samenleving werkzaam zijn? Meer specifiek, in hoeverre kunnen inzichten, die zijn gevormd binnen de natuurwetenschappen, ook bijdragen aan inzicht in andere aspecten van de schepping? Recente nieuwe inzichten in de levende natuur, zoals in de biologie en neurologie (die kunnen leiden tot een biotechnische revolutie) tonen aan dat geest en materie in de hersenen nauw gekoppeld zijn, daar komen materie, energie en informatie dus samen. 'Lichaam, ziel en geest' is daarom een eenheid die ook is onderworpen aan vergelijkbare scheppingsprincipes en is onderwerp van studie in psychologische, sociale, culturele, politieke en economische wetenschap.

In de natuurwetenschappen werkt men, zoals eerder gezegd, met modellen (geen verklaringen) van eigenschappen van de natuur die men geleerd heeft bij herhaalbare experimenten. De beschrijvende, vaak wiskundige, modellen van die experimenten maakten door consequente uitbreiding de verdere ontwikkeling van natuurwetenschap en technologie mogelijk. Kunnen de daarbij gewonnen inzichten en modellen ook een bijdrage leveren aan het beschrijven van (of overzien van) andere, alleen met statistische methoden of eenmalig te benaderen aspecten van het scheppingsproces, zoals de menselijke geest of de samenlevingsvormen?

In deze 'zoektocht' waag ik een poging om die vragen te beantwoorden. De zoektocht wordt ingeleid door de globale ontwikkeling van het god- en wereldbeeld in de westerse wereld, vanaf het einde van de 17^e eeuw. De nieuwe natuurwetenschappelijke en wiskundige inzichten van de 18^e en 19^e eeuw, maar ook de maatschappelijke ontwikkelingen (bv. massafabricage en verpaupering van de arbeiders) maakte voor velen het geloof in een transcendente God ongeloofwaardig. De gewelddadige eerste helft van de 20^e eeuw versterkte die gevoelens verder (hoe kan God zijn scheepsel zo in de steek laten). Het accent verschoof daardoor in de 20^e eeuw meer naar een immanente scheppingsmacht, die streeft naar verdere ontplooiing eerst in de natuur en nu ook in de mens. Dit leidt tot medeverantwoordelijkheid van de bewuste mens, want in het grote geheel van de schepping zijn ook kwaadaardige ontwikkelingen mogelijk, net als in het voorbeeld van het stuwmeer waarbij de stuwdam is doorgebroken. Dat vraagt om een daarop geënte levensstijl, die zich uit in een nieuwe ethiek, als uitgangspunt voor het menselijk handelen ten aanzien van de natuur, de medemens en de samenleving.

Bij het beantwoorden van de vraag of de principes van de natuurwetenschappen ook toepasbaar zijn op het grote geheel van de schepping kom ik er niet onderuit om enkele fundamentele fysische principes te schetsen. Waar mogelijk zal ik dat doen zonder de barrière van de wiskunde. Dat zal niet overal lukken, maar met eenvoudige modellen is toch veel inzicht te winnen. Einstein zei eens: "Alles sollte so einfach wie möglich gemacht werden, *aber nicht einfacher*", zodat de kern van het betoog niet verloren gaat. Dat vereist een bepaald niveau van deze Zoektocht. Echter, zelfs als daarbij wat weinig algemeen vertrouwde fysische overwegingen worden gepresenteerd, vooral in de beschrijving van de geschiedenis van de meer exacte wetenschappen (hoofdstukken II en III), kan daarin toch de rode draad, die door deze studie van het scheppingsproces als geheel loopt, algemeen worden herkend. En die wekt bij mij bewondering en verantwoordelijkheid voor het scheppingsproces.

Deel 1. Scheppingsproces en natuurwetenschap

Inleiding

Altijd heeft de mens gezocht naar zijn oorsprong. In vele mythen en sagen en in vele religies en filosofieën zijn (tijdelijke) oplossingen gevonden. Maar die werden regelmatig achterhaald met het groeien van het inzicht in de schepping door de aangedragen ontwikkelingen in de natuurwetenschappen, zoals bijv. in de toenemende kennis van het heelal en het leven op aarde. Omdat door de grote natuurwetenschappelijke ontwikkelingen van de laatste drie eeuwen voornamelijk in het christelijke (westerse) cultuurgebied nieuwe inzichten ontstonden is deze studie beperkt tot ontwikkelingen in het denken over God en scheppingsprincipes in de westerse wereld. Hier heerste drie eeuwen geleden een kerk gebaseerd op een voornamelijk dualistisch godsbeeld met een transcendente, persoonlijke God, die alles geschapen heeft en ook permanent Zijn macht langs bovennatuurlijke weg laat gelden binnen de schepping. De mensen waren geschapen naar Zijn beeld en Zijn gelijkenis als kroonjuweel der schepping en mogen volgens het Bijbelwoord heersen over andere schepselen. De latere wetenschappelijke inzichten maken dit beeld erg aanvechtbaar.



Beeltenis van de Pancreator (God), neerkijkend op zijn kerkvolk, in Montreale op Sicilië.

I. De gods - en wereldbeelden vanaf de 17^e Eeuw

*Die Himmel rühmen des Ewigen Ehre,
 Ihr Schall pflanzt seinen Namen fort.
 Ihn rühmt der Erdkreis, ihn preisen die Meere,
 Vernimm, o Mensch, ihr göttlich Wort.
 Wer trägt der Himmel unzählbare Sterne?
 Wer führt die Sonn' aus ihrem Zelt?
 Sie kommt und leuchtet und lacht uns von ferne,
 Und läuft den Weg gleich wie ein Held.
 Vernimm's und siehe die Wunder der Werke,
 Die Gott so herrlich aufgestellt.
 Verkündigt Weisheit und Ordnung und Stärke
 Dir nicht den Herrn, den Herrn der Welt?
 Er ist dein Schöpfer, ist Weisheit und Güte,
 Dein Gott der Ordnung und dein Heil;
 Er ist's, ihn liebe von ganzem Gemüte
 |: Und nimm an seiner Gnade teil.*

Tekst : Johann Christian Fürchtegott Gellert
 Muziek : Ludwig van Beethoven

Bovenstaand lied ontstond omstreeks 1800 vanuit het besef: er is een (persoonlijke) God, een Schepping, een Heilsplan en de door God geopenbaarde Waarheid in de Bijbel. Dit inzicht was in overeenstemming met de triomfantelijke formuleringen van de vroeg christelijke religie, vastgelegd rond het jaar 400 [2]. Maar de kerk leerde ook dat de mens op de 'dag des oordeels' zou worden beoordeeld naar de ernst van zijn zonden. De dienaren van de kerk vermaanden de gelovigen om hun plichten te vervullen, opdat het oordeel mild zou kunnen zijn. Daaruit ontstond een machtige, veeleisende kerk, die de gelovigen een leer oplegde die ver afweek van het liefdesevangelie van Jezus, dat leerde dat de goede werken van binnenuit komen ("het Koninkrijk van God is binnen in u" [Bergrede]). Later ontstonden als reactie op wantoestanden in de katholieke kerk, zoals de politieke activiteiten, de rijkdom aan landerijen, kunst en goud en de (betaalde) aflaten van de zonden, nieuwe vormen van het christendom. Zij waren voortgekomen uit hervormingsbewegingen van Lütther, Calvijn, Zwingli en anderen in de late middeleeuwen, die echter nog steeds een persoonlijke God aanbaden en een zware druk op de gelovigen legden. Voor sommigen berustte verlossing van zonden echter niet op goede werken, maar alleen op genade van de strenge God. Het is een wonder dat het liefdesevangelie van Jezus nooit geheel werd verdrongen door het opleggen van dogma's [3]. Dat Jezus' liefdesvoorbeeld bleef wonen in de harten van mensen is op zichzelf al een scheppingswonder.

Ook in de natuurkunde heerste aan het einde van de 17^e eeuw een overzichtelijk wereldbeeld. Een eeuw voordat Beethoven en Gellert de lofzang op Gods schepping componeerden, schreef Newton, in een poging de resultaten van het experimentele werk van Copernicus, Galilei, Kepler en vele anderen kwantitatief te overzien, zijn beroemde formulering van de wetten van de mechanica in zijn boek *de Principia* (1687). Daarin werden de experimenteel ontdekte bewegingswetten voor zowel aardse objecten als hemellichamen en hun onderlinge aantrekkingskracht wiskundig geformuleerd. Vanuit een bepaalde gedefinieerde toestand kon de toekomstige situatie, maar ook omgekeerd een vroegere situatie, worden berekend. De tijd was dus 'omkeerbaar' in de wetten van Newton. Zoals in het bovengenoemde lied bezongen, kon de positie van de planeten langs hun banen zowel in de toekomst als in het verleden (bij benadering) worden berekend. Daarbij had men dus geen ingrijpen van een God meer nodig. Newton werd de profeet van het 'determinisme', de samenhang van oorzaak en gevolg (causaliteit) in de bewegingsleer. Dat determinisme werd ook toepasbaar geacht op de gehele schepping, die dus niet (meer) vanuit de hemel kon worden gemanipuleerd. De wereld werd gezien als een gecompliceerde machine die volgens bekende wetten werkt. God heeft die wereld eens geschapen en nu volgt de schepping Zijn eeuwige wetten.

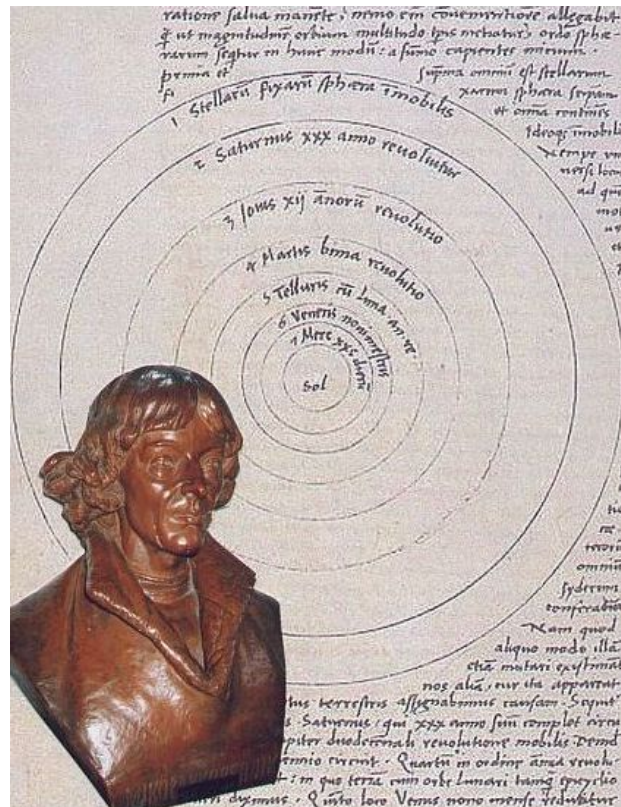


Fig. 1. Copernicus', voor zijn tekening van de planeten rond de zon (sol) als middelpunt.

Al met al hadden deze ontwikkelingen grote consequenties voor de kerk: het aristotelisch christelijke wereldbeeld, met de aarde als middelpunt van het heelal, moest worden verlaten. De bekende filosoof Descartes nam de wiskunde met zijn axioma's als voorbeeld voor zijn beschouwingen in zijn bekende 'Discours de la Methode'. Hij veronderstelde een scheiding tussen de attributen 'uitgebreidheid' (o.a. lichaam) en 'geest', waarbij de laatste de verbinding met God vormt (bezieling). Deze ideeën hebben lang het algemene denken beïnvloed. Bij Spinoza echter, voor wie de Bijbel hooguit een verzameling leerzame geschiedkundige geschriften was, komen alle attributen (mogelijkheden) als één substantie in God bijeen. Samen met de vele meestal voor mensen onkenbare attributen zijn de ons bekende attributen, namelijk de uitgebreidheid en de geest, voor hem uiteindelijk dus niet gescheiden, zoals bij Descartes. Moderne neurologische inzichten onderbouwen Spinoza's visie. Zowel Descartes als Spinoza durfden hun werk uit angst voor een conflict met de overheid, die kerk en synagoge ter wille van de rust de hand boven het hoofd hield, nauwelijks te publiceren. Veel van hun werk verscheen postuum, het zou evenals dat van de toenmalige natuurkundigen, echter op den duur grote consequenties hebben voor de kerk, die als gevolg daarvan moest bijsturen.

Het geloof in een persoonlijke God blijft echter voor velen, ook na die ontwikkelingen nog eeuwenlang levend in veel kerkgenootschappen. Slechts 60 jaar geleden ontstond het volgende gedicht [4], toen nog vanuit een nog dualistisch Godsbegrip:

*O wond're God, wiens Majesteit geen mens kan peilen,
 Wiens diepste wezen onze geest slechts vluchtig kust,
 O, enige wiens onvermoeibaar werken
 Het gans' heelal omvat, 't zij slapend of bewust
 Gij die geen grenzen kent en geen beperking,
 Maar die Uw scheppingsdrang aan eeuwige wetten bond
 Waardoor G' opnieuw ontelbare facetten van Uw Wezen vond.*

De laatste zin wijst al vooruit op een nieuw godsbegrip, n.l. een zichzelf in de schepping ontplooiende en ontdekkende God. Voor enkelen was dit door eeuwige wetten gebonden ontplooiende heelal op zichzelf al God, die ontelbare facetten van zijn wezen in zijn schepping tot uitdrukking bracht, "het één in Al". Men noemt deze zienswijze pantheïsme. Dit kon later weer verder ontwikkelen naar een 'God als mens' evangelie.

II. Het verdwijnen van de zekerheid

II-1. Ontwikkelingen in de 19^e eeuw

Het indrukwekkende bouwwerk van Newton begon al in het begin van de 19^e eeuw scheuren te vertonen toen de natuurkundigen in de warmteleer, die werd ontwikkeld in het kielzog van de industriële ontwikkelingen met de stoommachines als energiebron (James Watt, 1769), irreversibele (onomkeerbare) processen in de warmteleer ontdekten. (Die passen dus niet in de deterministische visie met zijn 'omkeerbare tijd'. De tijd heeft dus wel degelijk een richting en de oorzaak van een situatie kan vaak niet meer worden teruggevonden. Zo is bijv. aan een kop met lauw water niet na te gaan of die in het verleden is ontstaan door het mengen van heet en koud water dan wel door het afkoelen van heet water. Dat bracht de aanhangers van het determinisme lange tijd in verlegenheid. Bovendien leidde het inzicht in de warmteleer (thermodynamica) ook tot het definiëren van entropie (Clausius, 1865), een grootte, die toeneemt met de mate van wanorde in een systeem (Boltzmann, 1884). Hoewel de warmteleer oorspronkelijk was ontwikkeld in verband met de destijds bekende warmtemachines, blijkt eruit dat er voor fysische systemen in het algemeen een neiging in de richting van orde naar wanorde bestaat, als niet van buitenaf het omgekeerde proces wordt opgedrongen. Uiteindelijk zouden de wetenschappers de twee uitgangspunten (de mechanica van Newton en de warmteleer) als complementaire uitgangspunten accepteren en zo toch weer het bestaande wereldbeeld herkennen.

Maar we zien en ervaren toch een grote mate van toenemende ordening (complexiteit) in de levende schepping en in de mens met zijn bewuste denken en zijn gevoelens en zijn neiging tot ordening? Dat klopt dus niet met de destijds ontstane inzichten van toenemende wanorde. Dit komt verderop aan de orde.



Fig. 2. De industriële revolutie.

De ontwikkelingen in de techniek leidden tot de industriële ontwikkeling in de 18^e en 19^e eeuw, waarbij de arbeiders onbeschaamd werden uitgebuit en onder erbarmelijke omstandigheden moesten leven en werken. Mede daardoor ontstond grote politieke spanning, met als gevolg het ontstaan van socialisme en marxisme, waarop het moderne communisme werd gebaseerd (Marx, 1818-1883) en waarbij opstanden ontstonden, die vaak bloedig werden onderdrukt. Voor velen leidde de vraag "hoe kan God dit alles goedvinden" tot herontdekking van het godsbegrip van Spinoza. Maar door de

doorleefde ellende ontstond ook behoefte aan directe nabijheid van de liefdevolle God van Jezus, een persoonlijke band met God, en bloeiden binnen de gevestigde kerken opnieuw hervormingsbewegingen op. Die kwamen voort uit bezorgdheid over disharmonie van de bestaande toestand in de dogmatische kerken en de ellende in de samenleving. Men wilde de kerk hervormen naar het voorbeeld van de eerste christengemeente en klaar maken voor de 'Eindtijd'.

Halfweg de 19^e eeuw formuleerde de Schot James Clark Maxwell zijn beroemde unificatie van elektrische en magnetische velden, gepubliceerd in 1873, gecomprimeerd in een viertal wiskundige vergelijkingen. Daarmee kon hij ook het bestaan van elektromagnetische golven voorspellen. De Duitser H. Hertz toonde als eerste deze golven aan in 1884, en baande daarmee de weg voor de moderne communicatie systemen, die een geweldige invloed zouden krijgen op de samenleving.

Elektromagnetische golven omvatten een breed frequentiespectrum: naast het zichtbare licht behoren naast radiogolven, ook infrarode (warmte)straling, het zichtbare licht, ultraviolet straling, Röntgen straling en gamma straling er toe. Maxwells' op ervaring met andere golfverschijnselen (zoals bijv. geluid) gebaseerde intuïtie suggereerde hem dat ook de elektromagnetische golven zich in een medium moeten voortplanten. Maxwell stelde voor dit medium 'de ether' te noemen, omdat het te ijl is om waargenomen te worden. Overigens moet de ether tevens zeer star zijn om de hoge lichtsnelheid te verklaren. Een vreemd medium dus, maar zijn voorstel werd destijds geaccepteerd door de wetenschappelijke gemeenschap. Einstein zou later in verband hiermee aantonen dat met de menselijke intuïtie voorzichtig moet worden omgegaan.

Van 1831 tot 1836 reisde Darwin rond de wereld en deed uitgebreide waarnemingen aan de dieren, planten, zeeleven, fossielen en geologie langs de kusten, die het verkenningsschip 'Beagle' aandeed. Daaruit ontstond het inzicht, dat levende wezens niet onveranderlijk zijn (en dus niet in 6 dagen geschapen), maar dat nieuwe soorten ontstaan en evolueren al naar gelang de omstandigheden, waaraan ze zich moeten aanpassen of waartegen ze zich moeten verdedigen. Zijn boek *On the Origin of Species*, dat ook nu nog volop in de belangstelling staat, verscheen pas in 1859, nadat hij vernomen had dat Wallace onafhankelijk van hem dezelfde theorie had ontwikkeld.

Omstreeks dezelfde tijd verwierf de monnik (!) Mendel zijn eerste inzichten over erfelijkheid, alweer een verwijzing naar veranderlijkheid in de schepping. Hij publiceerde zijn bevindingen onder de titel "*Versuche über Pflanzen-Hybriden*" in 1866 in een vrij onbekend lokaal tijdschrift. Hoewel hij overdrukken aan collega's rondstuurde, raakten zijn inzichten in de vergetelheid. Pas in 1900 werd zijn werk herontdekt en geverifieerd door 3 onderzoekers, w.o. Hugo de Vries.

De evolutietheorie en de variatie door erfelijkheid gaven (en geven nog steeds) aanleiding tot grote opschudding onder vele theologen en gelovigen, die het gesloten beeld van de eenmalige schepping door een persoonlijke God niet konden verlaten, daarmee was immers alles 'verklaard'.

Het scheppingsverhaal van de Bijbel was ondanks de wetenschappelijke ontwikkelingen van de 17^e eeuw voor velen nog overzichtelijk en overtuigend. Maar enkelen blijven twijfelen aan dat verhaal. Was dat het verlangen naar een persoonlijk ervaren van een nabije God of bleken nieuwe wetenschappelijke inzichten niet in overeenstemming te brengen met het bestaande kerkelijke wereldbeeld?

II-2. Vernieuwing door twijfel in de 20^e eeuw

Aan het einde van de 19^e eeuw bestond dus een machtig wetenschappelijk bouwwerk, waarmee de toen bekende eigenschappen van de natuur vaak zelfs kwantitatief konden worden beschreven. Ondanks die zekerheid ontstonden er ook hier twijfels. Het bleek bijvoorbeeld onmogelijk om het experimentele spectrum van een (warmte)stralend lichaam te beschrijven, tenzij je aanneemt dat die straling bestaat uit discrete pakketjes met een bepaalde energie-inhoud. De pakketjes moeten meer energie bevatten naarmate

de frequentie hoger is (energie per pakketje is $h\nu$, waarbij ν de frequentie is en h een constante). Max Planck publiceerde dat (contra intuïtieve) voorstel in 1900, echter zonder verklaring; voor de waarde van de constante h was (en is) geen theoretische afleiding mogelijk. Er haperde iets in het wetenschappelijke bouwwerk.

