

WETENSKAPSLEER (WNR311) VIR FISIKA EN CHEMIE- 2002

Prof P. H. Stoker

INHOUDSOPGAWE

BLADSY

HOOFSTUK 1. WETENSKAPSLEER VIR FISIKA EN CHEMIE IN KONTEKS

1.1 Inleiding	3
1.2 Kosmiese wetsorde	4
1.3 Die ontstaan van wetenskap in antieke Griekeland	5

HOOFSTUK 2. WYSGERIGE BEGRONDING VAN DIE NATUURWETENSKAPPE

2.1 Die religieuse grondmotief van die Griekse denke	7
2.2 Die ontstaan van die Griekse wysgerige denke	8
2.3 Die Griekse wysbegeerte	8
2.4 Die Joods-Christelike wêreldbeeld	11
2.5 Thomas van Aquino (1225 - 1274) en die Renaissance	12
2.6 Die Kopernikaanse revolusie	12
2.7 Moderne natuurwetenskap	14
2.8 Descartes (1596-1650)	15
2.9 Kort notas oor kwantifisering en 'natuurwette'	16

HOOFSTUK 3. TEGNIEK EN VORMING VAN TEGNIESE WETENSKAP

3.1 Die Griekse denke en tegniek	17
3.2 Wat verstaan ons met die woord <i>tegniek</i> ?	17
3.3 Geskiedenis van die tegniek	17
3.4 Die moderne tegniek en die tegniese wetenskap	18

HOOFSTUK 4. MODERNE DENKRAAMWERKE

4.1 Rasionalisme	20
4.2 Materialisme	20
4.3 Die meganistiese wêreldbeeld	20
4.4 Empirisme	21
4.5 Klassieke funderingsdenke van John Locke (1632 - 1704)	22
4.6 Auguste Comte (1798 - 1857)	23
4.7 Humanisme en Postmodernisme	23

HOOFSTUK 5. KENNIS EN ERVARING

5.1 Analiserende en abstraherende denke	24
5.2 Kennisleer	24
5.3 Menslike kennis en ervaring	24
5.4 Konkrete en teoretiese kennis	25
5.5 Die aard van ervaring	26
5.6 Die gerigtheid van teoretiese kennis	27

HOOFSTUK 6. DIE MENSLIKE FAKTOR IN VORMING VAN CHEMIE EN FISIKA

6.1 Sekulêre kennis en Skrifopenbaring	28
6.2 Wat is wetenskap?	28
6.3 Die ontstaan van Chemie	29

6.4 Vorming van moderne Chemie	29
6.5 Die woord <i>fisika</i>	30
6.6 Berus Fisika werklik op bewysbare en kontroleerbare feite?	30
6.7 Die wiskunde	31
6.8 Fisiese teorieë	31
6.9 Vorming van teorie	31
6.10 Natuurwetenskaplike revolusies	32
6.11 Rasionaliteit en die menslike faktor	33
HOOFSUK 7. TYD, MATERIE EN RUIMTE	
7.1 Inleiding	34
7.2 Wat is tyd?	34
7.3 Galileo	35
7.4 Newton en Einstein se tydsbegrippe	36
7.5 Die begrip massa	37
7.6 Wat is ruimte?	37
7.7 Die kwantumbeginsel en ruimte	38
HOOFSUK 8. DIE KONTINGENTE (DIE NIE-VOORSPELBARE, DIE UNIEKE)	
8.1 Kontingensie	40
8.2 Indeterminisme en kontingensie	41
8.3 Oosterse mistisisme	41
HOOFSUK 9. MEERVLAKKIGE STRUKTURE	
9.1 Vereenvoudiging van die werklikheid	43
9.2 Orde en chaos	44
9.3 Deelteorieë in ‘n geheelsverband	46
9.4 Veelvlakkige ordening van die empiriese werklikheid	46
HOOFSUK 10. DIE NORMATIEWE IN DIE NATUURWETENSKAPPE	
10.1 Die kultuurmandaat en menslike gawes	48
10.2 Die estetiese (die skone, die mooie) en die ekonomiese (die eenvoud)	48
10.3 Die normatiewe in wetenskapsbeoefening	49
10.4 Kennis van norme	50
10.5 Verantwoordelike besluitneming	51
10.6 Skepping, menslike kennis en normatiwiteit	52
10.7 Die antropiese beginsel	52
10.8 Die aarde as woonplek vir die mens	53
10.9 Rentmeesterskap (beheerder)	54
HOOFSUK 11. AANWENDING VAN FISIKA, CHEMIE EN TEGNOLOGIE	
11.1 Die mens as heerser – ‘n oorsig	55
11.2 Fisika, die natuurwetenskappe en tegnologie	55
11.3 Chemie en tegnologie	56
11.4 Mens en masjien	57
11.5 Inligtingswetenskappe en inligtingstegnologie	57
HOOFSUK 12. ‘N EPILOOG	59
BRONNE	60