Er was nog meer: geluid gaat als golf in de atmosfeer sneller in de richting van de wind dan er tegenin. Dat zou, volgens de toen geldende inzichten, ook moeten gelden voor licht, dat met de veronderstelde ether meebeweegt. Omdat de aarde door de 'stilstaande' ether beweegt rond de zon, zou het licht, dat op de aarde wordt opgewekt, in de richting van de beweging van de aarde langzamer moeten gaan (tegen de ether in) dan loodrecht daarop. Michelson en Morely probeerden dat in 1887 aan te tonen en de uitkomst was negatief, Einstein's contra intuïtieve conclusie: het licht gaat (in vacuüm) altijd met dezelfde snelheid.

Er moest dus iets fundamenteels gebeuren met de bestaande wetenschappelijke modellen. In beide gevallen sprak Einstein in 1905 het verlossende woord door de resultaten van de metingen te accepteren (zonder ze te verklaren). Wat de lichtvoortplanting betreft accepteerde hij het experimentele feit dat de snelheid van het licht in vacuüm een natuurconstante is, onafhankelijk van de constant veronderstelde snelheid van de waarnemer en de bron. De door Maxwell gedefinieerde ether bleek dus overbodig. De constante lichtsnelheid gaf aanleiding tot de Speciale Relativiteitstheorie met als beroemd resultaat dat massa en energie equivalent zijn ($E = mc^2$).

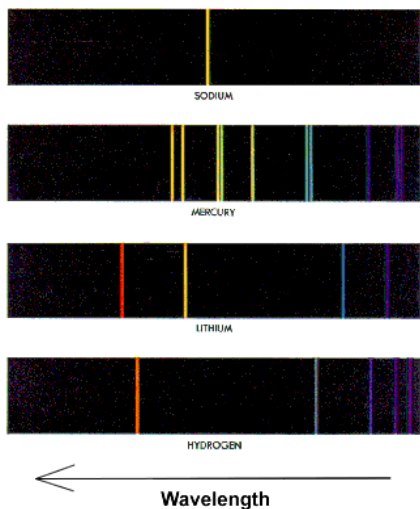
Bij de interpretatie van het foto-elektrische effect (de emissie van elektronen uit een metalen trefplaat die beschonen wordt door een lichtbundel) nam Einstein in navolging van Planck aan, dat de lichtbundel bestaat uit discrete pakketjes met energie-inhoud $h\nu$. Als $h\nu$ hoog genoeg is, dus bij voldoende hoge frequentie ν , worden elektronen uit de metalen trefplaat losgemaakt. Men kan licht dus beschouwen óf als een elektromagnetische golf óf als een bundel fotonen, zoals de energiepakketjes $h\nu$ in het vervolg werden genoemd, afhankelijk van het experiment. De klassieke natuurkunde levert voor deze contra intuïtieve aannames betreffende het duale gedrag van licht geen aanknopingspunten. Louis de Broglie toonde later aan dat een bundel elektronen ook weer als een golf, met bijbehorende interferentiepatronen, mag worden gezien. Hoe sneller de elektronen zich voortbewegen, des te hoger de frequentie van de equivalente golf (en dus hoe korter de golflengte) *Deze duale golf/deeltjes situatie, die voor alle elementaire deeltjes geldt, wordt door de klassieke natuurkunde met zijn geloof in causaliteit niet ondersteund. Een nieuwe fase in de natuurkunde kondigde zich aan.*

Toen men rond de eeuwwisseling moleculen en atomen ging bestuderen aan de hand van het uitgezonden lichtspectrum, stuitten de natuurkundigen al gauw op nieuwe problemen. De moleculen en atomen bleken alleen licht van zeer bepaalde energieën $h\nu$ (frequenties, 'kleuren') uit te zenden, zie fig. 3, wat alleen kon worden geïnterpreteerd met het bestaan van discrete energietoestanden van atomen en moleculen. De bekende gele natrium (Eng. *sodium*, zie fig. 3) verlichting langs onze snelwegen is een bekend voorbeeld. Atomen bestaan uit een positieve kern van protonen en neutronen met daaromheen cirkelende negatief geladen elektronen, die de totale positieve elektrische lading van de protonen in de kern compenseren (neutronen hebben geen lading, ze zijn 'neutraal'). Het geheel lijkt dus op een klein planetenstelsel, waarbij de elektronen de planeten zijn en de kern de zon. Maar waarom vallen die elektronen niet door de elektrische aantrekkingskracht op de kern? Een eerste (voorlopige) antwoord kwam met het waterstofmodel van Niels Bohr. Hij *postuleerde* dat het elektron precies zo snel rond de kern cirkelt dat een geheel aantal van hun equivalente golflengtes op hun omloopbaan passen. Er zijn dus alleen banen met concrete energieën mogelijk. Als een elektron vanuit een baan met hogere energie naar een baan met lagere energie valt wordt het energieverschil omgezet in een uitgezonden foton met die bepaalde energie (frequentie, kleur), zie fig.3.

Intermezzo: Een spin als ordenend principe?

Ho stop, zult u zeggen, waarom vallen bij zwaardere atomen niet alle elektronen direct in de baan met de laagste energie of verenigen ze zich met de kern? Het antwoord is verrassend: de elektronen hebben evenals alle andere elementaire deeltjes, nóg een eigenschap, die geen parallel heeft in de klassieke

natuurkunde. Die eigenschap heet 'spin', omdat oorspronkelijk werd gedacht dat het elektron als een tol snel rond zijn as ronddraaide (*spinning top*). De meedraaiende lading gedraagt zich dan als een kringstroompje, dat een magnetisch moment veroorzaakt. Vreemd genoeg kan het magnetisch moment maar twee 'richtingen' hebben: *up* en *down*. Alweer iets onbegrijpelijks, dat we op gezag van experimenten moeten aannemen. In één bepaalde energietoestand mogen maximaal twee elektronen en dan nog met tegengestelde spin voorkomen (Pauli verbod). Als er dan meer elektronen zijn, moeten die zich in hogere energie toestanden ('banen') bevinden. Als de eigenschap 'spin' niet had bestaan, was de chemische opbouw van de materie niet mogelijk geweest, want die hangt af van de bezetting van de hoogste energietoestanden (buitenste banen).



Dit beschrijft een fundamenteel ordenend scheppingsprincipe.

De protonen van de waterstof atomen (H) in een water molecuul (H_2O) hebben ook de eigenschap 'spin'. Die eigenschap wordt gebruikt bij kernspinresonantie, het principe waarop de medische toepassing van beeldvorming op basis van magnetische resonantie (MRI) berust, zie [5], eerste hoofdstuk.

Einde Intermezzo

Fig. 3. Spectra van bekende atomen.

Uiteindelijk leidde het bestaan van de discrete energietoestanden tot de ontwikkeling van de kwantummechanica (kwantum = discrete hoeveelheid) in de jaren 20 van de 20^e eeuw (Bohr, Schrödinger, Heisenberg, Pauli, Dirac). Een belangrijke conclusie daarvan is dat de snelheid en de plaats van elementaire deeltjes als atomen en hun bouwstenen principieel niet gelijktijdig binnen een bepaalde marge kunnen worden waargenomen (onbepaaldheidsrelaties van Heisenberg). Het boven genoemde atoommodel van Bohr werd in de nieuwe kwantummechanica volledig herzien, maar dat ligt buiten het bereik van dit betoog.

Verder bleek, dat er in de (sub)atomaire wereld geen objectieve werkelijkheid buiten de waarnemer om kan worden vastgesteld. Door te meten wordt het beschouwde object beïnvloed. De toestand waarin een te meten systeem vóór een meting verkeert, is een willekeurig mengsel (superpositie) van alle mogelijke toestanden van dat systeem. Door te meten wordt daar een niet te voorspellen exemplaar van uitgekozen. Weg causaliteit, weg determinisme en weg zekerheid! Ons denken, gebaseerd op de ervaringen in de macroscopische wereld helpt niet meer bij het bestuderen van (sub)atomaire systemen. Men moest voortaan zijn toevlucht nemen tot statistische beschouwingen en berekeningen van waarschijnlijke waarden. Einstein, die zelf aan de wieg van deze moderne ideeën stond, had hier moeite mee en protesteerde nog met de uitspraak: "*Die Quantenmechanik (...) liefert viel, aber dem Geheimnis des Alten bringt sie uns kaum näher. Jedenfalls bin ich überzeugt dass der Alte nicht würfelt*" (God dobbelt niet). Maar uiteindelijk moest deze onzekerheid in de natuurkunde, na een lange controverse gedurende de 20^e eeuw, geaccepteerd worden en vonden op basis daarvan indrukwekkende technische ontwikkelingen plaats, die ook nu nog onverminderd doorgaan (transistors, IC's, computers, lasers, internet, kernenergie, enz.).

De nieuwe kwantumtheorie leidde tot een lawine aan nieuwe inzichten in de eigenschappen en de bouwstenen van de schepping [6], de krachten die op de materie werken, de chemische bindingen in de scheikunde, de elektronica, de biologie, en zelfs in het leven. Dit voert ons ver weg van het determinisme van de vroegere periode en hierdoor werd vanuit de natuurwetenschappen een persoonlijke God als bestuurder van het 'Al' weer minder aannemelijk. Het lijkt wel of alles in principe kan worden begrepen zonder schepper of scheppingsmacht. Maar dan vergeten we de contra intuïtieve aannames die, naar aanleiding van experimentele gegevens, aan de basis van de moderne natuurkundige theorieën staan. We weten nog maar weinig van het scheppingsmysterie dat daaraan ten grondslag ligt.

Tien jaar na de Speciale Relativiteitstheorie presenteerde Einstein de Algemene Relativiteitstheorie, waarin zware massa en trage massa, die resp. bij zwaartekracht (gravitatie) en versnelling werkzaam zijn, equivalent blijken. Deze theorie speelt een grote rol bij de interpretatie van bepaalde, in het universum waarneembare verschijnselen, zoals de oerknal, zwarte gaten en de kromming van de ruimte door aanwezige massa en energie (als de oorzaak van de zwaartekracht), enz. in het heelal, [7]. Samen met de kwantummechanica brengen deze bevindingen compleet nieuwe inzichten in de ontwikkeling van het heelal voort, maar maken ook *principiële* grenzen aan onze kennis zichtbaar. Kwantummechanica en relativiteitstheorie zijn complementair en niet verenigbaar. Globaal gezegd, de eerste beschrijft de (sub)atomaire wereld de tweede het universum. Vanaf het ontstaan van het heelal, de oerknal, kunnen nu de ontwikkelingen worden gevolgd en aan de hand van onze onvolmaakte fysische modellen (zonder schepper) worden beschreven. In het boek *The First Three Minutes* door S. Weinberg wordt de vroege geschiedenis van het heelal beschreven [8]. Maar helaas zijn onze bevindingen geënt op kennis van de ons bekende materie. De huidige uitbreidingsnelheid van het heelal voorspelt echter veel meer onzichtbare materie. We noemen die materie, die ook als energie kan voorkomen 'donkere materie' en 'donkere energie', omdat ze niet rechtstreeks kunnen worden waargenomen (ze produceren geen straling). Indirect kan men ze waarnemen doordat het licht van er achter liggende sterren wordt afgebogen in het door de donkere materie aanwezige zwaartekracht veld, waardoor de ruimte vervormd wordt. Zijn er dan ook voor ons verborgen interacties tussen donkere en waarneembare materie?

Helaas leidde de moderne fysica ook tot de ontwikkeling van de kernbom en andere massavernietigingswapens en mede hierdoor tot vragen als: "En waar is God in al deze ontwikkelingen?" Als Hij onze Schepper is, waarom wordt dan die alles en allen bedreigende toepassing van deze wapens toegelaten? Of is God 'dood', zoals de Engelse bisschop Robinson zich evenals de filosoof Nietzsche afvroeg.

De natuurkundigen bleven zoeken naar een overkoepelende theorie, die kwantummechanica en relativiteit verenigt (de *Grand Unifying Theory* genaamd [9]). Zo'n theorie zou gelden voor alle wisselwerkingen in de natuur, die naast de al door Newton beschreven zwaartekracht, ook de elektromagnetische kracht en de sterke en zwakke kernkrachten, die respectievelijk de bouw en het radioactieve verval van atoomkernen beschrijven, kan omvatten. Pogingen om dat te bereiken via de snaar-theorie, waarin de elementaire deeltjes worden gezien als zeer korte snaartjes die trillen in een 11-dimensionale ruimte, hebben (nog?) geen soelaas geboden, zie ref. [10]. Elke vooruitgang in de richting van de overkoepelende theorie blijkt echter weer nieuwe vragen en antwoorden op te roepen en het geloof in een uiteindelijke succesvolle afronding schuift steeds voor ons uit.

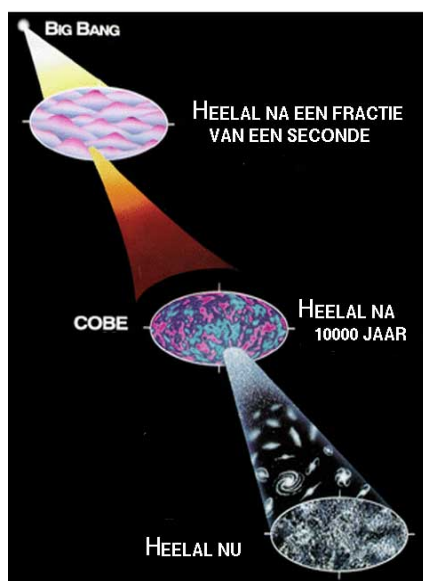


Fig. 4. De ontwikkeling van het heelal na de Oerknal.

Maar stel dat zo'n theorie er zou zijn, is dan alles weer voorspelbaar? "In wiens handen ligt dan ons lot (Our faith in who's hands?), als de Grand Unifying Theory ooit zal zijn gevonden?", luidde de vraag in een opstel van Stephen Hawking. Alles zou dan in principe weer voorspelbaar zijn (determinisme) en dus ligt de toekomst vast. Maar hoe kan dan een eigen vrije wil bestaan? Wat kunnen wij dan nog bijdragen aan de schepping?

Deze vraag houdt veel mensen bezig: op welk niveau wordt het scheppingsproces bestuurd of beïnvloed, bv. door een vermeende persoonlijke God. Die vraag werd ook brandend in verband met de verschrikkelijke oorlogen die de 20^e eeuw heeft gekend. Hoe kan een scheppende God zijn eigen schepping laten verwoesten. Waarom 'stuurt' God natuurrampen, overstromingen, aardbevingen en vulkaanuitbarstingen, Hij is toch een liefdevolle God? In Nederland werd die vraag weer brandend na de stormvloed in 1953. Hoe kon juist het kerkelijke Zeeland zo worden

gestraft? Maar, nogmaals, hoe kan in dit licht een vrije wil bestaan?

De vele aannamen, die we ten aanzien van de grondslagen van de moderne natuurkunde op grond van experimentele feiten moeten maken, illustreren het feit dat ons menselijk intellect niet in staat is de diepste geheimen van het scheppingsmysterie te omvatten. Dat kan ook niet, want dat intellect groeide binnen de beperking van onze dagelijkse omgeving, zoals in deel II zal worden beschreven.

Velen zoeken het dan in een speculatie over de rol van een opperwezen, die verantwoordelijk wordt gesteld voor de door ons onbegrepen aspecten van de schepping (Intelligent Design) of in pseudowetenschappelijke theorievorming, gebaseerd op verregaande extrapolatie van de uitgangspunten van de kwantummechanica, naar een veld gevuld met holografische informatie die overal momentaan aanwezig is, buiten onze ruimtetijd, het *zero energy field*, of Akasha-veld [11].

III. Nieuwe inzichten in de 2^e helft van de 20^e eeuw

In de tweede helft van de 20^e eeuw zien we een ontwikkeling naar grotere onderlinge economische en politieke afhankelijkheid (globalisering) in de wereldsamenleving. Door de nieuwe communicatiesystemen zijn alle uithoeken van de aarde onderling verbonden. Dat heeft natuurlijk ook gevolgen voor ons wereldbeeld, zeker nu alle wereld godsdiensten nauwer met elkaar in contact komen.

Ook in de kennis van de ons omringende natuur en in de techniek vonden nieuwe ontwikkelingen plaats, waarvan een aantal nog niet erg algemeen opgemerkte ontwikkelingen een grote invloed op zowel de techniek als op ons wereldbeeld zullen uitoefenen. De eerste is het systeemdenken en het gedrag van systemen ver buiten statisch evenwicht [12]. De tweede is inzicht in de niet-lineaire dynamica ('chaostheorie' [13]). Helaas zijn deze ontwikkelingen niet eenvoudig. Dus moeten we ze hier aan de hand van eenvoudige voorbeelden aannemelijk maken. Voor wie verder geïnformeerd wil worden zijn er de boeken waarnaar in de tekst wordt verwezen. In ieder geval brengen de genoemde nieuwe begrippen ons iets dichterbij de kern van het scheppingsmysterie.

III-1. Systeemtheorie

De grote successen in de klassieke wetenschap kwamen oorspronkelijk door de tactiek om verschijnselen of objecten van hun omgeving te isoleren en ze dan diepgaand te bestuderen (de cartesische methode, genoemd naar Descartes). Dat leidde tot grote ontwikkelingen in onze kennis van de natuur en van het leven. Deze tactiek is echter niet goed bruikbaar bij de geleidelijke ontwikkeling van enkelvoudige machines naar systemen. Systemen berusten op de samenwerking van meerdere componenten, zoals bij computers en netwerken, communicatie systemen, verkeer systemen, productie systemen in een breed gamma van industrieën, medische systemen, enz. Hierbij is de onderlinge wisselwerking van de componenten, die samen het systeem vormen, van primair belang. Men kan niet meer alleen in termen van objecten (cartesiaans) denken. Men moet ook contextueel leren denken, door vanuit de beoogde functie van het systeem de eigenschappen en de onderlinge wisselwerking van de bouwblokken en hun componenten te specificeren. Het geheel is daardoor meer dan de som van de samenstellende bouwblokken met hun componenten. Bij de start van de ontwikkeling van een systeem begint men niet met het definiëren van de componenten ervan. Men moet eerst een redelijke zekerheid hebben over de haalbaarheid van de beoogde functie van het systeem als geheel ('*feasibility study*'). Daarna wordt de globale opbouw van een dergelijk systeem op het niveau van bouwblokken en hun benodigde functionaliteit bij de onderlinge wisselwerking met de andere bouwblokken vastgelegd ('*globaal ontwerp*'). Als voorbeeld tonen we in fig. 5 de bouwblokken van een MRI scanner, herkenbaar in het schema links: een supergeleidende magneet voor opwekking van het hoofdmagneetveld, spoelen voor een variabele en plaatsafhankelijk hulpmagneetveld (gradiëntspoelen), de voeding voor die spoelen (de gradiëntversterker), een hoogfrequente versterker (RF amplifier) met de bijbehorende zend- en ontvangspoelen, de ontvanger, de patiënttafel en een computer voor de sturing van het

totale systeem en de software voor de planning en uitvoering van de meting (scan) en het archiveren van de meetgegevens. Nadat het globale ontwerp is vastgelegd kunnen individuele bouwblokken worden ontworpen ('gedetailleerd ontwerp'). Die bouwblokken zijn vaak op zichzelf ook weer (sub)systemen opgebouwd uit componenten. Uiteindelijk wordt het niveau van de specificatie van de componenten bereikt. Pas daarna kan worden begonnen met de praktische opbouw van een systeem ('engineering fase') en het testen ('test fase') ervan.

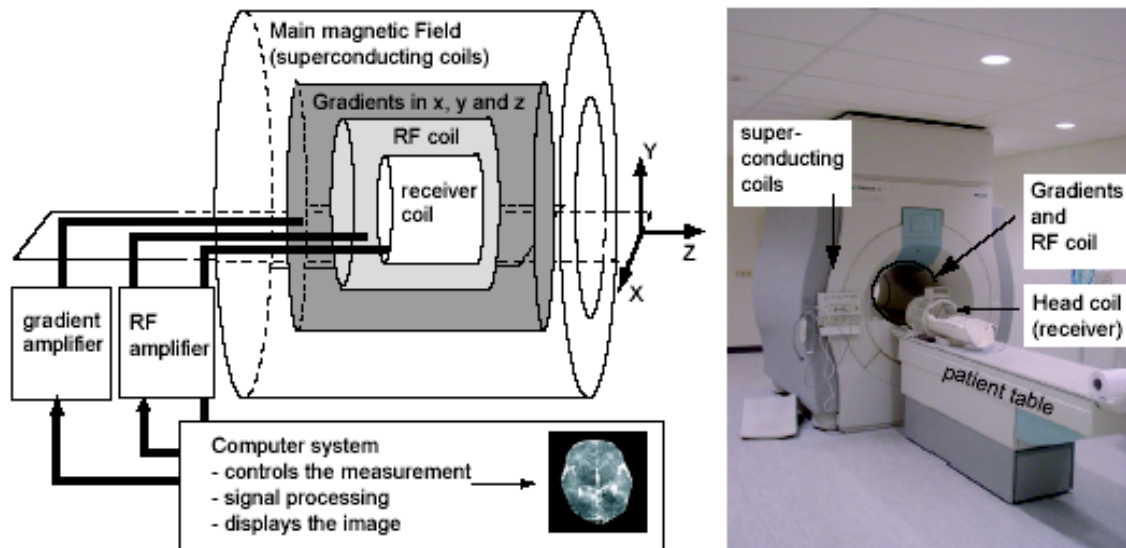


Fig. 5. Systeem voor medische diagnostiek: MRI scanner.

Voor het beschrijven van levende systemen (zie later) geldt dezelfde filosofie: een studie van de verschillende organen apart, hoe belangrijk ook, levert een beperkt inzicht in het functioneren van het geheel op. Verder zijn de organen op zichzelf al weer systemen, opgebouwd uit cellen, die op hun beurt vele chemische processen huisvesten en die in deze studie als een laagste niveau van componenten van het leven zullen worden beschouwd [14]. Al de samenstellende delen moeten in hun context worden bestudeerd, zoals bij technische systemen, maar die studie is veel gecompliceerder en roept steeds weer nieuwe vragen op. Het is dan ook interessant te ontdekken dat de systeemtheorie zijn oorsprong vond in het werk van een bioloog, L. von Bertalanffy.

Intermezzo

Als illustratie van het bovenstaande zullen we nu een eenvoudig voorbeeld van een systeem, n.l. een fiets en de berijder, bespreken. We beginnen met de fiets. Stel dat die is gedemonteerd tot op de kleinste onderdelen. Al die onderdelen kunnen apart worden onderzocht op bijv. vorm, afmetingen, materiaal, hardheid, slijtvastheid. Als de eigenschappen van de onderdelen (componenten) bekend zijn, zal iemand die nog nooit een fiets heeft gezien en dus het geheel aan relaties tussen de onderdelen (de structuur) niet kent, niet op het idee komen om er een fiets van te maken. De fiets is meer dan de som van de onderdelen. Die onderdelen kunnen ook voor een totaal andere toepassing worden ingezet. In de hongerwinter van 1945 gebruikte ik een gedeelte van een fiets om met behulp van dynamo's licht bij elkaar te trappen, zodat wij 's avonds toch nog bij enig licht konden studeren.

Deze algemene opmerkingen gelden natuurlijk evengoed voor andere en ingewikkelder systemen, waarin allerlei verschillende onderdelen (en subsystemen) samenwerken, bijv. voor grote petrochemische installaties en hun (momenteel meestal digitale) besturing systemen, voor automatische productie systemen, transport systemen en voor wereldwijde computer netwerken. Om al deze ontwikkelingen in kaart te brengen ontstond rond de tweede wereldoorlog de systeem theorie (Shannon, 1948).

Maar zelfs een gemonteerde fiets, zonder berijder, kan nog niet aan zijn bestemming voldoen, n.l. de fietser van A naar B brengen. Samen met de berijder vormt de fiets een min of meer gesloten systeem, dat wel bepaalde relaties heeft met de omgeving (stroefheid van de weg, tegenwind, de voeding en ademhaling van de berijder). De fietser moet energie aan de rijdende fiets toevoegen, anders valt hij om. De berijder levert die energie op basis van de voeding die hij vooraf tot zich heeft genomen. Die energie wordt 'gebruikt' om de wrijving en tegenwind te overwinnen en het systeem wordt daarom dissipatief genoemd (dissipatie is het verbruiken van energie, dat is: in een minder bruikbare vorm brengen, hier bijv. warmte). Waarom blijft de rijdende fiets overeind? Omdat de fietser een afwijking uit de verticale stand naar rechts corrigeert door een beetje naar rechts te sturen, waardoor fietser en fiets weer in de verticale stand terugkomen. Dat heet tegenkoppeling: de afwijking van verticaal wordt erdoor tegengewerkt. Zo blijven de fiets en zijn berijder verticaal door steeds, bijna ongemerkt, corrigerend bij te sturen. Ze zijn dan in een 'dynamisch evenwicht', ver van de toestand van statisch evenwicht bij snelheid nul (waarbij geen energie wordt toegevoegd en berijder op de grond moet steunen om niet om te vallen). Ervaren fietsers doen dat corrigeren onbewust, maar zouden ze bij een afwijking van de verticaal naar rechts per ongeluk naar links sturen, dan wordt de afwijking juist groter en ontstaat er bij ver naar links sturen de kans dat de fiets en zijn berijder op catastrofale wijze naar een statisch evenwicht terugkeren (omvallen). In dit geval spreken we van mee-koppeling: de afwijking van de verticale situatie wordt juist groter.

Einde intermezzo



Fig. 6. Op zoek naar dynamisch evenwicht.

Deze inzichten in het besproken voorbeeld zijn algemeen toepasbaar op gecompliceerdere technische systemen, waarin veel elektronische, mechanische en/of chemische componenten samenwerken, zoals dat bij grote industriële en publieke systemen het geval is. Ze zijn ook toepasbaar op levende organismen ('systemen'). In de systeemtheorie wordt het geheel van het systeem onderzocht inclusief de onderlinge relaties van de bouwblokken waarin de componenten worden toegepast. We sommen vijf fundamentele systeemeigenschappen op:

1. Er moet energie of materie door het systeem worden geleid, er is dus wisselwerking met de buitenwereld (open systeem).
2. Die energie wordt gedeeltelijk gedissipeerd (in een toestand gebracht waarin we er weinig mee kunnen doen), in het geval van de fietser door wrijvingswarmte en slijtage in de onderdelen, tegenwind, enz. (dissipatief systeem).
3. De systemen zijn ver buiten statisch evenwicht in een dynamische evenwichtstoestand.
4. Besturingsmechanismen zijn mee- en tegenkoppeling.
5. De onderdelen moeten vervangen worden na slijtage. Levende systemen (bijv. de fietser) vernieuwen zichzelf. Dit is op zichzelf weer een groot scheppingswonder.

Dit contextuele denken over het voorbeeldsysteem (fiets en berijder) en de genoemde grotere systemen is ook van toepassing op zowel veel grotere, als op veel kleinere

schaal. Men kan bijv. proberen de aarde als één geheel te beschouwen met het zonlicht als externe energiebron (Gaia-theorie). Een dergelijke holistische (allesomvattende) beschouwing is natuurlijk uitermate ingewikkeld door het samenwerken van een immens aantal processen, waarvan er velen nog onbekend zijn. Men moet dus globale beschrijvingen van processen en systemen zoeken, waarbij de details kunnen worden weggelaten, zoals in de thermodynamica. Dit wordt momenteel aangeduid als 'Big History' [15]. Voorlopers daarvan vindt men in [12] en [14]. Ook een biologische cel, met zijn vele interne chemische interacties en zijn wisselwerking met het omringende milieu (zie fig. 7), kan als een systeem worden beschouwd [12]. Naast de karakterisering dissipatieve systemen gebruikt men ook de aanduiding open systemen, omdat energie- en materie uitwisseling met de omgeving kenmerkend zijn.

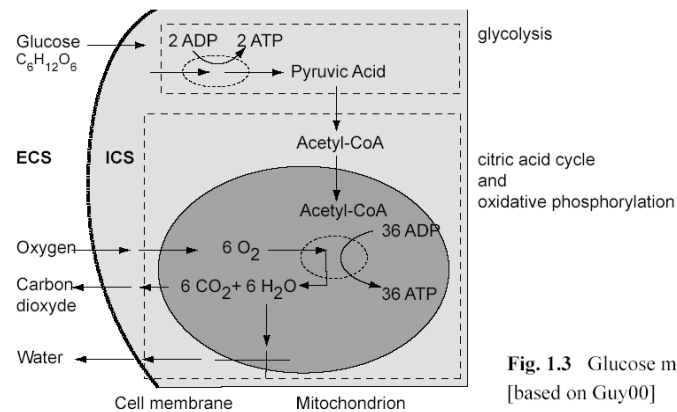


Fig. 1.3 Glucose metabolic pathway
[based on Guy00]

Fig. 7. Een klein deel van de voedingsprocessen binnen de biologische cel als illustratie van een biologisch systeem, waarbij uit suiker energierijke stoffen worden geproduceerd, die het functioneren van de cel mogelijk maken.

Maar ook individuele mensen, groeperingen van mensen en organisaties (politieke partijen, geloofsgenootschappen, economische firma's) zijn in een dergelijk beeld van systemen ver buiten statisch evenwicht in te passen.

Er is daarbij energie nodig (menselijke activiteit, informatie, kapitaal); die energie wordt gedissipeerd (gebruikt om de organisatie te laten functioneren), er is wisselwerking met de buitenwereld afhankelijk van het doel van de organisatie, en mee- en tegenkoppeling moeten worden toegepast om in dynamisch evenwicht te blijven. Er zijn dus besturingsmechanismen (management) nodig en de deelnemers en bestuurders worden regelmatig vervangen. Ook deze organisaties zijn hopelijk niet in statisch evenwicht (de situatie, die in het voorbeeld van de fiets ongewenst was), maar in levendige beweging. De consequenties van het dynamisch evenwicht (ver buiten statisch evenwicht) komen in het volgende deel aan de orde. Die zijn zeer verrassend, want ondanks het feit dat vaak de fundamentele wetten, die het systeem beschrijven, bekend zijn en het systeem als deterministisch kan worden beschouwd, zijn de op die wetten gebaseerde voorspellingen vaak zeer verrassend. Een nieuwe onzekerheid?

III-2. Instabiliteiten, chaos en ordening in open systemen

De eigenschappen van open systemen ver buiten evenwicht zijn pas in de tweede helft van de 20^e eeuw boven water gekomen. Laten we eerst een eenvoudig voorbeeld bestuderen: in een platte doos (een Bénardcel) zit een vloeistof. Warmt men de bodem op (er wordt dus energie toegevoerd), dan ontstaat bij geringe warmtetoevoer een temperatuurverschil over de doos, waardoor thermische geleiding door de vloeistof ontstaat. Bij hogere warmtetoevoer ontstaat zogenaamde vrije convectie (stroming) van de vloeistof, in het midden stijgt verwarmde (lichtere) vloeistof op, geeft de warmte af aan het deksel om kouder (en dus zwaarder) weer langs de buitenkant omlaag te gaan. Een vrij homogene situatie. Convectie resulteert in een effectievere warmteoverdracht dan geleiding en verlaagt dus het temperatuurverschil tussen bodem en deksel (het systeem verzet zich tegen de opbouw van een temperatuurgradiënt over de vloeistof).

Bij een bepaalde kritische waarde van de warmtetoevoer breekt ineens het convectiepatroon in de vloeistof op in aaneensluitende zeshoekige gebiedjes (veel kleiner dan de doos) waar de warme vloeistof in het centrum opstijgt en langs de zeshoekige begrenzing weer omlaag gaat, zie fig. 8. Er is een samenhangend (coherent) systeem van meerdere gelijkvormige zeshoekige gebiedjes (zoals een honingraat) ontstaan. Dit is een onverwacht voorbeeld van ordening uit chaos in een vloeistof, die bestaat uit aanvankelijk onafhankelijk van elkaar bewegende water-moleculen. Hierbij is de warmteoverdracht door de vloeistof beter, en wordt het ontstaan van een temperatuurverschil over de platte doos effectiever tegengewerkt. Dit leert ons dat een systeem ver buiten evenwicht (en waarbinnen dus energie moet worden gedissipeerd) plotseling in een andere geordende toestand overspringen. Welke 'dirigent' bestuurt de geordende (coherente) beweging van miljarden in eerste instantie onafhankelijk bewegende watermoleculen?

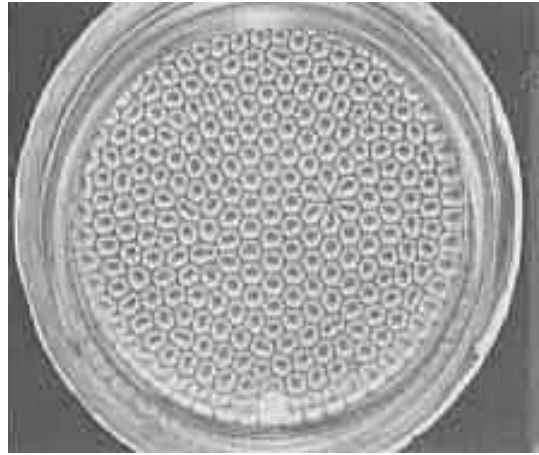


Fig. 8. Bovenaanzicht van de Bénardcel [11].

Als de warmtetoevoer door de bodem van de Bénardcel nog groter wordt kan de vloeistof zelfs weer in een ongeordende toestand (chaos, turbulentie) overspringen. Daarbij is het warmtetransport nog effectiever. We hebben dus een overgang van geleiding naar convectie gezien, vervolgens rangschikte de convectiebeweging zich in een soort honingraat en bij weer meer warmtetoevoer ontstond turbulentie (chaos). Later zal blijken dat mathematische modellen van open systemen ook dergelijke plotselinge toestandsovergangen vertonen.

Er zijn in de natuur veel voorbeelden van overgangen van orde naar chaos en omgekeerd. Een bekend voorbeeld is het optreden van turbulentie in stroming (zoals het opbreken van de waterstraal uit de kraan). Ook het inschakelverschijnsel van lasers, die bij een bepaalde kritische waarde van de toegevoerde energie in plaats van niet gebundeld (incoherent) licht plotseling zeer nauw gebundeld (coherent) licht gaat uitzenden is een voorbeeld van zo'n overgang. Gelukkig maar dat die bestaat, want die coherente lichtbundel maakt het uitlezen van de kleine putjes in een CD mogelijk, zodat we van onvervormde muziek kunnen genieten. Ook geleiden glasvezelkabels coherent laserlicht over grote afstanden, waardoor breedbandige optische communicatie mogelijk wordt.

Een ander bekend voorbeeld is het hart. Na vele jaren van actief in een toestand van dynamisch evenwicht het bloed regelmatig door het lichaam te stuwen, kan het plotselinge ritmestoornissen gaan vertonen of zelfs gaan fibrilleren. Dan is er dus een verandering van een geordende, rustig kloppende toestand van dynamisch evenwicht naar een chaotische toestand. Als het fibrilleren de hartkamers betreft zijn de gevolgen vaak zeer ernstig en soms fataal en een oorzaak van zo'n overgang is vaak moeilijk aanwijsbaar. Met een pacemaker of een defibrillator kunnen de gevolgen worden bestreden, zodat erger vaak kan worden voorkomen.

Vóór het computertijdperk kon de wiskunde het optreden en de dynamica van de plotselinge overgangen in open systemen in het algemeen niet beschrijven in verband met het niet-lineaire karakter van de beschrijvende mathematische modellen. Slechts een beperkte klasse van natuurverschijnselen kon met analytische wiskunde kwantitatief worden bestudeerd, en hoewel er een indrukwekkend aantal van zulke wiskundige oplossingen zijn gedocumenteerd, moest men zich toch vaak beperken tot kleine afwijkingen van een bekende toestand met vereenvoudigde vergelijkingen. Daarmee kan soms de instabiliteit worden aangegeven, maar de volledige gang van zaken bij de instabiliteit onttrekt zich aan onze analytische berekeningen. Met open systemen ver buiten statisch evenwicht en hun plotselinge toestandsveranderingen was er dus halfweg de 20^e eeuw nauwelijks ervaring. En juist deze open, dissipatieve systemen

komen overvloedig in de zowel de dode als de levende natuur voor en bieden via hun toestandsveranderingen een kans op toenemende ordening (complexiteit) in de evolutie. *Is hier sprake van een scheppingsprincipe?*

Een voorbeeld uit de chemie is de spontane vorming van katalytische cycli, bestudeerd door Eigen c.s. in de jaren zestig, zie [12] hoofdstuk 5. Zij vonden dat bij katalytische reacties in biochemische systemen ver buiten evenwicht, dus afhankelijk van toevoer van energie, zich gecompliceerde netwerken vormen waarin mee- en tegenkoppeling als sturingsmechanismen voorkomen. In zo'n netwerk, vaak een gesloten structuur waarin het laatste enzym het eerste weer ontmoet, fungeert het ene enzym als katalysator voor het volgende enzym in het netwerk van reacties waardoor terugkoppeling mogelijk wordt. Dit lijkt op een pre biologisch stadium in de evolutie van het leven!

Het blijft een vraag hoe het mogelijk is dat er overgangen zijn van een toestand van chaos naar een toestand van ordening. Eerder zagen we dat in gesloten systemen de entropie (de mate van wanorde) altijd toeneemt tot maximale wanorde is bereikt. Voor een open systeem (bv. een lichaam), dat is ingebed in een groot 'gesloten' systeem (de omgeving) behoeft deze wet echter niet te gelden. Immers, de entropie in het open systeem kan dalen ten koste van de entropie stijging in de omgeving, zodat voor het geheel de entropie wet geldig is. Die afval, materie met hoge entropie, moet wel worden afgevoerd, een niet gering probleem in onze overvolle wereld. Bv. we eten hoogwaardig voedsel en scheiden fecaliën af, met als resultaat de nodige energetische voeding voor onze levensprocessen, waardoor de orde gewaarborgd blijft (leven) of verder kan toenemen (opgroeien). Dit geldt veel algemener ook voor andere 'systemen, zoals bv. de 'materie en energie' gebruikt voor voor de aanmaak van plastic voor verpakkingsdoeleinden en het verwijderen van het gebruikte plastic (en dan liever niet in de oceaan!).

Dat illustreert de mogelijkheid tot het ontstaan van nieuwe structuren met hogere complexiteit, dus lagere entropie uit chaos [17]). Dat betekent schepping van nieuwe ordening uit een bestaande minder geordende situatie. De natuur kent vele voorbeelden.

Levende systemen zijn dus altijd open systemen en zijn dus afhankelijk van dit principe voor het evolueren en het voortbestaan van hun geordende structuren [12]. Is niet het zoeken van voedsel (als inkomende materie en/of energiestroom) en het verwijderen van afval voor elk levend wezen een eerste levensnoodzaak?

III-3. Chaostheorie, niet-lineaire dynamica

De analytische wiskunde, die halfweg de vorige eeuw beschikbaar was, had zich enerzijds ontwikkeld uit het werk van de Griekse filosofen die de antwoorden voor hun problemen vaak zochten in geometrische modellen. Anderzijds was de bijdrage van de islamitische filosofen uit Perzië, die (via de Arabieren) de algebra introduceerden in de westerse cultuur, een bron van inspiratie. Descartes bracht beide methoden op meesterlijke manier samen en werd daarmee de grondlegger van de moderne analytische wiskunde, die in de 18^e en 19^e eeuw tot grote bloei kwam. Bij het kwantitatief beschrijven van actuele verschijnselen in de natuur moest men zich echter, zoals eerder gezegd, noodgedwongen voornamelijk beperken tot situaties waarvoor het mathematische model met analytische methoden oplosbaar was of oplosbaar gemaakt werd door het geldigheidsgebied te beperken tot geringe afwijkingen van een bekende evenwichtstoestand. Daarbij worden de vergelijkingen 'gelineariseerd', d.w.z. alle variabelen komen slechts in de eerste macht voor. Daarmee kan, zoals gezegd, hoogstens het begin van een instabiliteit worden aangetoond, maar de boven beschreven plotselinge toestandsveranderingen in open systemen zijn allesbehalve gering en dus moeten de oorspronkelijke niet-lineaire vergelijkingen worden bestudeerd en die zijn slechts in enkele gevallen analytisch oplosbaar. Er ontstond dus behoefte aan een nieuwe methode om de niet-lineaire vergelijkingen op te lossen. De ontwikkeling van de computer en de numerieke wiskunde maakten de weg vrij.

In de 60er jaren van de vorige eeuw had Lorenz, een weerkundige van het Massachusetts Institute of Technology in Boston, een stelsel vergelijkingen

opgeschreven voor o.a. de luchtdruk, de temperatuur en de windsnelheid, waarmee hij het weer in de komende weken meende te kunnen voorspellen. Omdat die vergelijkingen te gecompliceerd waren om ze met analytische methoden op te lossen werden ze dus op een grote computer geprogrammeerd en werden er z.g. numerieke oplossingen gegenereerd. Lorenz ontdekte dat de numerieke oplossingen van zijn vergelijkingen zeer kritisch afhangen van de begincondities: zeer kleine wijzigingen in de begintoestand kunnen uiteindelijk totaal andere oplossingen tot gevolg hebben. Lorenz uitte zijn verwondering hierover met de vraag: "Kan het fladderen van een vlinder in Brazilië een orkaan doen losbarsten in Texas?" De begincondities voor het weersysteem kan men slechts met beperkte nauwkeurigheid op een beperkt aantal plaatsen op land, nog veel



Fig. 9. Vakantieweer slecht voorspelbaar.

minder op zee en in de atmosfeer door metingen te weten komen, dus het weer is maar beperkt voorspelbaar, zoals we in ons deel van de wereld maar al te goed weten.

Lorenz' studie markeerde het begin van de zogenaamde chaostheorie, [13] [16], nu ook aangeduid als niet-lineaire dynamica. Eeuwenlang heeft de analytische wiskunde veel bijgedragen tot het kwantitatief beschrijven van natuurkundige verschijnselen. Het toepassen van de wetten van Newton en de thermodynamica en ook de 'moderne' kwantummechanica en relativiteitstheorie zijn daar overtuigende voorbeelden van. De berekeningen waren vaak, zoals gezegd, beperkt tot kleine afwijkingen van bekende situaties gebaseerd op lineaire vergelijkingen. Maar zelfs een eenvoudige wrijvingsloze slinger kan alleen bij kleine uitwijkingen worden beschreven door een gelineariseerde (differentiaal)vergelijking, bij grote uitwijking is de beschrijvende vergelijking niet meer lineair en dus niet meer met een eenvoudig lineair model te beschrijven. De komst van de computer halweg de vorige eeuw maakte dus het oplossen van vergelijkingen ver buiten het toen bekende ('lineaire') gebied mogelijk en confronteerde daarmee de onderzoeker met geheel nieuwe en onverwachte resultaten voor open systemen ver buiten statisch evenwicht.