HOOFSTUK 1. WETENSKAPSLEER VIR FISIKA EN CHEMIE IN KONTEKS

1.1 Inleiding

Toepassings van die vakwetenskappe Fisika en Chemie word oral in die daaglikse lewenspraktyk gevind. Of daar geplant en geoes word, of kos voorberei word, of telefonies gesprekke gevoer word, of musiek gespeel en daarna geluister word, of televisieprogramme opgeneem en daarna gekyk word, of die rekenaar gebruik word, of met 'n fiets, motor of vliegtuig gereis word, of metings, toetse, aftastings, bestralings of mediese ondersoeke, operasies en behandelings uitgevoer word, oral is beginsels, metodes en kennis van hierdie vakwetenskappe ter sake.

Ons is gewoonlik nie bewus van die belangrike rol wat die natuurwetenskappe gespeel het in die ontwikkeling en totstandkoming van alledaagse produkte nie. Beoefening van wetenskap is 'n aktiwiteit van die mens, een van sy baie aktiwiteite. Die kernvraag wat ons vanjaar weer in hierdie lesings wil aanspreek, is die aard van die wetenskap binne die geskape werklikheid, nou spesifiek gerig op die wetenskap van die stoflike natuur, in besonder die vakgebiede Fisika en Chemie .

Geloof is weer 'n ander aktiwiteit van die mens. Ook geloof speel 'n rol in die vorming en beoefening van die wetenskap. Wat Hebreërs 11:1 sê van geloof kan egter nie van wetenskapsdenke gesê word nie: “Die geloof dan is 'n vaste vertroue op die dinge wat ons hoop, 'n bewys van die dinge wat ons nie sien nie”. Daarenteen gaan dit in die natuurwetenskappe onder andere om dinge wat 'n mens kan sien en kan ondersoek. 'n Verklaring van waargenome verskynsels wat 'n mens met waarneming en eksperimente kan bevestig, word gesoek. Geloof is daarom 'n ander aktiwiteit as om wetenskaplik besig te wees. Geloof en wetenskap staan egter nie los van mekaar nie – hulle is onderling sterk in mekaar in gewef.

Ook die samelewing is 'n faktor wat gunstig of ongunstig in die vorming van wetenskap inwerk. Eerstens is dit baie belangrik vir skeppende intellektuele werk dat daar plekke is waar dit ongehinderd sonder beïnvloeding van buite gedoen kan word, waar mense hulle tyd vry kan maak om te dink en te eksperimenteer. Universiteite is instellings wat sulke geleenthede skep. Aangesien dit mense is wat wetenskap vorm, en mense sosiaal ingestel is, speel die wetenskaplike gemeenskap in 'n bepaalde vakgebied ook 'n beslissende rol. Wetenskap word gevorm uitgaande van heersende tegnieke en metodes van die gemeenskap. Dertens is daar in elke samelewing 'n *religieuse motief*, wat die diepste dryfvere en motiverings vir intellektuele ontwikkelinge voorsien. Dit kan deur die volgende voorbeeld toegelig word:

'n Menslike onderneming soos ruimtevaart kom nie vanself nie. Daarvoor is daar onder andere kragtige vuurpyl motore nodig om 'n ruimtetuig, teen swaartekrag aantrekking in, die ruimte in te dra. So 'n onderneming word voortgedryf deur menslike dryfvere en motiewe. Die mens wil daardeur iets bereik. Ruimtevaart is deel van ons hedendaagse kultuur. Onder kultuur verstaan ons die versameling van alle menslike aktiwiteite en die resultate daarvan. Ook ons lugvaart, nywerhede, inligtingstechnologie en mediese en geologiese en alle ander wetenskappe en tegnologie is deel van ons hedendaagse kultuur.

Fisika en Chemie voorsien die basiese kennis, waarop vuurpyl motore ontwikkel en gebou word en waarop lugvaart, nywerhede, mediese tegnologie en alle ander tegnologie berus. Dit alles word voortgedryf deur menslike dryfvere en motiewe, en geskied binne die konteks van 'n lewens- en wêreldbeskouing. Gegronde op ervaring bepaal laasgenoemde weer die beginsels vir en norme van menslike handeling en motiewe. Walsh en Middleton (uit Dreckmeyr, 1997: 22) stel die verband tussen 'n lewens- en wêreldbeskouing, filosofie en kennis soos volg: “Net soos alle kennis 'n filosofiese paradigma (of denkraamwerk) benodig, benodig alle filosofiese paradigmas 'n *religieuse beginsel* (of wêreldvisie) van een of ander aard”.