III-3-1. Begincondities

Die grote afhankelijkheid van de begincondities, die Lorenz ontdekte blijkt ook op te treden in veel eenvoudiger situaties, zoals de beweging van een dubbele slinger. Hierbij is aan het uiteinde van een enkelvoudige slinger een tweede slinger opgehangen. Beide slingers worden verondersteld wrijvingsloos te zijn. Aan beide slingers wordt een bepaalde uitwijking gegeven (begintoestand) en daarna wordt uitgerekend en gemeten hoe deze slingers als functie van de tijd bewegen. Dat uitrekenen gebeurt numeriek op basis van de wetten van Newton. Daarna starten we een tweede experiment met een begintoestand die een fractie afwijkt van die bij het eerdere experiment. Het daarmee

uitgerekende en gemeten verloop van de beweging lijkt dan nog een korte tijd op de beweging van het eerste experiment, maar na enige tijd ontstaat een toenemende afwijking ervan en na verloop van tijd lijken de bewegingen in de twee experimenten helemaal niet meer op elkaar. Een mooie demonstratie van de beweging van een dubbele slinger is te zien op Internet (zie onder 'dubbele slinger' op internet). Dat betekent dus dat als bij zo'n eenvoudig systeem de voorspelbaarheid moeilijk is, het gedrag van gecompliceerde systemen vrijwel niet voorspelbaar is. Zulk gedrag wordt iets dat als chaos wordt ervaren. Hoewel het systeem deterministisch is moeten de begincondities vaak nauwkeuriger bekend zijn dan onze meetmogelijkheden toelaten. Bij kwantummechanische situaties kunnen we ten gevolge van de onbepaaldheidsrelaties van Heisenberg (zie II-2) de begintoestand zelfs principieel niet nauwkeurig kennen, laat staan de latere gedetailleerde ontwikkeling van een geïsoleerd subatomair systeem voorspellen! Dat geldt des te meer voor de evolutie van het heelal, voor onze planeet als geheel, voor het leven en zeker voor het menselijke gedrag, waarbij de begincondities alleen maar te gissen zijn.

III-3-2. Overgang naar nieuwe toestand, bifurcatie

Naast grote afhankelijkheid van de begincondities vertonen open systemen ook plotselinge overgangen naar een andere toestand met andere eigenschappen, zoals we gezien hebben in het voorbeeld van de Bénardcel. Zulke overgangen treden op als de externe omstandigheden (uitgedrukt in de parameters van het model) zich wijzigen en worden bifurcaties genoemd.

Intermezzo

We beschrijven hier globaal het voorbeeld van de ontwikkeling van het aantal vissen (de populatie) in een vijver met beperkte voedingsmogelijkheden als gevolg van het aantal nakomelingen per ouderpaar (groefactor). Bij zeer lage groefactor sterft de populatie natuurlijk uit. Bij voldoende groei ontstaat een stabiele evenwichtstoestand, aangegeven door een constant populatieniveau links in fig. 10. Als de groefactor boven een bepaalde waarde (punt 1 in Fig.10) komt, komen er meer vissen en ontstaat voedseltekort en dus neemt vispopulatie weer af. Maar daardoor kan de voedselvoorraad weer toenemen, zodat ook de populatie weer kan gaan groeien. Er is dus nu een toestandsverandering (bifurcatie) opgetreden in punt 1, waarbij in het ene jaar de populatie hoog is en in het daaropvolgende jaar laag. De periodiciteit (terugkeer in de uitgangstoestand) is nu dus plotseling twee jaar geworden. Bij een weer hogere groefactor (punt 2) ontstaat weer een bifurcatie en wordt de periodiciteit zelfs vier jaar (vier lijnen boven elkaar): een hoog jaar, dan laag, dan weer (minder) hoog, en tenslotte een jaar met een minimum populatie. Al met al toch een situatie met een zekere orde. Bij punt 3 wordt de periodiciteit zelfs 8 jaar en bij punt 4 ontstaat complete chaos (een bepaalde toestand komt niet meer terug, geen ordening meer).

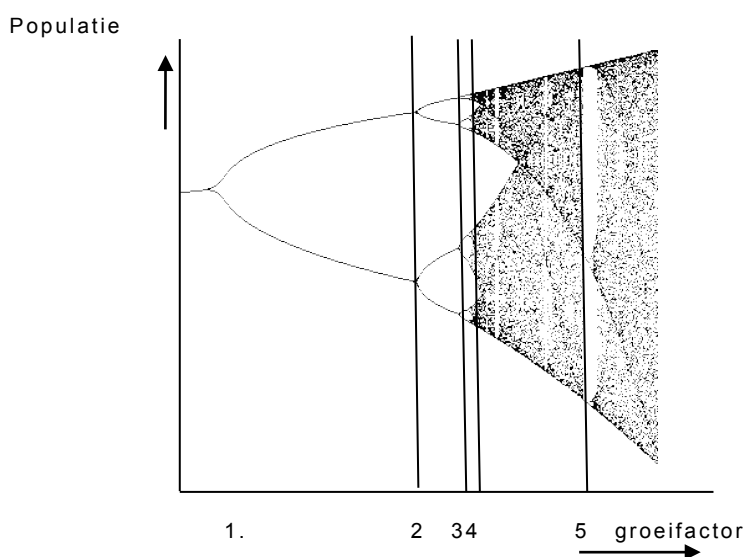


Fig. 10. Bifurcaties (tweesplitsingen) in de oplossing van de logistische vergelijking voor het populatieniveau bij beperkte voedselvoorziening. Let op de witte banden met orde in het chaotische gebied.

Maar bij de groeifactor in punt 5 zien we weer een witte band met periodiciteit van drie jaar. Die markeert dus een bifurcatie tussen een chaotische toestand en een geordende toestand. We spreken hier van 'deterministische chaos', omdat de toestand in principe kan worden berekend als de begintoestand en de systeemparameters voldoende nauwkeurig bekend zouden zijn. Zo'n overgang vanuit chaos naar een geordende toestand geeft weer ruimte voor het ontstaan van nieuwe ordening en dus voor het scheppen van nieuwe mogelijkheden vanuit het bestaande, zelfs vanuit chaos.

Einde intermezzo

Het is ons niet mogelijk om een beschrijving van het ontstaan van leven te geven, maar sommige scheppingsprincipes worden nu enigszins herkenbaar. Een iets uitgebreidere beschrijving van de niet-lineaire dynamica van bovenbeschreven situatie, die wordt beschreven door de 'logistische' vergelijking $y = rx[1 - x]$, vindt U in refs. [13], hoofdstukken 'Live's Ups and Downs' en 'Universality' en [16], pag. 53 e.v.

Al deze kennis is niet te vergaren met de wiskunde die vóór de komst van de grote computers was ontwikkeld. Het leek er aanvankelijk op dat de schepping niet aan 'eeuwige wetten' was gebonden. Dit dilemma is nu dus opgelost, men kon de consequenties van de bekende natuurkundige wetten slechts in zeer bepaalde limietgevallen peilen met de analytische wiskunde. De numerieke wiskunde brengt uitkomst. Hoewel dezelfde natuurwetten moeten worden toegepast, blijken de resultaten kritisch afhankelijk van de begincondities en vertonen vaak toestandssprongen bij geringe veranderingen van de omstandigheden. Onze meetmethoden zijn vaak niet nauwkeurig genoeg om de begincondities en de invloed van de omgeving te meten. Dat geeft vaak aanleiding tot deterministische chaos, waaruit toch weer orde kan ontstaan. Zelfs in chaotische toestand streven systemen naar een soort 'gemiddeld' gedrag (strange attractor [13]), zonder hun toestand ooit exact te reproduceren.

Hoe blijven de levende systemen zich dan toch bijna feilloos reproduceren, ondanks het feit dat het aantal mogelijke toestanden en vormen van opbouw zo groot is? Is er dan toch een voorzienigheid of intelligent ontwerp?

Te midden van de toestanden waarin een mechanisch, chemisch of biologisch systeem ver buiten statisch evenwicht zich chaotisch gedraagt, blijken er ook toestanden mogelijk te zijn waarbij het gedrag van dat systeem erg regelmatig en geordend is [17]. Soms wordt het aantal mogelijke toestanden van een systeem beperkt door resonantie. Als voorbeeld noemen we een orgelpijp waarin uit het grote aantal akoestische trillingstoestanden, die bij het aanblazen van de lip ontstaan, één enkele toon met zijn boventonen wordt bevoorrecht door resonantie in de orgelpijp. Welke toon dat is wordt bepaald door de afmetingen van die pijp. In het geval van levende systemen veroorzaakt de genetische code een voorkeur voor een dergelijke ontstane geordende toestand, waardoor een tamelijk identieke replica van dat systeem ontstaat. Maar ook daarin kunnen soms fouten optreden en kan de verkeerde code worden doorgegeven, waardoor allerlei afwijkingen en ziekten kunnen ontstaan, maar waardoor ook geheel nieuwe ontwikkelingen mogelijk worden. *Hoe meer we hierover leren hoe verder de horizon van onze kennis wijkt.*

Deel 2. De schepping en onze medeverantwoordelijkheid

IV. Een immanente scheppingsmacht

Onze zoektocht naar werking van de scheppingsmacht, waarvan we de bron niet kennen, richt zich nu op de waarneming van de ons omringende natuur, het menselijk leven en de menselijke samenleving. In hoeverre kunnen de principes en verschijnselen, die we in de vorige hoofdstukken in de natuurwetenschappen en in de techniek ontdekten, ons daarbij helpen? Eerst nog een kort overzicht van de in deel I gewonnen inzichten.

1^e. Het overzichtelijke wereldbeeld van de 17^e eeuw, waarmee deze zoektocht begon, is door de toenemende kennis van de natuurwetenschap steeds meer op proef gesteld (Hoofdstuk II-1). De persoonlijke God, de schepper en beheerder van alles, werd al minder waarschijnlijk toen de mechanische wetten van Newton zowel de beweging van hemellichamen als van aardse objecten exact bleken te voorspellen. Daardoor ontstond het geloof van een vast verband tussen oorzaak en gevolg (determinisme). Sommigen dachten toen zelfs, dat God als schepper slechts het al in beweging heeft gezet, waarna het als een uurwerk af zou lopen (de blinde horlogemaker).

2^e. We hebben echter in hoofdstuk II-2 gezien dat oorzaak en gevolg op (sub)moleculair niveau zeker niet altijd aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Bij een bepaalde waarneming wordt een niet voorspelbaar exemplaar van alle mogelijke toestanden van een systeem gemeten. Pas het gemiddelde over een groot aantal identieke metingen kan met de kwantummechanische theorie worden beschreven.

3^e. De onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg laat het tegelijkertijd nauwkeurig bekend zijn van de bewegingstoestand (bijv. plaats en snelheid) van een (sub)atomair deeltje niet toe. Verder bewijst de duale verschijningsvorm van de materie als deeltjes of als golven, dat men in het duister tast en dat een overkoepelende theorie, die beide verschijningsvormen simultaan beschrijft, niet ontwikkeld kan worden. *Het in onze dagelijkse, macroscopische omgeving gegroeide voorstellingsvermogen, met inbegrip van het determinisme, laat ons in de sub atomaire fysica in de steek.*

4^e. De reproduceerbare, experimentele resultaten van bepaalde experimenten, zoals bv. Newton's mechanica, gebaseerd op de experimenten van Galilei en anderen, moeten worden geaccepteerd en in mathematische taal gegoten, zodat ze als uitgangspunt voor verdere (ook technische) ontwikkelingen kunnen dienen. De lichtsnelheid in vacuüm moet als een natuurconstante worden opgevat, voor elke waarnemer hetzelfde, ongeacht zijn bewegingstoestand. Dat is in tegenstelling tot wat we verwachten op basis van onze ervaringskennis van golven op het water of van geluidsgolven in de atmosfeer. Uiteindelijk is dit het uitgangspunt van de speciale relativiteitstheorie. De hiermee gewonnen inzichten hebben de kosmologie een totaal ander aanzien gegeven en bv. nauwkeurige GPS systemen (TomTom) mogelijk gemaakt. *Men moet dus het menselijke beperkte voorstellingsvermogen met de grootst mogelijke voorzichtigheid hanteren.*

5^e. In hoofdstuk III-1 bleek, dat in systemen bestaande uit meerdere samenwerkende bouwblokken en componenten, de onderlinge wisselwerking het functioneren van het totale systeem bepaalt. Het geheel is meer dan de som van de onderdelen. Men moet de afzonderlijke componenten dus altijd in hun systeemcontext zien: ze zijn deel van een groter geheel. In analogie daarmee moeten ook de verschijningsvormen van de schepping altijd in samenhang met hun omgeving worden gezien. Daarom zijn in hoofdstuk III-1 de eigenschappen van systemen onderzocht. *Het bleek hierbij, dat ondanks de wet van toenemende entropie (wanorde) in een groot gesloten systeem, de entropie in een onderdeel daarvan kan afnemen, ten koste van het hele systeem, zodat nieuwe complexiteit in dat onderdeel kan ontstaan (schepping, leven).*

6^e. In hoofdstuk III-2 is bovendien geconstateerd, dat zelfs de deterministische wetten van de klassieke natuurkunde totaal onverwachte uitkomsten toelaten, zoals de niet-lineaire dynamica (chaostheorie), besproken in hoofdstuk III-3, laat zien. Uitkomsten die zeer kritisch afhangen van principieel niet exact bekende begincondities en het optreden van plotselinge toestandsveranderingen (bifurcaties) leiden tot *schijnbaar* chaotische

situaties (deterministische chaos). *Daarmee gaat de voorspelbaarheid van veel ontwikkelingen (bv. het weer) deels verloren.*

Het is door al deze onzekerheden voor velen niet meer mogelijk om in een persoonlijke God te geloven, tenzij ons onbegrip wordt gedekt door niet controleerbare aannames als die van het *creationisme* of van het *intelligent design*. Daarbij komt bovendien, dat het ook als onbegrijpelijk wordt ervaren dat die God zijn eigen schepping aan de beproevingen van natuurrampen blootstelt en het menselijke geweld toelaat. Maar waarin geloven we dan wel? Er moet toch een stuwkracht voor onze evoluerende schepping zijn, een immanente scheppingsmacht (zie voorwoord), die alles wat is deed ontstaan als één groot geheel? Een stuwkracht die uit eerdere scheppingsproducten steeds weer nieuwe combinaties doet ontstaan, die zich dan weer moeten valideren in de aanwezige omgeving (*survival of the fittest*). In dat grote geheel moet toch een signatuur van die immanente scheppingsmacht herkenbaar zijn?

Als dat zo is dan moeten de hiervoor aangehaalde inzichten van de natuurkunde toch ook herkenbaar zijn in de evolutie van het leven, het menselijk denken en gevoelen en zelfs van de samenleving?

IV-1. Het ontstaan van nieuwe mogelijkheden vanuit het bestaande

We richten ons nu op het zich ontplooiende leven op onze planeet, de aarde. De vele mogelijkheden van de scheppingsmacht (voor zover die tot nu toe zijn gerealiseerd) ervaren we dagelijks in de natuur en in het handelen van mensen. Dat is het milieu waarin we nú leven en denken. We hoeven maar om ons heen te kijken naar de schoonheid van de natuur in haar vele facetten (fig. 11) of naar de medemens met zijn technische en organiserende talenten en zijn vermogen tot liefhebben, en we kunnen ons een deel van het grote geheel op aarde voelen. Hier op aarde zijn ons bewustzijn, onze gevoelens en ons geheugen ontwikkeld en hier is onze intelligentie gegroeid.

Na de grote vorderingen in de kennis van de componenten, die voor de opbouw van het leven nodig zijn, is het beschouwen van levende structuren, van schimmels tot bomen, van virussen tot mensen, van individuen tot samenwerking en samenwerkingsverbanden als volledige systemen binnen hun omgeving een logische volgende stap. Evenals technische systemen (zie chaostheorie, hfst. III-3) kunnen ook levende systemen 'rare bokkensprongen' maken, waarbij de oorzaak nauwelijks aanwijsbaar is in de begincondities of in een enigszins veranderde omgeving. Zo'n toestandsverandering



Fig. 11. Schoonheid en verscheidenheid in de natuur. Plitvice meren in Kroatië.

(bifurcatie) is ook van invloed op ons zicht op de evolutie van het leven. Met deze inzichten kan de schepping niet meer als een aflopend uurwerk of bestaand onder het beheer van een persoonlijke God worden gezien. *Het lijkt alsof het leven van binnen uit zelf voortdurend opnieuw 'keuzes' moet maken.*

De overgevoeligheid voor begincondities en de omstandigheden van levende systemen maken dat nieuwe ontwikkelingen vaak niet zijn te traceren en geven zelfs een opening voor een 'vrije wil'. De nieuwe gedachte of invloed, die op een samenleving wordt uitgeoefend, bijv. door een mens met nieuwe inzichten of een nieuw idee in een organisatie, kan dan niet worden voorspeld. We hebben niet de middelen om daarbij een oorzaak of leidend principe aan te wijzen, noch te ontkennen. Dat herinnert ons aan deterministische chaos, want er is natuurlijk altijd een voorgeschiedenis, al kennen we die niet. In groeperingen van mensen met een bepaald doel kan een nieuwe deelnemer of een iets andere organisatie de situatie volledig veranderen door vernieuwde inzichten (Mahatma Gandhi, Nelson Mandela). In menselijke groeperingen speelt informatie een vergelijkbare rol spelen als energie in technische of levende systemen.

Helaas leiden niet alle ontwikkelingen in de natuur en in het menselijk handelen tot toestanden, die de mens als weldadig ervaart. Die ontwikkelingen kunnen ook leiden tot natuurrampen, zoals aardbevingen, tsunami's, orkanen, vulkaanuitbarstingen en op grotere afstand zelfs ijstijden en meteorietinslagen, die we dan als mensen samen zoveel mogelijk moeten pareren. Maar het menselijk handelen kan ook leiden tot rampen als oorlog, misdaad of het uitputten van ons milieu, en kan op allerlei niveaus de tussenmenselijke verhoudingen verpesten. Het kwaad manifesteert zich op vele manieren in de menselijke samenleving en staat dan de ontwikkeling, het welgevoelen en de veiligheid van de mensen in de weg. Het voorkomen en pareren van dit menselijk kwaad is wel de grootste, en (in principe haalbare?), opdracht voor de mens, die hij in de eerste plaats in zichzelf en dan in zijn omgeving (culturele milieu) moet uitvoeren.

IV-2. Het begin van leven op aarde

Bij het invoelbaar maken, dat we deel zijn van een groot geheel, dat het gehele universum omvat, moet ik me beperken. Daarom start ik niet met de oerknal, zoals in [15], maar met het ontstaan van de sterrenstof, dat de bouwstenen van de ons dagelijks omringende natuur heeft gevormd. Atoomkernen zwaarder dan het in het vroege heelal al aanwezige waterstof (H) en helium (He) ontstaan in sterren door heftige kernfusie reacties. Moleculaire gaswolken storten in onder invloed van de zwaartekracht en fragmenteren. Uit elk fragment vormt zich een ster, waarin de druk naar het centrum toeneemt en de zwaartekracht compenseert. Een hoge temperatuur in het centrum ontstaat door de kinetische energie van de invallende materie. Die blijft ook hoog omdat de ster een zo grote dichtheid heeft dat er geen (warmte)straling naar buiten kan optreden (vgl. hfst.II-2, eerste alinea). In onze zon zijn de temperatuur en druk voldoende hoog voor kernfusie van H naar He. De vrijkomende energie ervaren wij als de zonnearmte. Bij grotere sterren ontstaan naar binnen toe een veel hogere temperatuur en druk, zodat ook atoomkernen met een hoger atoomnummer (aantal protonen) dan He, tot aan ijzer (Fe) toe, door fusie kunnen ontstaan. IJzeratomen hebben in de kern 26 protonen en ongeveer evenveel neutronen. Voor de vorming van kernen zwaarder dan ijzerkernen is juist energietoevoer nodig en dat gebeurt dus niet in een ster. Als de kernbrandstof is verbruikt dalen de druk en de temperatuur door het wegvallen van de energieproductie en de ster implodeert onder invloed van de niet meer gecompenseerde zwaartekracht tot een zeer zware kern (neutronenster of zwart gat). Daarbij wordt een materiewolk (sterrenstof dat nu ook de al ontstane zwaardere kernen bevat) de ruimte ingeblazen. In die wolk worden atomen zwaarder dan ijzer gevormd door de invang in de kern van de overal aanwezige ongeladen neutronen, die later door β -verval (een actie van de zwakke kernkracht) gedeeltelijk worden omgezet in protonen en zo het atoomnummer verhogen en dus kernen met hoger atoomnummer vormen, tot bijv. Uranium toe.

Uiteindelijk hebben de zware kernen dus dezelfde bouwstenen (protonen en neutronen, zelf weer opgebouwd uit quarks) als die van waterstof en helium, de twee oorspronkelijke lichtste kernen. Uit de veelheid van atomen kunnen dan met de al in het

heelal aanwezige elektronen de moleculen worden gevormd. De waterstof (H), Koolstof (C) en zuurstof (O) atomen konden in het heelal al in een vroeg stadium (organisch) chemische verbindingen vormen, die mogelijk bij de opbouw van het leven op aarde hebben bijgedragen. Een van de vele voorbeelden van schepping van nieuwe vormen vanuit het al bestaande.

Aan het ontstaan van het leven op aarde is een chemische evolutie voorafgegaan. Toen ongeveer 3.7 miljard jaren geleden uit een gloeiende klomp om de zon draaiende materie (sterrenstof) de scheiding tussen de ijzeren kern en de mantel van de aarde was ontstaan, leken de aardse omstandigheden niet op de huidige. Miljoenen jaren van heftige regenval en hevige onweersbuien in een zeer hete, natte atmosfeer of in de kolkende zeeën (er was nog geen vrije zuurstof (O₂) en dus ook geen ozonlaag (O₃), die de ultraviolette straling van de zon kon absorberen), vormden een ideaal milieu voor het ontstaan van, eerst nog eenvoudige, chemische verbindingen. De atmosfeer, uitgestoten door vulkanen, bestond uit methaan (CH₄), ammoniak (NH₃), zwavelzuur (H₂S), stoom (H₂O), kooldioxide (CO₂), en waterstof (H₂). Men speculeerde dat deze elementaire gassen eenvoudige organisch-chemische verbindingen vormden onder de boven geschetste barbaarse omstandigheden. Uit experimenten onder zo goed mogelijk vergelijkbare omstandigheden, bijv. het experiment van S.L. Miller en H.Urey in 1953 waarbij dezelfde situatie in een retort werd nagebootst, bleek dat het ontstaan van aminozuren en andere organisch chemische verbindingen, die later de bouwstenen voor het zich ontvouwende leven zouden worden, in principe mogelijk is. Achteraf bleek echter dat de hoeveelheid methaan en ammoniak in de atmosfeer waarschijnlijk te gering was. Een recentere theorie voor het ontstaan van de eerste vormen van leven is dat onderzees vulkanisme (*black smoker*) op de oceaانبodem wellicht het milieu schiep waarin de eerste aminozuren konden ontstaan. Daarvoor bestaan sinds kort experimentele aanwijzingen. Mogelijk leverden ook uit de ruimte komende organische verbindingen (bijv. via inslaande meteorieten) een bijdrage. *Net zoals we zagen bij de uitgangspunten van de natuurwetenschappen, loopt hier het spoor (nog?) dood.*

Vermoedelijk al na een paar honderd miljoen jaren waren uit dit alles zeer elementaire vormen van leven ontstaan, micro-organismen met afmetingen van ongeveer een miljoenste meter. Daarbij kon het leven al geweldige 'uitvindingen' doen, mede door de grote snelheid, waarmee generaties micro-organismen elkaar opvolgden (van de orde van een uur, afhankelijk van de soort, en dat gedurende miljarden jaren). De cellen waren omgeven door een celmembraan (zie [14] deel 1) met specifieke transport-eigenschappen, die het contact met het omringende milieu beheersten. Zelfs in zo'n kleine cel vond binnen dat membraan een gecompliceerd netwerk van chemische reacties plaats, die evenals in een groot technisch chemisch proces, onderling afhankelijk zijn. De micro-organismen vernieuwden voortdurend hun eigen interne structuren, afhankelijk van de omgeving waarmee ze in wisselwerking stonden, en konden zichzelf reproducieren. *Men herkent hierin al een aantal eigenschappen van systemen ver buiten evenwicht (zie hfst.III-1), met uitwisseling met hun omgeving (voeding) en mogelijk chaotische toestandsveranderingen.*



Fig. 12. Uitstoot van een vulkaan.

De micro-organismen werden de voorouders van de bacteriën en archaea (prokaryoten). Ik zal in deze zoektocht niet proberen de beschrijving van het verdere ontstaan van de vele levensvormen te evenaren, die in de populaire wetenschappelijke literatuur kan worden gevonden. Zie hiervoor bijvoorbeeld referenties [12] [14] en [18]. Hoogstens kan ik een paar ontwikkelingen schetsen die onze verwondering over de vindingrijkheid van het leven verder opwekken. De scheppings-macht, waarvan we sommige scheppingsprincipes eerder ontdekten is hierin herkenbaar.

We kunnen de scheppingsmacht alleen als bron van mogelijkheden ervaren in de zich steeds ontplooiende schepping, dus in de natuur en ook in onszelf en de medemens. We kunnen ons geen voorstelling maken van de bron van de scheppingsmacht, de oorzaak van de oorzaak, die ik om historische redenen eerbiedig 'God' zal blijven noemen.

Een vergelijkbare situatie is dat we, strikt wetenschappelijk genomen, beseffen dat ons universum bestaat, maar de vraag of vóór de oerknal een immanente scheppingsmacht werkzaam was kunnen we principieel niet beantwoorden, omdat de ons bekende natuurwetten dan niet meer geldig zijn. Evenmin kunnen we wetenschappelijk bepalen of er buiten ons universum een transcendente scheppingsmacht bestaat. Daarop is namelijk geen antwoord te geven op basis van ons binnen de ruimtetijd van ons universum ontstane voorstellingsvermogen. Wat er meer over de bron van de scheppingsmacht (God) wordt gezegd stoelt op aannames of gevoelens en getuigenissen. Die zijn ook een belangrijk gevolg van de ontwikkeling van het menselijk denken en gevoelen op aarde vanuit verwondering en ontzag voor de omringende natuur, met haar vaak beangstigende en onbegrepen verschijnselen, naar de vele verschillende 'geopenbaarde' godsdiensten [19]. Dat is ook een aspect van het evolutieproces, dat helaas velen onnodig verdeelt.

Cyanobacteriën (prokaryoten), ten onrechte ook wel blauwalgen genoemd, ontvingen hun energie in de voor ons giftige atmosfeer uit fotosynthese, waarbij de energie van de zonnestraling, samen met water en kooldioxide de voedingsstof glucose en ook vrije zuurstof opleverden. Daardoor konden de bacteriën en archaea zich vrijelijk voeden, 'componenten' vervangen en zich vermenigvuldigen en muteren, totdat er zoveel waren dat de daarbij vrijkomende zuurstof in de atmosfeer snel toenam. Na vele miljoenen jaren, waarin o.a. het op aarde aanwezige ijzer door de zuurstof werd geoxideerd, ging de vrije zuurstof het leven zelf bedreigen (zuurstofcrisis). Dat stimuleerde het ontstaan van een nieuw soort leven dat juist zuurstof nodig had. De energie voor de vele processen in een nieuwe cel wordt nu geleverd door het omgekeerde fotosynthese proces [18]. Voedingsstoffen (o.a. glucose) vormen samen met vrije zuurstof door verbranding water, kooldioxide en energie, die in verschillende vormen vrijkomt (chemische energie, beweging, elektrische energie en warmte). Die voedingsstoffen werden verkregen, doordat de 'nieuwe' cellen de bacteriën en archaea als voedsel gebruikten door ze te fagocyteren en verteren. Ook is er met enkele van de oorspronkelijke prokaryoten een innige samenwerking (symbiose) ontstaan: sommige 'opgegeten' cellen kregen binnen andere cellen andere functies, die beiden ten goede kwamen (symbiose). De bekendste voorbeelden zijn mitochondriën ('energie-centrales', zie fig. 7), maar er zijn er veel meer. Daardoor is een geheel nieuwe categorie van grotere cellen ontstaan, de eukaryoten, de 'bouwstenen' voor het latere leven, dus ook van de menselijke cellen. De versmelting met de prokaryoten is nog zichtbaar in de interne gecompliceerde structuur van de eukaryoten, die bovendien een kern hebben waarbinnen het DNA is opgesloten.

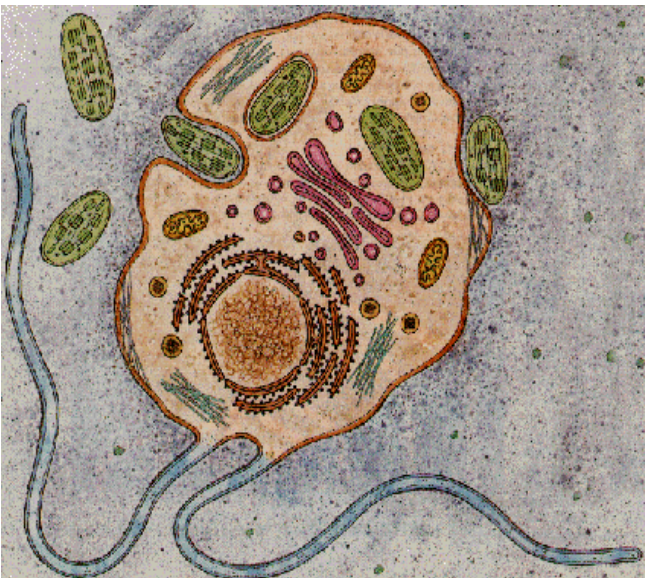


Fig.13. De cel van een eukaryoot is al uiterst gecompliceerd.

Symbiose is dus ook een belangrijk mechanisme in de evolutie en duidt op het ontstaan van nieuwe mogelijkheden uit het bestaande. Het zuurstof percentage in de atmosfeer is nu 20%, voldoende laag om het brandbare materiaal op aarde niet spontaan te ontbranden.

'Het is een wonder in onze ogen, we zien het maar doorgronden het niet'. We aanschouwen de werken van de scheppingsmacht in het zich ontplooiende leven, maar waardoor de ontplooiing wordt voortgestuwd, de oorzaak van de oorzaken, 'God', blijft een mysterie.

IV-3. Het evoluerende leven

Een eukaryoot wordt omgeven door een membraan, dat de benodigde voedingsstoffen, water en elektrolyten, doorlaat naar binnen en de eventuele producten van de cel en de afvalstoffen doorlaat naar buiten. Het membraan regelt dus de contacten met de buitenwereld, het omringende milieu. Binnen de cel bestaat een eigen microkosmos en vindt een onvoorstelbaar groot aantal organisch - chemische processen plaats in de verschillende organellen, zie bv. fig. 7. Zo worden nieuwe eiwitten opgebouwd door het aaneenrijgen van de eerder genoemde aminozuren. De bouwstructies (de aminozuur volgorde) voor de opbouw van die eiwitten worden afgelezen vanaf 'boodschapper' RNA moleculen, die de genetische codes bevatten, die zijn 'overgeschreven' van DNA. RNA en DNA zijn verschillende typen nucleïnezuur, zie [18], hoofdstuk 9, e.v. De energie voor al deze processen wordt geleverd door verbranding van voedingsstoffen. De nieuw gevormde eiwitten zijn bestemd om de bestaande eiwitten te vervangen (de cel vernieuwt zichzelf, men noemt dat 'autopoïese'), om de celdeling tot stand te brengen, talloze andere interne processen te reguleren en om de eventuele externe producten van de cel (bijv. hormonen) aan te maken. Het geweldige aanpassingsvermogen ('vindingrijkheid') van het scheppingsproces (zie 'Voorwoord' onder 'Scheppingsmacht') is hier overduidelijk merkbaar. Steeds weer worden uit al bestaande biologische materie nieuwe mogelijkheden geschapen, van binnen uit. Uiteindelijk is één enkele eukaryoot (cel) al een open systeem ver buiten statisch evenwicht, zoals besproken in hfst. III-1.

Dit is een scheppingsprincipe: de scheppingsmacht, ontplooit zich in nieuwe combinaties vanuit de al bestaande schepping. Van nieuwe levensvormen is vaak de afkomst te traceren, achteraf begrijpen. Maar het voorspellen welke nieuwe levensvormen in de toekomst zullen ontstaan uit het immense aantal mogelijkheden is ons mensen principieel niet gegeven.

De genetische informatie zorgt voor de reproduceerbaarheid van de cellen, alleen bij uitzondering treden mutaties (vgl. bifurcaties) op. We ontdekken hier een ordenend principe dat optreedt in de zich ontvouwende schepping. Die ordening in de cel komt van binnen uit en is deel van het scheppingsproces van levende materie, en kan als eenheid ontsnappen aan de eerder genoemde toename van entropie (afname van orde), doordat er energie- of materie-uitwisseling van de cel met de omgeving bestaat. Het geheel van de cel en haar omgeving gehoorzaamt aan de wet van toenemende entropie (wanorde), de entropie van de cel kan echter afnemen, dus de orde toenemen (creatie!), ten koste van extra toenemende wanorde (een minder bruikbare vorm van energie en afvalstoffen) in de omgeving.

De aarde was waarschijnlijk gedurende 2,5 miljard jaar 'bewoond' door een laag van eencellige wezens, n.l. bacteriën en algen. Afhankelijk van de soort komt er binnen één tot enkele uren een nieuwe generatie bij, zodat er veel mogelijkheden voor evolutie van de genetische informatie van de bacteriën waren. De genetische informatie is vastgelegd in de genetische code, waarmee de RNA volgorde wordt vertaald in aminozuurvolgorde. Deze code is bij alle levensvormen, van microscopisch tot gigantisch, vrijwel identiek, waarschijnlijk al miljarden jaren. Alweer een fantastisch scheppingswonder. Ook kunnen de bacteriën gedeelten van elkaars genetische informatie uitwisselen. Naast mutaties door straling uit de kosmos was (en is) dit een belangrijk mechanisme, waarmee de schepping zich kan ontvouwen. Maar er ontstaan (ook nu nog) door uitwisseling van stukken DNA ook 'nieuwe' bacteriën, die bv. voor de mens schadelijk zijn.

Als we nu naar de thans levende hogere diersoorten kijken, dan blijken ze opgebouwd uit miljarden cellen (hoewel de meerderheid van de levende wezens nog steeds door eencelligen wordt bepaald). De meercellige wezens zijn uiteindelijk ontstaan door symbiose van eencelligen (eukaryoten). Over het wonder van het ontstaan van meercellige planten en dieren, zie fig. 14, met hun verschillende organen, die elk weer opgebouwd zijn uit vele gespecialiseerde cellen, zijn theorieën geformuleerd, met als centraal inzicht het neodarwinisme. Daarin leren we dat verandering van levensvormen wordt teweeggebracht door mutaties van het DNA onder invloed van kosmische stralen,

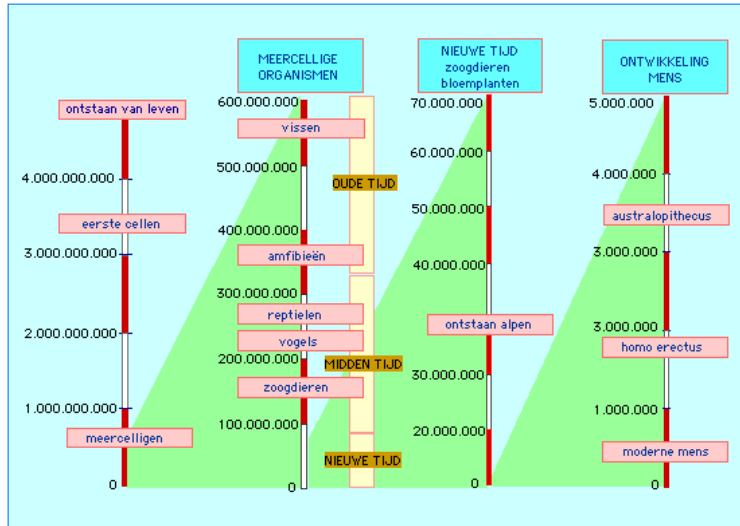


Fig. 14. Schema van de evolutie van het leven.

'lees en schrijffouten' en andere 'ongelukjes', waardoor de genen worden veranderd. Ondanks de uitgebreide 'toolkit' voor het corrigeren van fouten bij de replicatie van DNA, worden sommige mutaties vastgelegd, waardoor veranderde of nieuwe levensvormen kunnen ontstaan. Die moeten zich vervolgens beter kunnen aanpassen in het bestaande milieu. 'Survival of the fittest', heeft dus betrekking op het vermogen om onder de heersende omstandigheden vruchtbaar nageslacht voort te brengen. Dat is echter maar één van de mogelijkheden voor het ontstaan van nieuwe levensvormen. Eerder zijn al twee andere vormen van vernieuwing ter sprake gekomen. Ten eerste zagen we dat bacteriën stukken DNA kunnen uitwisselen. Ten tweede zagen we symbiose, de onderlinge samenwerking van meerdere cellen resulterend in nieuwe mogelijkheden, zoals gebeurde met de cellen, vroeger archaea, die nu de mitochondriën vormen, de 'energiecentrales' in onze huidige cellen. De specialisatie van cellen bestemd voor verschillende organen, zoals hart en nieren, ontstaat doordat een aantal genen van het gemeenschappelijke DNA wordt uitgeschakeld en anderen geactiveerd. Dus het geheel aan informatie van het DNA kan op meerdere manieren gebruikt worden om verschillende gespecialiseerde cel soorten mogelijk te maken. Dit wordt epi-genetische cel differentiatie genoemd. Van het totale pakket aan genen dat in iedere kern aanwezig is, wordt dus een beperkt aantal gebruikt, "aan" gezet, terwijl de andere genen "uit" staan. Een eenmaal gespecialiseerde cel geeft bij deling niet alleen zijn DNA mee aan de dochtercellen, maar ook de informatie over welke genen wel en niet moeten worden gebruikt: dus over zijn specialisatie. Zie referentie [20] over epi-genetica. Bovendien is er ook (overbodig?) DNA, waarvan we de functie (nog?) niet weten.

Het wekt onze grote bewondering te ervaren hoe de scheppingsmacht door deze mechanismen gestalte krijgt in de evolutie van het leven en met welke resultaten. De zo ontstane differentiatie in levensvormen wordt in elke bibliotheek in duizenden boeken over de wonderen van de levende natuur vertolkt, zie bv.[21], hfst. 19 en 21. Ook in de menselijke ontwikkeling vinden we voorbeelden van replicatie van gedrag, evenals het doorbreken daarvan, assimilatie van bevolkingsgroepen en uitwisseling van ideeën en samenwerking (symbiose). Meer nog dan erover te lezen is dat wonder te ervaren in het eigen leven, in de natuur om ons heen en te midden van de mensen met al hun onderlinge relaties.

Het nieuwe moet zich steeds aanpassen aan het omringende milieu, dat geldt zowel voor levende structuren en samenwerkingsverbanden, zoals industriële, politieke en sociale bewegingen, als voor theologische verbanden. De scheppingsmacht werkt daardoor

ordenend in de natuur en ook in de samenleving. In de samenleving geschiedt die ordening via geïnspireerde mensen.

Het voortbouwen op het reeds bestaande is ook altijd de methode geweest bij de ontwikkeling van de natuurwetenschappen. Nieuwe inzichten kunnen worden getoetst aan al aanwezige kwantitatieve of semi kwantitatieve modellen. Het kan dan nodig zijn om de bestaande modellen uit te breiden. Die nieuwe modellen omvatten dan vrijwel altijd de bestaande modellen. Denk bijvoorbeeld aan Einsteins relativiteitstheorie, die de gravitatie theorie van Newton als limiet bij lage snelheden omvat. In aardse omstandigheden kan Newtons' theorie dus nog steeds worden toegepast, net als 300 jaar geleden. Maar voor GPS systemen is de correctie met de speciale relativiteitstheorie nodig. Ook worden statistische methoden toegepast om verbanden (correlaties) tussen herhaalbare verschijnselen te vinden, waarvoor (nog) geen model bestaat. Daarmee ontstaan ervaringsmodellen.

Bij andere wetenschappen, zoals sociale, pedagogische en economische wetenschappen, hebben de bestaande modellen en uitgangspunten minder het karakter van een wet en zijn vaker aan wijziging onderhevig. Bij zo'n wijziging moet men dan opnieuw beginnen ervaring op te bouwen. Ook hier worden statistische technieken veel toegepast en ontstaan kwalitatieve modellen, die mogelijk de weg wijzen naar nieuwe toepassingen. Maar vaak zijn niet alle parameters in een gecompliceerd onderzoek bekend en dat maakt correlatiestudies onzeker. Als voorbeeld noem ik de financiële crisis ten gevolge van niet gedekte hypotheek. Die parameter was vóór de zomer van 2007 nauwelijks in de economie genoemd.

Eenmalige verschijnselen kunnen helemaal niet met statistische methoden worden benaderd. Men moet dan veel vaker zijn toevlucht nemen tot op intuïtie of geloof gebaseerde overtuiging. Het zal duidelijk zijn dat het bovenstaande betoog slechts de uitersten noemt en dat er daartussen een groot overgangsgebied ligt, waarbinnen nuttige modellen worden geconstrueerd.