Waarom is die vorming van natuurwetenskap wel moontlik? Die saaklike antwoord vanuit God se openbaring in die Bybel is dat die heelal, die kosmos, ordelik is omdat God 'n God van orde is en dat die skepping vir ons as mense verstaanbaar is omdat God aan die mens 'n mandaat gegee het om oor die skepping heers, dit te bewerk en dit te versorg. Hierdie antwoord is 'n antwoord vanuit 'n geloof, 'n voorwetenskaplike antwoord.

Die studie begin in Hoofstuk 2 met 'n bondige bespreking van die wysgerige begroning van die Griekse wetenskap en wat ons daaruit kan leer om ons huidige tydvak beter te kan verstaan. Die vroeë Christene het probeer om die wysgerige begroning van die Griekse wetenskap te verchristelik en hulle het die wetenskap hierop voortgebou. Dan volg die Kopernikaanse omwenteling, wat die ontwikkeling van die

moderne natuurwetenskappe vooraf gegaan het. In Hoofstuk 3 word die ontwikkeling van tegniek en tegnologie oor dieselfde tydperke kortliks uiteengesit. In hierdie twee hoofstukke word verder die vraag beantwoord waarom dit so lank geduur het, tot ~1500 n.C., voordat die mens die huidige metode tot wetenskapsvorming leer ken het.

Wetenskapsleer vir Fisika en Chemie kan nie los van menslike ervaring, handeling en motiewe, van filosofiese paradigmas en van 'n religieuse wêreldvisie gesien word nie. Daarom dat 'n studie van wetenskapsvorming, vanaf die Griekse tydperk ~600 v.C. tot vandag van belang is om ook die fisiese en chemiese vakwetenskappe in die lewens- en wêreldbeskoulike konteks van die huidige post-modernistiese tydperk te kan verstaan. 'n Lewens- en wêreldbeskouing gee uitdrukking aan die eintlike en diepste betekenis van die werklikheid in die lewe van 'n mens, van die wêreld waarin die mens leef, en van die mens se bestaan. In hoofstuk 4 word die lewens- en wêreldbeskoulike denkraamwerke van die moderne tyd in terme van die vakgebiede fisika en chemie in verskillende fasette kortliks bespreek.

Wetenskappe is op kennis en ervaring gegrond, soos dit in Hoofstuk 5 nader uitgewerk word. In hoofstuk 6 word die menslike faktor in die vorming van Fisika en Chemie behandel.

Die natuurwetenskaplike begrip (konsep) van wat materie, tyd en ruimte is, verskil in wese totaal van ons alledaagse ervaringswêreld (Hoofstuk 7). Deur abstraksie (onttrekking uit ons alledaagse ervaring) kan ons wel iets van die mikroskopiese en astronomiese wêreld verstaan al kan ons nie die kwantumwêreld van die atoom en die sterrewêreld van die kosmologie onderskeidelik ervaar nie. Ons voorstellings van hierdie wêreld is egter baie wasig en gebrekkig. Hierdie "verstaan" word verder in Hoofstukke 8 en 9 behandel.

Vakwetenskaplike kennis aanvaar 'n oorspronklike kenne, 'n voorwetenskaplike kenne, 'n kenne wat uitgaan van die kennis verkry deur ons hoor, sien, waarneem, voel, proe, ervaar, beleef, en so meer. Hierdie kennis is konkreet en alledaags, maar dit is ook persoonlike kennis. Dit is 'n kennis wat voortdurend verander, wat in diepte groei, wat feitelik en prakties is. In hierdie kennis is daar 'n element van die normatiewe, 'n wete van goed en kwaad in die bewussyn van die mens.

Die mens kan nie uit sy ervaring en kennis 'n lewens- en wêreldbeskouing bedink, wat universeel en altyd geldig is nie. Daarenteen voorsien Bybel-gefundeerde lewens- en wêreldbeskouing die filosofiese raamwerk waardeur kennis met geloof geïntegreer kan word en waaruit beginsels en norme vir die aanwending van kennis afgelei kan word. Beginsels en norme word ook afgelei uit ons ervaring en kennis van die skeppingsordeninge in God se skepping. Ons moet deur normatiewe handeling God as Skepper en Onderhouer eer en moet met verantwoording uit die skepping haal wat God daarin gesit het (kyk Hoofstukke 10 en 11).

1.2 Kosmiese wetsorde

Ons moet eers omskryf wat ons onder die woorde natuur en kosmos verstaan. Volgens die Woordeboek van die Afrikaanse taal (WAT) verstaan ons onder natuur die fisiese wêreld met alles daarop, lewende en materiële dinge gesamentlik, wat die mens omring en wat nie deur die mens gemaak is nie, asook natuurverskynsels, wat onafhanklik van die mens voorkom, soos diere, bome, riviere, donderweer en vuur. Daarteenoor sluit die woord kosmos in sy breedste betekenis alles in wat bestaan, die heelal en alles daarin.