IV-4. Deel van het grote geheel

Onze zoektocht begon met een cartesiaans wereldbeeld uit de 17^e eeuw, waarin objecten als zodanig als de belangrijkste bouwstenen werden beschouwd, en uitgekomen bij een wereldbeeld, waarin de onderlinge samenhang van die objecten aanleiding geeft tot de vorming van systemen met eigenschappen, die veel omvattender zijn dan de som van de eigenschappen van die objecten. Daardoor is als vervolg op de cartesiaanse bestudering van eigenschappen van de verschillende objecten van de schepping zeker ook de *top down* benadering van de systeemtheorie van open systemen met hun verrassende eigenschappen nodig. De bouwstenen van systemen kunnen zelf weer als systeem worden beschreven, uitgaande van hun functionaliteit. Zo ontstaat er een geheel van 'geneste' systemen op aarde, uiteindelijk functionerend als een groot geheel (holistische visie). We hebben de fundamentele systeemkenmerken van levende structuren verkend, zoals genoemd in hoofdstuk IV-1 en IV-2, en ook onderkend, dat die kernmerken van toepassing kunnen zijn op organisaties waarin mensen samen leven en werken met een bepaald oogmerk.

Een systeem hebben we gedefinieerd als een verzameling van samenwerkende componenten, die via een *interface* verbonden is met de omgeving en daarmee energie en materie uitwisselt. Een dergelijk systeem kan chaotische eigenschappen vertonen



Fig. 15. De Aarde als geheel gezien vanuit de ruimte.

zoals beschreven in hoofdstukken III-2 en III-3. Voor een elementaire cel is de celwand de interface met de omgeving. We herhalen de belangrijkste kenmerken:

1. Er moet energie in een systeem worden gedissipeerd en energie of materie met de omgeving worden uitgewisseld. Bij menselijke organisaties moeten we ons ook geestelijk inspannen en is er naast energie- en materie-uitwisseling ook informatie-uitwisseling met de omgeving nodig.
2. De systemen (bijv. cellen of organen bij levende systemen) zijn in een dynamisch evenwicht, ver buiten statisch evenwicht.
3. Besturingsmechanismen zijn mee- en tegenkoppeling.
4. De 'bouwstenen' moeten vervangen worden na slijtage. Bij levende systemen worden de bouwstenen vernieuwd als onderdeel van het levensproces.
5. Een levend systeem beschermt zich tegen toestandsveranderingen (bijv. bifurcaties) door zijn opbouw vast te leggen in een genetische code. Dit is een van de ordenende principes die zich openbaren in de schepping.

Hoewel er geen kwantitatieve modellen zijn waarmee de werking van levende cellen, organen en lichamen beschreven kunnen worden, kan men zich toch voorstellen dat sommige eigenschappen van levende systemen overeenkomsten vertonen met die van de niet-levende (technische) systemen beschreven in hoofdstuk III. De mathematische beschrijving van die technische systemen (op basis van bekende fundamentele wetten van de natuurkunde) voorspelt een zeer sterke afhankelijkheid van de begincondities. De uitkomsten zijn daardoor slecht voorspelbaar (zoals bij de weersvoorspelling en de dubbele slinger). Bovendien blijkt dat bij een geringe wijziging van de externe omstandigheden (omgevingsparameters), die systemen naar een volledig andere toestand kunnen omslaan. Dit mogen we dus ook verwachten bij levende systemen. Als dat 'levende systeem' ons denken of gevoelen is, gedragen door onze hersenen, zit dan in de flexibiliteit daarvan de mogelijkheid van een 'vrije wil'?

Het begrip leven kan in het kader van onze zoektocht ook uitgebreid worden naar menselijke samenwerkingsverbanden. Het is zeer leerzaam om de samenleving met zijn vele facetten vanuit dit contextuele standpunt te bekijken, waarbij op allerlei niveaus, van bacteriën tot menselijke organisaties, de eerder beschreven systeem eigenschappen in het oog kunnen worden gehouden. Dat geeft een nieuw zicht op het scheppingsproces, waarin dus bepaalde algemene scheppingsprincipes, die we in de natuurwetenschap en de techniek leerden kennen, herkenbaar worden. Helaas is de voorspelbaarheid van de evolutie van natuur en samenleving daarmee niet beter geworden, maar onverwachte veranderingen van de situatie (toestand) zullen dan niet altijd als volledige verrassing komen.

V. Het scheppingsproces in de mens

Tot nu toe hebben we hoofdzakelijk naar de scheppingsprocessen buiten de mens gekeken en daarbij een aantal van de onderliggende principes van de scheppingsmacht onderkend, maar ook ervaren, dat het scheppingswonder te groot is om het te omvatten met onze geestelijke mogelijkheden. De bewuste, actieve mens is een onderdeel van datzelfde scheppingswonder en op deze zoektocht naar het scheppingsproces zullen we zeker ook in onszelf de mysterieuze scheppingsmacht, met zijn vele mogelijkheden om te creëren, ontmoeten.

V-1. Een wondere schepping....hersenen

Alles wat is, op welk niveau ook, staat altijd in wisselwerking met zijn omgeving. Zelfs in de tijd waarin alleen bacteriën bestonden werd er al duidelijk gereageerd op de omgeving, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de wijze waarop het leven de zuurstofcrisis overleefde. Daarbij ontwikkelden ze zelfs een nieuwe levensvorm, met het omgekeerde fotosynthesep proces (zie blz. 26) als energiebron, energie die nodig is voor het leven. Het leven had dus al lang voordat er hersenen waren ontstaan een onbewuste "kennis" (cognitie) van zijn omgeving. Dat vinden we op een veel hoger niveau weer terug in de dierenwereld, waarin reacties op de buitenwereld vooral instinctief zijn. Hoe komt immers de continuïteit van de opeenvolgende geslachten tot stand? Hoe vinden vogels en vissen hun vaak lange weg over de aarde? Hoe vindt en vangt een roofdier zijn prooi? Dat is grotendeels genetisch en instinctmatig vastgelegd en/of wordt door de ouders of de groep via een leerproces in de nieuwgeborenen aangeroepen, als de mogelijkheid ertoe in principe al was aangeboren. Daar was de ontwikkeling van het verbazingwekkende orgaan, de hersenen, voor nodig. De hersenen regelen en sturen de andere organen van het dier en zijn actief bij het verwerven en verwerken van informatie uit de buitenwereld (zien, horen, ruiken) en het reageren daarop, zoals bij het vangen van prooi. Dat zou je een primair bewustzijn kunnen noemen. Maar, hoewel het mogelijk is om dieren iets te leren, dat niet al instinctmatig aanwezig is en hoewel een zekere relatie tussen mens en dier of tussen dieren onderling mogelijk is, kunnen dieren niet abstract denken en hun omgeving bewust beïnvloeden, ondanks de vele miljoenen jaren dat ze al bestaan.

In de hersenen werken tientallen miljarden neuronen samen. De neuronen bestaan uit een enigszins bolvormig cellichaam met een diameter van enkele tientallen microns (één micron is één miljoenste meter), met aan de ene kant een bosje vertakte zenuwvezeltjes, de dendrieten, en aan de andere kant een axon, zie fig. 16. De signalen, die via de dendrieten van andere neuronen binnenkomen, worden samengevoegd in het cellichaam. Als daardoor het potentiaal verval over de celwand stijgt van de evenwichtswaarde van - 0.6 mV tot - 0.3 mV, dan ontstaat er een korte puls van 0.8 mV over een lengte 1 milliseconde. Die puls plant zich langs de dendrieten en het axon voort naar de uiteindes ervan. Het axon kan enkele millimeters tot een meter lang zijn en kan zich ook weer vertakken. Het axon eindigt bij dendrieten van andere neuronen, zodat elk neuron met vele andere neuronen contact kan maken. Dit contact is niet direct maar gaat via een smalle spleet, de synaps, waarin onder invloed van de actiepotentiaal een chemische stof, de neuro transmitter, wordt uitgescheiden in de synapsruimte, die bijdraagt aan de mogelijke activering van dat volgende neuron.

Nieuwe neuronen ontstaan niet meer in volwassen hersenen. Een uitzondering vormt de hippocampus, waar o.a. het korte termijn geheugen zetelt en dat dus 'gewist' moet kunnen worden. Het aantal dendrieten kan echter wel toenemen en de contacten via de synapsen kunnen zich intensiveren onder invloed van herhaald aanbod van gelijke informatie, zodat de communicatie over en weer tussen (bepaalde) neuronen wordt versterkt of verzwakt. Daardoor ontstaat de mogelijkheid tot leren en geheugenvorming. Alweer een scheppingswonder, dat we nauwelijks kunnen doorgronden.

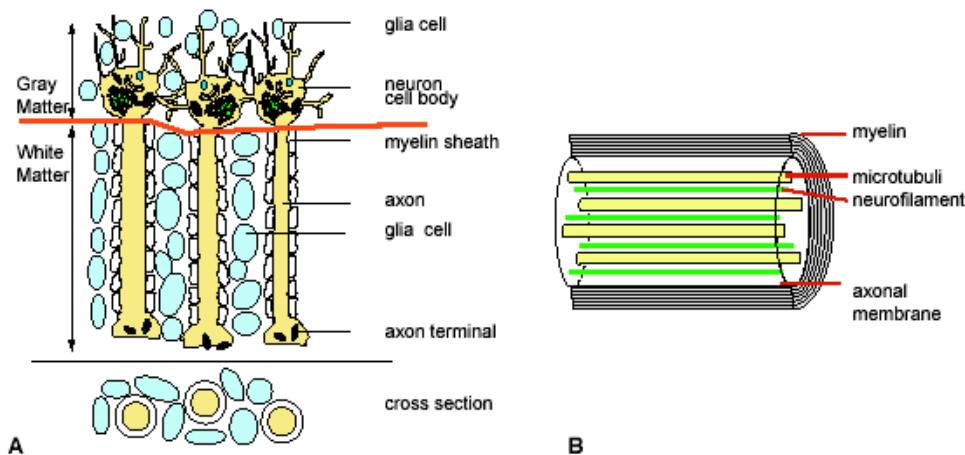


Fig. 16. Schematische opbouw van de hersenen, neuronen geel, glia cellen blauw. A overzicht, boven de rode lijn de cortex: gray matter (grijze stof) waarin de dendrieten te zien zijn. Onder die lijn de white matter (witte materie) met axons en glia cellen. B. Opbouw van de axonen, de transporteurs van informatie, omgeven met myeline (de witte materie). Bij de terminal zit de synaps (spleet) die de aansluiting op volgende neuronen vormt.

Groepen van gekoppelde neuronen (neurale netwerken) worden dan, via de zintuigen en via voor ons grotendeels onbekende transformaties, gecorreleerd met externe gebeurtenissen en/of ervaringen. Bijvoorbeeld, een optisch beeld van een waarneming wordt gefragmenteerd opgeslagen in meerdere neurale patronen. Maar het wordt door de hersenen toch weer als een volledig beeld ervaren en al of niet onthouden. Zo kan het hier langs een omweg zijn prooi benaderen. Dat verraadt ook een vorm van primair bewustzijn en van geheugen. Een uiting van dat geheugen ervaren we ook in het verschijnsel 'spiegelneuronen'.

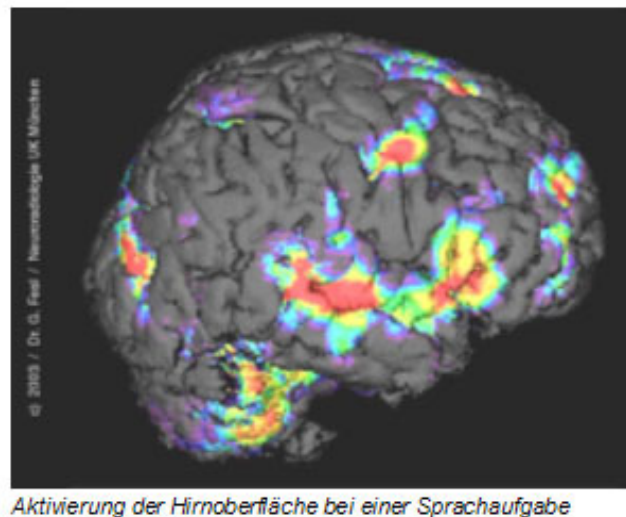


Fig. 17. Activering van de cortex bij een spraakopdracht, afgebeeld met een scanmethode die laat zien welke delen van de hersenen actief zijn bij vervulling van een opdracht. Deze scanmethode heet functionele MRI, afgekort fMRI.

Intermezzo: Spiegelneuronen

Als een dier een bepaalde activiteit verricht, bv. kijken of bewegen, dan zien we op een hersenscan in een specifiek gebied de hersenen 'oplichten' (zie fig. 17), omdat de activiteit om meer bloed vraagt, wat zichtbaar gemaakt kan worden. De neuronen in dit gebied zijn dus op dat moment actief. Als bv. een aap een pinda opraapt dan is een gebied in de motorische schors, dat boven een van de oren ligt, actief. Dit feit is al langere tijd bekend. Maar als een andere aap ziet dat de eerste aap een pinda opraapt (of zelfs al bij het gaan oprapen) gaan er in zijn hersenen op dezelfde plek in zijn motorische schors ook neuronen oplichten. Men noemt deze neuronen 'spiegelneuronen', en die zijn nog niet zolang bekend! Het gedrag dat

bij een ander dier geobserveerd wordt, wordt gespiegeld in de hersenen. Er moet dus een soort van geheugen van vroegere ervaringen aanwezig zijn, zodat herkend wordt wat een ander dier doet of gaat doen, zie [22]. Ook bij mensen kennen we dat verschijnsel, bv. bij inlevingsvermogen en medemenselijkheid.

Einde intermezzo

Na wat verteld is over de Bénardcel (gevuld met vloeistof bestaande uit vele moleculen), waarin onder invloed van een opgelegd temperatuurverschil, plotseling geordende patronen, zie fig. 8, of juist deterministische chaos kunnen ontstaan, is het aannemelijk, dat men bij de hersenen met miljarden neuronen te doen heeft met een vergelijkbaar, maar nog gecompliceerder systeem, dat met niet-lineaire dynamica zou moeten worden beschreven (als dat voor miljarden neuronen uitvoerbaar zou zijn!). Hoewel het gedrag niet kwantificeerbaar is, moet men bij de beschrijving van het gedrag van hersenen ook rekening houden met gevoeligheid voor input (begincondities) en bifurcaties, die bij dit soort niet-lineaire systemen verwacht kunnen worden. Een trouwe hond kan plotseling agressief worden, zonder dat wij een aanleiding kennen. Dit maakt de studie van de functies van de hersenen uiterst gecompliceerd.

Er zijn dus mechanismen, die reacties op bekende situaties vasthouden, een 'geheugen', vastgelegd in bepaalde neurale netwerken. Wordt zo'n neuraal patroon gemakkelijker gevormd, als dat al eens eerder aanwezig is geweest? Is dan een leerproces mogelijk, worden eerder gebruikte synapsen, inderdaad gemakkelijker overbrugd? Ontstaan dan nieuwe dendriten? Of hebben we te doen met een dynamisch proces, dat steeds door ervaringen wordt aangevuld en met de toename aan primair bewustzijn weer op nieuwe situaties kan reageren? Hoe kon dit alles ontstaan? Vragen, vragen en nog eens vragen. Alweer: we zien het, maar, ondanks de nieuwe scanmethoden, doorgronden we de werking van onze hersenen nog steeds nauwelijks of niet. We hebben slechts onze eigen hersenen om die werking te bestuderen.

De werkzaamheid van de hersenen is bij dieren al niet te overzien, bij de mens is de werkzaamheid van de hersenen nog eens belangrijk (en epi-genetisch) uitgebreid met taal, kennis, gevoelens en emoties en de gave om te combineren, plannen te maken, bedoelingen te formuleren, enz. Alweer het ontstaan van nieuwe mogelijkheden uit het bestaande.

Volgens fenomenologische studies is de geweldige uitbreiding van de werkzaamheid van menselijke hersenen vooral te danken aan de ontwikkeling van de taal, die waarschijnlijk ontstond om reële objecten, prooi of gevaren te duiden, maar waarmee uiteindelijk (via



Fig. 18. Communicatie van Jane Goodall met een chimpansee.

metaforen) ook abstracte begrippen konden worden uitgedrukt. Hoe de taal in het prille begin van de mens tot stand kwam zal wel altijd in nevelen gehuld blijven. Uit proeven met chimpansees is duidelijk geworden dat ook zij onderling communiceren en wel met gebarentaal. Zij hebben dezelfde voorouders als de mens die waarschijnlijk zo'n 6 miljoen jaar geleden leefden. Met subtiele gebaren van de handen, gecombineerd met geluiden, worden allerlei boodschappen overgebracht. Pogingen om ze te leren spreken faalden. Maar een menselijke gebarentaal, die de laatste honderd jaar door en voor dove mensen is ontwikkeld, bleek voor communicatie van en met chimpansees bruikbaar [14], deel 1, hoofdstuk 2]. Het blijkt bovendien dat de subtiele gebaren vanuit hetzelfde deel van de cortex worden bestuurd als van waaruit de mond en tongbewegingen voor de spraak worden gestuurd. Men vermoedt dat een

dergelijke gebarentaal bij mensen ongeveer 200.000 jaar geleden overging in spreektaal, tegelijk met het ontwikkelen van de eerste gereedschappen. Door de

geweldige uitbreiding van onze hersenen (zie 'de vierde dimensie' in [20]), die nodig was om de groeiende informatie-uitwisseling op vele niveaus te accommoderen, ontstonden ook nieuwe mogelijkheden van samenleven.

V-2. De evolutie van de menselijke samenleving

Het is natuurlijk ondoenlijk om dit onderwerp binnen het bestek van deze beperkte studie enigszins volledig te behandelen, ook al niet omdat mijn kennis ontoereikend is. Bovendien is de beschikbare kennis in het algemeen ook principieel beperkt, zoals dat ook het geval is bij de uitgangpunten van de natuurkunde. Daarom moet ik me baseren op een vluchtige schets van wat ik als belangrijke ontwikkelingen zie, voor zover nodig voor dit betoog.

Lange tijd leefden de vele opeenvolgende generaties van mensen voornamelijk onder abri's (overhangende rotsen) of in holen, voordat de ontwikkeling naar de moderne samenleving van mensen ongeveer 5000 jaar geleden begon met de agrarische revolutie o.a. in het stroomgebied van de Eufraat en de Tigris in het huidige Irak. Toch... wat was er al allemaal in de vele generaties voordien gebeurd! De vroege mens, geestelijk nog niet ver verwijderd van het dier, zwierf uit over de gehele aarde, op zoek naar voedsel. Door zijn ervaringen met de natuur gingen hem de zich herhalende verschijnselen, zoals dag en nacht, seizoenen, geboorte en dood, afstand en ruimte, opvallen. Die verschijnselen werden door hem herkend en daardoor 'geweten'. Hij leerde het vuur kennen en zich te verweren tegen de roofdieren en leerde al doende gebruik te maken van de mogelijkheden, die de natuur biedt om voedsel te verwerven, en vervolmaakte zijn werktuigen en wapens verder. De invloed van het eigen handelen op de omgeving en de gevolgen ervan vulden verder zijn geweten. Hij voelde vreugde en voldoening bij wat voor hem nuttig was en uit deze gevoelens ontwikkelde zich ook wat wij later 'liefde' zijn gaan noemen. Maar ook voelde hij angst voor wat niet gekend was en hem bedreigde op zijn trektocht over de aarde. Uit angst voor verlies groeide de neiging tot bezit en macht. Tot zover menen we een vrijwel continue ontwikkeling van dieren naar mensen herkennen. Bewust ervaren liefde, angst en macht waren nieuwe ontwikkelingen in de wereld van mens en dier. Drie bijzondere verdere ontwikkelingen vonden plaats bij de mens (voor zover bekend tot dan toe uniek in de schepping):

1. de mens ontwikkelde zelfbewustzijn, voelde zich zelfstandig, onderscheiden van de overige schepping, die hij ervoer en probeerde te duiden. Maar hij voelde zich toch ook een deel van die schepping.
2. de mens werd zich bewust wie hij was, omdat hij zich kon herinneren wat hij gedacht en gedaan had, hij kan niet zonder zijn 'werkgeheugen'. De in ons geheugen opgeslagen ervaringen liggen aan de basis van onze instincten, vreugde, verdriet en emoties.
3. de mens ontwikkelde zijn spraak verder tot gecompliceerde communicatie mogelijkheden, die uitmondten in een taal, die ook abstracte begrippen onder woorden kon brengen, aanvankelijk mogelijk als metaforen van bekende alledaagse voorwerpen en situaties.

Door het zelfbewustzijn kon de liefde voor de eigen groep, te midden waarvan hij zijn plaats innam, groeien. Maar er ontstond ook angst voor het verlies van dierbaren of van de positie binnen de groep. Voor andere bekende of onbekende groepen was er de angst wegens de bedreiging, die zij vormden; het begin van haat. Het was maar beter andere groepen te overheersen en zo de eigen macht te vergroten, waarmee bezit en eigen belang veilig gesteld konden worden. Dit kon weer leiden tot onderlinge agressie. Onder de indruk van de wereld om hem heen, ervoer hij alles om hem heen als bezielde (animisme). Daarnaast ontstond het geloof in een vage, vruchtbaarheid brengende, maar ook angstaanjagende en ondoorgrondelijke macht die alles om hem heen bezielde. Dit leidde uiteindelijk tot het geloof in een god of goden en in de invloed van voorouders. Zijn tempel was een eenvoudig altaar op de heuveltop, de hemelkoepel was het tempel dak. Van hieruit ontwikkelde zich de godsdienst, die gecompliceerder werd naarmate ook de menselijke samenleving gecompliceerder werd [19].



Fig. 19. De prehistorische mens.

Evenals bij de dieren is het menselijk werkgeheugen gebaseerd op de intensiteit van de individuele verbinding tussen neuronen. Deze verbinding is de elementaire eenheid van geheugenopslag. De verbinding is plastisch omdat, zoals genoemd, de hoeveelheid neurotransmitter in de synapsis zich onder invloed van de ervaringen kan wijzigen. Bovendien kan door een ingewikkeld proces van speciale enzymen en de vorming van speciale eiwitten de verbinding van neuronen blijvend worden versterkt. Verder kunnen ook nieuwe verbindingen worden gevormd. Het communicatievermogen van neuronen kan dus worden gemoduleerd en dit proces ligt aan de basis van het lange termijn geheugen (en dus ook van het leren). Door samenwerking tussen neuropsychologen en moleculair biologen is het geheugen het eerste geestelijke proces, dat begrijpelijker wordt op een niveau dat materie en geest overkoepelt [23]. De scheiding tussen materie en geest die Descartes aanbracht is daardoor achterhaald.

Dit leerproces leidde ook tot het ontstaan van abstracte begrippen als tijd, thuis, vriend, vijand, trouw, gehoorzaamheid, enz. Daardoor kwam ook de mogelijkheid van vooruitzien en plannen maken in zicht. Door de nieuwe communicatiemogelijkheden, door de spraak mogelijk gemaakt, werd samenwerken in 'organisaties' mogelijk: zoals bijv. het jagen op grote dieren, het land voor landbouw en veeteelt gebruiken en dieren domesticeren.

Doordat nu niet langer de inzet van iedereen nodig was om in het levensonderhoud te voorzien, ontstond voor enkelen de mogelijkheid zich vrij te maken om dieper na te denken over de zin van het leven. Dit uitte zich in de differentiatie van de godsdiensten, die zich op de verschillende plaatsen in de wereld ontwikkelden [19], maar ook in het ontstaan van grote samenlevingen als de Egyptische, de Sumerische, de Chinese, enz., waarvoor ingewikkelde organisaties nodig waren, bemand door specialisten. Ook groeiden de mogelijkheden om abstracte begrippen te inhoud te geven, zoals in de filosofie, de politiek, de macht, de toekomstplanning, enz. Verdere groei creëerde het beschouwende bewustzijn, dat het vermogen tot het vormen van mentale voorstellingen inhoudt: zoals het ontwikkelen van waarden en normen, van overtuigingen, van doelstellingen en strategieën. Deze mentale voorstellingen maken weer het vormen van uitgebreidere samenwerkingsverbanden mogelijk, waaruit de verschillende culturen, waaronder ook de huidige westerse samenleving, ontstonden.

In de moderne samenleving zijn grote menselijke organisaties nodig om die samenleving in stand te houden (informatie, communicatie, regeringen, industrie, transport enz.), maar ook om hem van nieuwe mogelijkheden te voorzien (innovatie). Daar is intensieve hersenactiviteit en samenwerking voor nodig. Ook een groep samenwerkende mensen zou je als een systeem kunnen beschouwen, met alle systeem eigenschappen van dien.

Een voorbeeld van een innovatieproces in de techniek mocht ik persoonlijk van nabij meebeleven. Met veel enthousiasme werkten vele mensen, opgeleid in verschillende wetenschappelijke, technische en medische disciplines, samen in een grote project organisatie. Hun opdracht was om op grond van al beschikbare kennis van de eigenschappen van atoomkernen met hun 'spin' (magnetische dipool, zie blz. 10) in statische en variabele magneetvelden en in hoogfrequent elektromagnetische velden, de mogelijkheid van diagnostische scanners op basis van kernspinresonantie (MRI) te realiseren. Grootscheepse toepassing van computertechnologie en medische applicatiekennis was daarbij onontbeerlijk. Zo'n samenwerkingsverband heeft ook systeemeigenschappen. Daarbij was een levendige uitwisseling van ideeën en expertise op een breed wetenschappelijk en technologisch gebied nodig, waardoor alle medewerkers met veel aandacht rekening moesten (en wilden) houden met elkaar en met elkaars mogelijkheden en inbreng. Ook inbreng vanuit de internationale medische wereld is nodig (Informatie uitwisseling met de omgeving). Dit is het scheppend bezig zijn van mensen (als een van de uitingen van de scheppingsmacht) om nieuwe mogelijkheden te openen. Een dergelijk project kent doorbraken en successen, maar kan ook door allerlei oorzaken mislukken (bifurcaties), voorbeelden te over (magneettrein, supersone passagiers-luchtvaart). Hoewel niet kwantificeerbaar, past dat in het beeld dat de chaostheorie (hoofdstuk III-3) oproept. De huidige succesvolle toepassing van de diagnostische scanners in de medische technologie is een voorbeeld van een samenwerking, die na veel vallen en opstaan goed is afgelopen, zoals de huidige algemene toepassing bewijst, zie fig. 5.

Dat geldt ook voor allerlei andere menselijke samenwerkingsverbanden. Een gezin kan een dergelijk samenlevingsverband zijn. Maar ook een gemeenschap van mensen, die zich organiseren op basis van godsdienst, sport, kunst of andere activiteiten. Het Rode Kruis, een regeringsteam, een leger of een verkooporganisatie zijn evenals vele andere organisaties ook als systemen te beschouwen. Die organisaties zijn ook min of meer afgescheiden van de overige samenleving (hoewel je hier niet van een membraan, maar beter van een interface of van contacten kunt spreken). De wisselwerking met de omgeving bepaalt de openheid van de structuur en daarmee de scheppende vitaliteit. Als die wisselwerking met de omgeving minimaal is kan een geloofsgemeenschap bijvoorbeeld een sekte worden, met alle gevaren van dien. Ook een politieke groepering, die qua ideeën nauwelijks uitwisseling heeft met zijn omgeving is gevaarlijk voor de samenleving (fascisme). De organisaties moeten gevoed worden (met visie en informatie) en zo nodig hun eigen componenten (mensen of ideeën) vervangen. De organisatie kan, evenals levende systemen, ook plotseling van mening of doel veranderen en tot nieuwe inzichten en idealen komen als in de omliggende samenleving iets verandert (bifurcatie). Dat gebeurde bijv. bij de contrareformatie binnen de RK kerk, als reactie op de 'afvalligen' (Luther, Calvijn en vele anderen), die zich afscheidten van de machtige RK moederkerk. Zodoende heeft elk mens (of elke groepering van mensen) bewust of onbewust, door deel te nemen aan de samenleving, deel aan het scheppingsproces. En in dat scheppingsproces zijn de verrichtingen van de mens mede het werk van de scheppingsmacht, of hij wil of niet. De eenheid van het leven is daarin herkenbaar. Ontmoet de scheppingsmacht in jezelf en in de medemens en voel je verwant aan de natuur, want:

"God, de Bron van de Scheppingsmacht, is alles en in allen".

En natuurlijk groeide de behoefte om de omringende natuur te leren kennen en te beschrijven, zonder allerlei mythologische verklaringen uit het verleden: de motor uiteindelijk van de moderne wetenschap. In het eerste deel van deze zoektocht zagen we, dat wetenschappelijk verklaren meestal niet betekent 'begrijpen', maar dat we modellen vormen, die de werkelijkheid zo goed en zo breed mogelijk beschrijven en zelfs aanleiding geven tot nieuwe voorspellingen. Een mooi voorbeeld van zo'n proces is het ontstaan van het standaard model voor elementaire deeltjes, waarin deeltjes werden voorspeld, die later experimenteel inderdaad bleken te bestaan, zoals het Higgs deeltje [6]. Op basis van die modellen ontwikkelde zich de techniek met zijn zegeningen maar ook met zijn gevaren, zoals die van de kernfysica en de zich steeds verder ontwikkelende biotechnologie. Zodoende ontplooidde de begaafde mens zoveel inzicht en

mogelijkheden, dat hij zijn milieu en zijn situatie daarin kon beïnvloeden. Hij had gegeten van “de boom der kennis van goed en kwaad” (Gen. 3:1-19). Kan hij de verantwoording daarvoor dragen?

Met zijn beschouwende bewustzijn en zijn kennis werd de mens zelf een uitvoerend orgaan van de scheppingsmacht en als zodanig dus medeverantwoordelijk voor de zich verder ontwikkelende schepping en ook voor de samenleving.

In onze tijd zijn milieu- en voedselvraagstukken, energie vraagstukken, globalisering en politieke en godsdienstige conflicten een geweldige uitdaging voor de wereldsamenleving. Zullen we die problemen kunnen pareren?

VI. De evolutie van de liefde

We hebben gezien, dat zeker niet alles wat door het zelfverwerkelijkingproces van de scheppingsmacht in de natuur en de samenleving ontstond, zonder meer in de al bestaande schepping en de ontwikkeling daarvan kon worden ingepast, afhankelijk van het al of niet positieve effect, dat de nieuwe ontwikkelingen hebben. Er zijn zowel natuurrampen als rampen die door mensen worden veroorzaakt. Bij natuurrampen, waaronder we ook de lichamelijke ziekten rekenen, moet de mens zich proberen aan te passen en samen met anderen de problemen zoveel mogelijk pareren door waarneming en onderzoek en daaruit maatregelen te destilleren om het lijden verzachten. Dat gebeurt al op allerlei manieren in de praktijk: bij ziekte, dood, hongersnood, overstromingen, vulkanisme, enz. zijn er altijd mensen die zich inzetten om de nood te lenigen. Dit gevoel van medeleven en medeverantwoordelijkheid is op zichzelf weer een scheppingswonder en uit zich niet alleen in directe zorg voor de medemens, maar ook in het ontwikkelen van hulp- en waarschuwingssystemen.

De bewuste, scheppende mens is altijd medeverantwoordelijk voor de bestaande situatie in de wereld en de samenleving. Dat wat hij toevoegt aan nieuwe ideeën en ontwikkelingen, maar ook aan emoties en gevoelens, kan naast vele mooie resultaten de medemens ook al of niet bewust schade toebrengen, zowel in kleine kring als in een groter geheel. De politieke, godsdienstige, sociale- en filosofische constructies, maar ook de vele conflicten, die eeuwenlang het (groeps)denken en gevoelens van mensen, bevolkingsgroepen, van naties of zelfs van werelddelen beïnvloedden, getuigen hiervan tot op wereld niveau. Het is vaak een strijd tussen het uit vroeger tijden geërfd overlevingsinstinct (met behoud van het verworvene, zoals bezit en macht) enerzijds en medemenselijkheid en inlevingsvermogen in de situatie van de medemens anderzijds (een dynamisch evenwicht). Ook in kleine kring ontstaan naast mooie tussenmenselijke verhoudingen vaak ook grote problemen in het samengaan. Hoe kunnen we deze grote en kleine problemen, die we in het vervolg het ‘kwaad’ zullen noemen (hoewel we ze zelf veroorzaken) aanpakken?

VI-1. Empathie

Empathie, compassie, staat voor inlevingsvermogen en medemenselijkheid. Het is een al in de prehistorie ontstaan gevoel dat van waarde kan zijn in de strijd tegen het kwaad. Daardoor kan een wankel (dynamisch) evenwicht tussen het goede en het kwaad worden bewerkstelligd of behouden. In analogie met de systeemtheorie in hoofdstuk III-1, zouden we van ‘terugkoppeling’ kunnen spreken. Empathie was er al in rudimentaire vorm in de dierenwereld, nodig voor gezamenlijke overleving. Al vele jaren vóór de geboorte van Jezus werd de mens zich van het belang van empathie bewust. Eerst volgt nu een korte schets van de ‘ontdekking’ ervan.

De Ariërs waren oorspronkelijk rustige nomaden, die hun goden offerden, zodat die de orde in de schepping konden bewaren. Aan die rust kwam ongeveer 1200 vóór Chr. een einde toen ze de beschikking kregen over strijdwapens en gedomesticeerde paarden. Een deel van de Ariërs begon op gewelddadige wijze vee en suma (een hallucinerende plant) te roven bij de burenen. Hun offers werden wilde offerfeesten met zwelgpartijen en dronkenschap ter aanbidding van hun oorlogsgod Indra. Al rovend trokken ze steeds

verder naar het Oosten, totdat ze via de Punjab heel India gingen domineren. Vanaf ongeveer 900 v Chr. gebeurt er iets merkwaardigs: de priesters verlegden de inhoud van het offer: de verovering van nieuw land werd vervangen door de verovering van het eigen innerlijk. Daarbij werd het diepste 'zelf' ontdekt, dat bevrijd is van de eigenschappen van het oppervlakkige ego: begeerte, angst, pijn en zelfs dood. Die bevrijding bereikt men door meditatie en yoga (dat oorspronkelijk het inspannen van paarden voor de strijdwegens betekende). Maar Boeddha merkte op dat enkele dagen na het ervaren van bevrijding de begeerte weer terug was en zocht verdere verdieping. Hij begon door de 5 verboden op negatief gedrag, namelijk niet stelen, niet liegen, geen geweld plegen, geen seks en geen roesmiddelen door hun positieve pendant te vervangen. Bijvoorbeeld: 'geen geweld' werd vervangen door 'je tegenover iedereen en alles vriendelijk gedragen en liefdevolle gedachten opwekken'. Hij vulde zo zijn geest met mededogen en verlangen naar het welzijn van alle mensen. Daardoor leerde hij mee te lijden met het leed van andere mensen. Zonder de bijdrage van vele anderen te vergeten kan dit (schematisch) gezien worden als het begin van bewuste empathie. Hij formuleerde een 'Gulden Regel', namelijk: "Iemand die zijn Zelf liefheeft, kan het Zelf van de medemens geen kwaad berokkenen". Een prachtig en veel gedetailleerder relaas over deze ontwikkelingen is te vinden in het boek: "De Grote Transformatie" van Karen Armstrong [1].

Intermezzo: Terug naar de spiegelneuronen

Niet alleen als we iets zien gebeuren, maar ook als we de gemoedstoestand uit iemands gedrag aflezen zullen bij ons spiegelneuronen 'oplichten'. Wel blijkt dat alleen gespiegeld wordt wat we naar onze eigen ervaringen kunnen vertalen. Als dansers naar andere dansers kijken reageren hun spiegelneuronen veel sterker dan bij niet-dansers. Spiegelneuronen zijn dus betrokken bij het inlevingsvermogen. En het inleven in de gevoelens van de ander kan tot medeleven leiden en bij pijn of verdriet tot de behoefte te troosten. Het blijkt zelfs dat we op het gedrag van anderen kunnen anticiperen. Je kunt je spiegelneuronen trainen door je gedrag en beleevingsrepertoire uit te breiden en te verdiepen. Hoewel Boeddha van dit alles niets kon weten heeft hij de empathie in eigen innerlijk ontdekt en toegepast. Na zijn verlichting heeft hij nog 40 jaar anderen met zijn verworven inzichten geholpen.

Einde Intermezzo

In China en het Midden-Oosten vond bijna gelijktijdig een vergelijkbare ontwikkeling plaats. In de geschiedschrijving heet het tijdsdeel waarin de empathie, compassie, bewust beleefd werd (500 – 200 voor Chr.) de 'Spiltijd' of 'Achszeit' [1]. Bij Confucius in China herkennen we dezelfde 'Gulden Regel' als bij Boeddha, iets anders verwoord: "Wat u niet wilt wat u geschiedt, doe dat ook een ander niet", een versie die ons in de moderne tijd bekender voorkomt dan de formulering van Boeddha. Zowel Boeddha als Confucius hadden weinig behoefte om over God of goden te spreken. Hieruit blijkt een horizontale motivering van de medemenselijkheid in de samenleving. Alle huidige grote wereld godsdiensten vonden in de Spiltijd hun oorsprong en voeren medemenselijkheid in hun vaandel. Naast deze nieuwe ontwikkelingen bleven de uit vroeger tijd overgeleverde persoonlijke goden en hun beelden en tempels nog steeds een belangrijke plaats in al die godsdiensten.

VI-2. Onze wisselwerking met het grote geheel

Het bewustzijn, zowel bewust als onbewust, wordt permanent beïnvloed door ervaringen met de omringende natuur en de samenleving en is dus geen vastliggende entiteit. Hoewel de neuronen in de hersenen in het algemeen niet vervangen worden, worden wel de neurale netwerken, zoals eerder vermeld, steeds weer aangepast (door nieuwe verbindingen, dendrieten) aan nieuwe externe omstandigheden en de daardoor ontstane neurale netwerken zijn dan weer gecorrigeerd met nieuwe ideeën, inzichten en gevoelens. Door wisselwerking met alles en allen om ons heen zijn wij in contact met het grote geheel van de samenleving.

Zo kan het ook gebeuren dat op niet-traceerbare wijze parallelle ontwikkelingen ontstaan. Het is bijvoorbeeld een bekend verschijnsel in de wetenschap, dat nieuwe ideeën en ontwikkelingen vaak, schijnbaar onafhankelijk van elkaar, op meerdere plaatsen tegelijk ontstaan. Schijnbaar, want wetenschappers kennen dezelfde algemene

literatuur en ook de laatste ontwikkelingen via onderlinge contacten (brieven, bezoeken, vakliteratuur, congressen, internet), zodat er altijd informatie-uitwisseling met het grotere geheel van hun vakgebied is. Dat duidt op een onderlinge samenhang, die natuurlijk niet alleen in de wetenschap aanwezig is, maar ook in de samenleving als geheel (kranten, boeken, TV, internet). Vroeger werd ervan gezegd: "Gods Geest zweeft over de wateren", wat duidt op een samenhangend geheel.

Samenlevingsvormen doen denken aan de eerder besproken open systemen in dynamisch evenwicht, waarbij de uitwisseling met de omgeving nu naast materie en energie ook informatie omvat. Met de daarbij behorende niet-lineaire eigenschappen kunnen dus zowel ordening als plotselinge veranderingen (bifurcaties) in denkbeelden en reacties optreden.

Dat kan vernieuwing mogelijk maken, maar helaas ook vernietiging. Ligt hier de oorzaak van de wonderlijke reacties, verrassende innovatieve ingevingen en ook stemmingswisselingen (*Himmelhoch jauchzend, zum Tode betrübt*), die in het menselijk denken vaak optreden en die ik ook in mezelf ontmoet? Dat is moeilijk per geval na te gaan, omdat we ons vaak nauwelijks realiseren dat we eerder iets in ons onbewuste geheugen (de ziel?) hebben opgeslagen. Het chaotische gedrag (overgevoeligheid voor interne en externe omstandigheden) van een open systeem manifesteert zich hier.

Zelfs bij de ontwikkeling van de natuurwetenschap staan de wetenschaps- filosofen en -historici vaak voor raadsels en kunnen ze de voortgang moeilijk verklaren. Men spreekt dan van serendipiteit, vinden wat je *niet* zocht, zie referentie [24]. Bij de meer fundamentele bestudering van onze hersenen (hoe werken ze precies en in detail) kan men niet objectief experimenteren zonder het subject te beïnvloeden. Hebben we zoiets ook niet eerder bij de kwantummechanica ontmoet? Bovendien beschikken we alleen over onze eigen hersenen om hersenen te bestuderen en die schieten dus per definitie tekort. Een fenomenologische benadering blijft natuurlijk altijd mogelijk, die levert dan nuttige ervaringskennis, maar geeft geen model dat kan dienen als uitgangspunt voor verdere studie. Als bijvoorbeeld ons waakbewustzijn tijdens de slaap niet actief is kunnen de meest verrassende en onlogische combinaties van vroegere ervaringen, fantasieën en angsten ontstaan in onze dromen. Hoe ontstaan die rare combinaties? Als de opbouw van onze hersenen, bijv. na een herseninfarct, verandert, zijn de gevolgen vaak dramatisch door het uitvallen van functies en door verandering van het karakter. Ook kunnen vroegere ervaringen en indoctrinatie als begincondities van de ontwikkeling van de hersenen op latere leeftijd grote invloed uitoefenen.

Er gebeurt zoveel in het menselijke brein, dat het aantal mogelijke ontwikkelingen, die met een nieuwe verrassende gedachte beginnen of door beïnvloeding van buiten worden gestimuleerd in onze hersenen, vrijwel ongelimiteerd is. En welke van die ontwikkelingen dan voor de schepping als geheel, of voor de medemens (onze naaste) aanvaardbaar of nuttig zijn, is niet op voorhand te zeggen. Zowel het goede als het kwaad zijn inherent aan ons handelen.

Wat over de wisselwerking van individuele mensen en hun bewustzijn is gezegd geldt ook voor groeperingen van mensen, zoals volkeren, religieuze groeperingen, organisaties, enz. Ook hier bestaan groeperingen van mensen, die op allerlei manieren in wisselwerking met de omgeving staan en dus ook 'chaotische' eigenschappen kunnen vertonen. Ook die groeperingen moeten zich steeds weer waarmaken in hun omgeving (selectie), ook na 'bifurcaties'. Het communisme bijvoorbeeld bleek te beperkt en uiteindelijk niet aangepast aan het menselijk benemen. Het bracht dus niet de oplossing voor een meer menselijke samenleving en moest, net als de andere grote 'idealistische' stromingen van de vorige eeuw, verdwijnen.

Al zoekend en reagerend op de consequenties van wat we beslissen, moeten er waarden ontstaan, waaruit de nuttige en nodige tijd overeenkomstige wetten en normen kunnen worden gedistilleerd. Dat geldt voor het beheer van de natuur, het gebruik van de natuurlijke bronnen, maar zeker ook voor menswaardige samenleving. De transformatie van waarden in de Spiltijd als reactie op de toenmalige gewelddadige en agressieve samenleving is voor ons een voorbeeld. In onze tijd met ver ontwikkelde technologie

kunnen natuur en samenleving de moderne uitdagingen van globalisering, energieschaarste, klimaatverandering (voor zover door mensen te beïnvloeden), globalisering en massavernietigingswapens nauwelijks aan. Er is dus ook nu weer zo'n 'Spiltijd transformatie' (of met een moderne term uit de bedrijfskunde 'het kantelen van de matrix') nodig.

Waar vinden we in de moderne samenleving de fundamentele waarden, waarop we ons denken en handelen kunnen baseren? Op wie of wat kunnen we ons richten met ons verlangen naar vrede en geluk voor allen in een zich via niet-lineaire (vaak instabiele) processen ontplooiende natuur en menselijke samenleving?

In onze tijd zijn normen en waarden en ethiek nodig, maar niet voldoende. Ook moet een nieuwe globale wetenschap ontstaan, die meer vat kan krijgen op het zeer complexe systeem dat de aarde is, in wisselwerking met haar omgeving in het universum. Het aantal parameters is zo groot en gedeeltelijk onbekend, dat samenwerking van alle wetenschap disciplines onmisbaar is. Mogelijk kan het aantal beschrijvende parameters worden verminderd door grote subsystemen te beschrijven met enkele globale fenomenologische eigenschappen. Dat zou kunnen resulteren in betere voorspellingen van de ontwikkeling van de kennis van moeder aarde als geheel en in betere strategische voorstellen op wereldniveau, brengt Big History uitkomst [15]?

VI-3. De macht van de liefde

Men probeert het kwaad te ondervangen door wetten en normen te formuleren, een zeer vroeg voorbeeld vormen de wetten van Hamurabi (van 1795 – 1750 vChr. koning van het oude Babylonische rijk). Je zou dat weer een vorm van tegenkoppeling op het kwaad kunnen noemen. Maar wetten worden geformuleerd op beperkt inzicht in een complexe samenleving die bovendien aan verandering onderhevig is. Daarom moet men zoekend zijn weg gaan en zo nodig bijsturen. Dat moet je dan durven en je niet aan dogma's vastklampen.

In onze westerse samenleving, met de klassieke en joods-christelijke culturele achtergrond, wordt vaak gekozen voor het levensvoorbeeld van Jezus, met zijn onvoorwaardelijke liefde voor alles en allen. Die liefde heeft voor Jezus een basis: zijn wet was: "Heb God lief boven alles en uw naaste als uzelf". Zijn naastenliefde was dus verbonden met de liefde voor zijn God, en was daardoor niet alleen horizontaal gericht op de medemens, zoals bij Boeddha, maar had ook een verticale component gericht op het hogere. Daardoor kon die liefde universeel zijn, gericht op alles wat in de schepping aanwezig is, inclusief de medemens met zijn vaak agressieve gedrag. Die universele (onvoorwaardelijke) liefde willen we dan kiezen als de fundamentele waarde, waarop we ons denken en handelen willen baseren.

Dat is voor velen niet een voor de hand liggende keuze uit de joods-christelijke erfenis. De Bijbel is door mondelinge overdracht en vele latere aanpassingen zeer ondoorzichtig en historisch nauwelijks te verifiëren [3]. Wat wij van Jezus weten is pas jaren later door zijn volgelingen opgeschreven, mede beïnvloed door de Romeins-Griekse cultuur en ten midden van vele andere godsdiensten in het Romeinse Rijk, waarin men voorzichtig moest zijn met wat men schreef. Zo kon dus ons zicht op Jezus' ware bedoelingen vertroebelen. Ook nu nog wordt door de christenen gekozen voor het dogma van gehoorzaamheid aan een persoonlijke God, die zijn Zoon stuurde als zoenoffer voor onze zonden, of voor de strenge rechtvaardige God van het oude testament met de dreiging van hemel en hel. Die ideeën kwamen vrijwel zeker niet van Jezus zelf, hij sprak over het Koninkrijk Gods dat binnenin een ieder is. De dogmatische opvatting is, zoals al gezegd in hoofdstuk II, moeilijk verdedigbaar door het toenemend inzicht in het scheppingsproces. Men moet zich dan beroepen op geloof.

Jezus heeft nooit een definitie van universele liefde in zijn algemeenheid gegeven. Dat kan ook niet want het begrip is te veel omvattend en heeft in de praktijk vele facetten, die bovendien aan tijd en plaats gebonden zijn. In plaats daarvan gaf hij met zijn levenshouding, in gelijkenissen en in de Bergrede (Matth. 5, 1-12, zie fig. 20) talloze voorbeelden van hoe dezelfde liefde gestalte krijgt in allerlei situaties. Zo verving hij in

zijn Bergrede de vele regels waaraan een mens volgens de wet (Thora) moest voldoen door de onderliggende waarden van naastenliefde, trouw, troost, begrip, zorg, verdraagzaamheid, medeleven, verzoening, voorzienigheid, waardering en hoogachting voor de medemens. Hij zei ook: "Wie mij ziet, ziet de Vader", een uitspraak die aangeeft welke eigenschappen hij zijn God toekende en getuigt van zijn medeverantwoordelijkheid in de schepping. Was die 'Vader' de joodse god Jahweh of had hij, zoals sommigen beweren, een aan de gnostiek verwant godsbeeld?



Fig. 20. Bergrede, Paneel in de deur van de Kathedraal van Sibenik, Kroatië.

De daden, leringen en gelijkenissen van Jezus ervaren wij als de essentie van zijn evangelie dat zich vooral als verwerkelijking van zijn universele liefde uitte. Een liefde die in principe door ieder mens opgebracht kan worden, zij het met grote inspanning. Deze liefde uit zich op vele manieren in de samenleving en geeft de scheppingsmacht een menselijke component. De daaruit ontstane creatieve mogelijkheden vatten we samen onder de uitdrukking 'de Liefdemacht', die als menselijke verantwoordelijkheid, naast de vele andere mogelijkheden van de scheppingsmacht, aanwezig is. Er is echter wel een essentieel verschil met de denkwereld van Jezus zelf en hen die niet meer in een persoonlijke God kunnen geloven, die dus geen transcendente 'Vader' ervaren. De motivatie van hun liefde berust op de dankbaarheid deel te mogen uitmaken van het grote geheel van de schepping, met al zijn mogelijkheden, maar ook zijn gevaren. Die dankbaarheid, met als religieuze achtergrond de bewondering voor de immanente scheppingsmacht, inspireert velen de schepping, onszelf en anderen te dienen en zo eraan bij te dragen dat zoveel mogelijk medemensen een duurzaam, productief en gelukkig leven kunnen leiden. Dat in liefde werken aan een menswaardige wereld is abstracter dan het gehoorzamen van een persoonlijke God, en vereist geestelijke volwassenheid, die ook nog moet kunnen steunen op inspiratie door gelijkgestemden.

De scheppingsmacht is ambivalent (niet in principe ethisch, volgens onze menselijke begrippen) en vernieuwingen in samenlevingsvormen moeten, net als in de evolutie van het leven, een plaats vinden in de bestaande situatie en zich aanpassen. Naast alle ontwikkelingen in samenlevingsvormen, kunst, cultuur, wetenschap en techniek ontstaan in de menselijke samenleving helaas ook haat, oorlog, terreur, vernedering, pesten, moord, enz. Ook plegen we roofoverval op de mogelijkheid van de planeet aarde om ons allen te voeden, van energie te voorzien en het milieu te beschermen, zodat door catastrofale ontwikkelingen onze planeet onbewoonbaar zou kunnen worden. Daardoor zal de scheppingsmacht een dynamisch evenwicht in het systeem 'aarde' als geheel

moeten gaan vormen, zoals we leerden bij open systemen. Door de gecompliceerdheid van dat systeem zullen wij, mensen, veel meer moeten leren over een holistische beschrijving ervan, waar alle wetenschappelijke disciplines, van natuur- tot menswetenschappen, bij nodig zijn. Als mens zijn wij daar, zoals gezegd, zelf medeverantwoordelijk voor als een uiting van universele liefde.

Hoewel de scheppingsmacht niet volledig te omschrijven is en zich in ons communicatie- en computertijdperk anders toont dan in het Romeinse keizerrijk tijdens het leven van Jezus of in de middeleeuwen, is er toch een 'ingebouwd' menselijk gevoel (gnostisch?), dat aangeeft wanneer we de universele liefde inderdaad gestalte geven met ons doen en laten. En dat gevoel, die intuïtie, moet verder ontwikkeld worden. Het blijven werken aan de universele liefde vereist continue aandacht en vindingrijkheid om op positieve wijze aan het scheppingsproces deel te hebben. Daarbij moeten wij elkaar inspireren. Het is dan ook niet het werk van één mens alleen, het is een gezamenlijke verantwoording tot op wereldniveau, die echter wel in de tijd passende inspiratiebronnen nodig heeft.

Daarom is het nodig om elkaar steeds weer op de vele verschillende aspecten van die universele liefde te attenderen en het is weer een scheppingswonder, dat er altijd mensen zijn, die in de ontplooiende situaties en tijden zich daarvoor willen inzetten. Daarin vinden we een inspirerend antwoord op onze zoektocht naar de bron van de scheppingsmacht, die we ook als Liefdemacht in de natuur, in onszelf en in de medemens mogen ontmoeten.

In onze moderne tijd beleven we hoe het voorbeeld van medeleven en inlevingsvermogen op vele plaatsen in praktijk wordt gebracht, zie de vele hulporganisaties en de individuele inspanningen om het leed van anderen te verzachten. Maar ook nu leven we weer in een chaotische wereld met veel geweld en conflicten. Een wereld ver buiten statisch evenwicht, die daardoor ook instabiel (chaotisch) kan worden. Velen lijden onder die situatie. Bovendien zijn er nieuwe ontwikkelingen, die uitbreiding van de Gulden Regel noodzakelijk maken. Na de Tweede Wereldoorlog is een technologische ontwikkeling op gang gekomen, die de wereld 'kleiner' maakt (*The Global Village*) en zodoende de onderlinge afhankelijkheid groter maakt. De nieuwe communicatie- mogelijkheden maken iedereen deelgenoot van de gebeurtenissen elders op de wereld, waardoor de verschillen op allerlei gebied en ongelijke verdeling van de macht en de welvaart pijnlijk zichtbaar worden. Meer mensen eisen een evenredig aandeel in de beschikbare welvaart. Maar er zijn grenzen aan de groei van de welvaart, de aarde heeft een eindige capaciteit om het leven en het gebruik aan grondstoffen en energie te onderhouden en aan te vullen. Ons gebruik aan fossiele energie overtreft nu al het herstellvermogen van de aarde en kan het klimaat, dat toch al onderhevig is aan inherente schommelingen, die we nauwelijks kunnen verklaren, verder uit evenwicht brengen. De welvaart gelijkmatig verdelen kan met ons korte termijn en historisch gevormd, egocentrisch en regionaal denken nauwelijks. Kan er op tijd een alternatief gevonden worden voor deze dilemma's, of moet dat uitgevochten worden met de beschikbare afschrikwekkende wapens?

Mondiale organisaties, die zulke problemen aanpakken zijn bijzonder moeilijk te organiseren en in stand te houden in een wereld waar eigenbelang, en niet het universele belang, nog regeert. De zwakte van o.a. de Verenigde Naties illustreert dat. Toch zijn er ook hoopvolle vormen van mondiale samenwerking, zowel politiek als wetenschappelijk. Ook daarbij werkt de Liefdemacht als katalysator: zorg voor de toekomst.

De Gulden Regel van de oude zieners was: "wat u niet wilt dat u geschiedt, doe dat ook een ander niet". In onze tijd van globalisering moet die regel aangevuld worden met "Is alles wat ik onderneem van zodanig niveau dat ik nu en in de toekomst de kwaliteit van de natuur en het (samen)leven met anderen dien?"

De huidige religies met hun supranationale organisaties zouden dat in hun vaandel kunnen schrijven, in plaats van elkaar bestrijden op dogmatische geschillen. Net als in de Spiltijd zou zo'n nieuw inzicht in de harten geschreven kunnen worden en uiteindelijk ook de politiek en de economie bereiken. Er is wel minder tijd beschikbaar dan in de

eerste Spiltijd. We kunnen ons niet permitteren ons geloof in de liefde te verliezen en onze bijdrage aan een menswaardige wereld op de lange baan te schuiven.

Slotbeschouwing

De bron van de scheppingsmacht kan de mens niet op grond van zijn op aarde gegroeide intellect niet bevatten. Dat intellect is immers binnen de beperking van onze ervaringen op aarde gegroeid (moderne waarnemingsmethoden inbegrepen). De werken van de immanente scheppingsmacht worden wel door de mens ervaren in de evoluerende schepping. Daarbij kan men een aantal scheppingsprincipes, van de scheppingsmacht onderkennen. Principes, die zowel in de natuurwetenschappen als in de ontwikkeling van het leven en de samenleving kunnen worden herkend. De schepping evolueert vooral door nieuwe combinaties te vormen van het al bestaande, waardoor nieuwe mogelijkheden worden geopend. Dat geldt ook voor de menselijke mogelijkheid en verantwoordelijkheid om universele liefde gestalte te geven, als creatieve activiteit in de samenleving en als tegenkoppeling van het kwaad. Daarmee draagt de mens bij aan het welzijn en de ontplooiing van zijn naasten, zowel in kleine als in grote kring. We zien dat de (noodzakelijke) hulp, die uit zorg voor de medemens wordt georganiseerd, omvangrijk is geworden door de offergezindheid van velen. Wij, mensen, staan echter ook voor de taak de wereldwijde problemen en conflicten, waarmee we geconfronteerd worden op passende wijze aan te pakken en daarmee de verdere evolutie naar een menswaardige wereld positief te beïnvloeden. Daarvoor zullen veel nieuwe technische, organisatorische en politieke methoden ontwikkeld moeten worden, wanneer de omstandigheden er nu of in de toekomst om vragen. Ook daarbij zal de universele liefde onontbeerlijk zijn. Dat moeten we durven geloven, want dat geloof behelst ook het geloof in het goede in onszelf en in de medemens, ondanks teleurstellingen. We kunnen niet rekenen op hulp van 'buiten' of van 'boven', het is ons deel van de medeverantwoording die we voor de evolutie van onze mooie wereld en de samenleving dragen. Zo moeten wij als mens de scheppingsmacht gestalte geven.

Het is in deze tijd met veelal negatieve berichtgeving moeilijk om voor ogen te houden wat er allemaal wel goed gaat. Maar ondanks goede bedoelingen kunnen we toch ook in de problemen komen. De samenleving in groter of kleiner verband heeft eigenschappen, die doen denken aan open systemen in wisselwerking met de omgeving en toont 'chaotische' eigenschappen. Bovendien kunnen onze bedoelingen door eigenliefde, hebzucht of nationalisme worden beperkt tot onszelf of een beperkte groep. We hebben dus universele waarden nodig, die ons helpen een betere en meer zinvolle bijdrage aan de samenleving te kunnen leveren. Die vinden we in het liefdesevangelie van zieners zoals bv. Boedha, Jezus, Ghandi en Mandela, maar daarbij is wel een in onze tijd geldende interpretatie van de problemen nodig. Het is een scheppingswonder dat er ook nu weer steeds mensen zijn die zich daarvoor willen inzetten. Op allerlei manieren wordt het liefdesevangelie bewust of onbewust inhoud gegeven, van pogingen om politieke conflicten te stabiliseren of zelfs op te lossen, tot hulp aan de nooddriftige medemens en tot het werken aan goede verhoudingen in eigen kring. Daarmee werken we mee aan een menswaardige wereld, gebouwd door wereldwaardige mensen.

Dankwoord

Met dank aan allen, die in de loop van jaren eerdere versies van dit document na lezing van commentaar hebben voorzien, zodat deze versie van het document belangrijk verbeterd kon worden. Een aantal lezers wil ik speciaal noemen n.l. Wim Beverloo, Willem Hirs, Piet van der Kruit en Albert-Jan Scheffer voor vele correcties, opmerkingen, tegenspraak en aanvullingen en mijn broer Wim Vlaardingerbroek bovendien voor veel leerzame discussies, waarvan er enkelen vrijwel letterlijk in dit opstel zijn opgenomen. De gesprekken met de leden van de gespreksgroep Quo Vadis hebben eveneens vele verduidelijkingen, aanvullingen en correcties opgeleverd.

Referenties

- [1]. Karen Amstrong, *Het Begin van onze Religieuze Tradities*, De Bezige Bij, Amsterdam, 2005.
- [2]. J. Slavenburg, *De Verloren Erfenis*, Ankh-Hermes, Deventer, 1993, ISBN 90-202-5597-5.
- [3]. M.T. Vlaardingerbroek, *De Bijbel, Bron van Inspiratie*, www.apgen.nl/verdieping/10-5
- [4]. Zie: www.Apgen.nl
- [5]. M.T. Vlaardingerbroek and J.A. den Boer, *Magnetic Resonance Imaging*, Springer-Verlag, 2003, ISBN 3-540-43681-2.
- [6]. Gerard 't Hooft, *Bouwstenen van de Schepping*, Prometheus, Amsterdam 1992, ISBN 90-5333-081-x.
- [7]. Steven Hawking, *Het Universum*, Bert Bakker. Amsterdam 2001, ISBN 90-351-2364-6.
- [8]. Steven Weinberg, *The First Three Minutes*, Flamingo, London 1993. ISBN 0.00.654024.4.
- [9]. Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, Hutchinson Radius, London, 1993. ISBN 0-09 1773954.
- [10]. Brian Greene, *The Elegant Universe*, Random House, New York, 2000, ISBN 0-375-70811-1.
- [11]. E. Laszlo, *Kosmische Visie, Wetenschap en het Akasha Veld*, Ankh-Hermes, Deventer 2004, ISBN 90-202-8359-6.
- [12]. Fritjof Capra, *The Web of Life*, Flamengo, London 1997. ISBN 0.00.6547516.
- [13]. James Gleick, *Chaos, Making a new Science*, Penguin Books, New York, 1987. ISBN 0 14 00.9250 1.
- [14]. Fritjof Capra, *De Eenheid van Leven*, Kosmos, Utrecht/Antwerpen, 2002. ISBN 90 215 3249 2.
- [15]. Fred Spier, *Big History and the future of Humanity*, Wiley/Blackwell 2011. ISBN 978/1/4443/2350/4.
- [16]. Henk Tennekes, *De Vlinder van Lorenz*, Kon. Bibliotheek Den Haag, 1990. ISBN 90 6834 064 6.
- [17]. I. Prigogine en I. Stengers, *Orde uit Chaos*, Bert Bakker, Amsterdam 1993. ISBN 90-351 0959-7.
- [18]. J.D. Fast, *Materie en Leven*, Spectrum, Utrecht/Antwerpen, 1982,
- [19]. *Handboek van de Wereldgodsdiensten*, Red. R. Pierce Beaver e.a., Voorhoeve, Den Haag, 1983. ISBN 90-297-0720-8.
- [20]. Eva Jablonka & Marion J. Lamb, *Evolution in Four Dimensions*, MIT Press Cambridge, Mass, 2005. ISBN 0 262 10107 6.
- [21]. Bill Bryson, *Een kleine geschiedenis van bijna alles*, 2006, ISBN 90 450 1474 2.
- [22]. Margriet Sitskoorn, *Het Maakbare Brein*, Bert Bakker, Amsterdam 2007, ISBN 978 90 3561 3036 4.
- [23]. L.R. Squire and E.R. Kandel, *Geheugen, van Molekulen tot Geest*, Wetensch. Bibl., Maastricht, 2000. ISBN 90.730.35.99-6.
- [24]. Louis Boon, *De List der Wetenschap, Variatie en Selectie: Vooruitgang zonder Rationaliteit*, Ambo, Baarn 1983, ISBN 90-263-0620-2.

© M.T. Vlaardingerbroek
E-mailadres: rvlbroek@planet.nl

Dr. Ir. M.T. Vlaardingerbroek promoveerde in 1959 op een studie van actieve componenten voor communicatie systemen, een werkterrein dat tot 1985 zijn activiteit gebied zou blijven en dat verder werd uitgebreid met lasers voor optische communicatie. Daarna verlegde hij zijn wetenschappelijke belangstelling naar het ontwerpen en realiseren van MRI systemen. Na pensionering in 1991 droeg hij bij aan het onderwijs van het toen nieuwe vakgebied, MRI. Het verband tussen de ontwikkeling van het godsbegrip in Het Apostolisch Genootschap en de ontwikkelingen in de moderne natuurkunde heeft gedurende vele jaren zijn belangstelling getrokken. De neerslag daarvan is vastgelegd in deze studie van het scheppingsproces.