Volgens die Woord van God, die Bybel, is die hele kosmos (stof, plant, dier en mens) dinamies bepaald, vanaf die skepping tot die voleinding van die skepping. Daar is voortdurend veranderinge, maar ook ordelikheid in die veranderinge en in hulle onderlinge samehang. Wetenskapsvorming sou nie moontlik wees sonder ordelikheid nie. Ordelikheid impliseer 'n wetsordening. Alles moet daarom aan die kosmiese wetsorde onderworpe wees. In die fisiese wetenskappe word die ordelikheid deur ervaring (waaronder voorspelbaarheid) en waarneming, met sy eksperimentele komponent, bepaal. Dit is 'n ordelikheid wat alle mense dieselfde ervaar. In die lewenswetenskappe is die ordelikheid onder andere in strukture gesetel: soos (1) dieselfde saad sal altyd dieselfde plant of boom laat opkom, of (2) ordening in samelewingstrukture, wat verskillend is vir verskillende diersoorte, of (3) ordelikheid in familiestrukture by verskillende menslike samelewingskulture, of (4) logiese wette en sedewette. Al hierdie ordelikhede is in die kosmiese wetsorde gesetel.

Volgens die Bybel het God die kosmiese wetsorde saam met die kosmos geskep en is dit 'n uitdrukking van Sy goedheid, wysheid en almag. Dit sluit in skeppingsordeninge (kosmiese wetsordeninge) vir stof, plant, dier en mens, wat nie deur die mens daargestel is nie, maar ook wetsordeninge wat die mens maak om sy eie samelewing te orden, byvoorbeeld staatswette, huwelikswette, reëls met betrekking tot etikette en protokol, padreëls en ordinansies van provinsiale en plaaslike bestuursrade. Die mens kan op sy eie wyse sy wette kan maak omdat die kosmiese wetsordeninge ook die lewe van die mens transendeer. Mensgemaakte wette verskil van samelewingskultuur tot samelewingskultuur en verander ook met die tyd..

Kosmiese wetsorde omvat dus die volle werklikheid. 'n Deel daarvan is daardie skeppingsordeninge en reëlmatighede in die natuur- en geesteswetenskappe en in die tegniek, wat vir die mens van wetenskaplike en praktiese betekenis is. Hierdie besef dat daar skeppingsordeninge bestaan, volg uit menslike kennis en ervaring waaruit wetenskap gevorm word. Christene weet uit die openbaring van God in sy Skrif, sy Woordenopenbaring, dat God die skeppingsordeninge daargestel het en dat Hy deur die kosmiese wetsorde die wêreld deurlopend onderhou en tot 'n voleinding volgens sy Raadsplan bestier.

Daar bestaan verskillende opvattinge van wat wet is. Slegs waar daar orde is, kan daar 'n wet bestaan. Die wet is 'n bepaling van orde. Dit weet ons uit ons daaglikse ervaring. Ons kom tot kennis van orde onder andere deur die reëlmaat en vaste gang van gebeurtenisse, bv. die reëlmaat en vaste gang van die beweging van planete, en van die son wat daaglik op voorspelbare tye opkom en ondergaan, of deur ons insigte van getals-, logiese en sedewette. Hierdie ordelikheid en reëlmatigheid lê in die ervaringsveld van alle mense, ongeag hul lewens- en wêreldbeskouing, hul religieuse ingesteldheid of hul geloof. Dit is uit hierdie gemeenskaplike ervaringsveld van alle mense dat wetenskap gesamentlik deur almal gevorm word. Hierdie sogenaamde 'neutrale wetenskap' is 'n wetenskap wat God nie as onderhouer en bestierder van die wêreld en heelal erken nie. Dit is 'n wetenskap waaraan almal deelneem, of dit Christene, Mohammedane, Hindoes, Ateïste, Agnostici of wat ook al is. Dit is die wetenskap waarop tegnologie gegrond word en wat in die nywerhede toegepas word.

God openbaar aan ons deur Sy Woord dat die wet sy oorsprong in Hom het, dat Hy vir alles Sy vaste ordinansies (wette) gegee het, en dat Hy vir die mens wette (bv. die tien gebooe en die liefdeswet) en norme (uit die Skrif en deur ons ervaring) stel. Hierdie Skriftuurlike openbaring is prinsipieel die mees fundamentele lig waarin die Christen-wetenskaplike die kosmiese wetsorde beskou.

Die mens, geskape na die beeld van God, het van God 'n taak op aarde ontvang, nl. om die aarde te onderwerp en oor die aarde en oor al wat lewe te heers en te versorg. Waar die mens met sy verstand onderwerp, heers en versorg, vorm hy kennis. Waar hy die geldigheid van sy kennis metodies toets en sy kennis sistematies uitbou, vorm hy wetenskap.

1.3 Die ontstaan van wetenskap in antieke Griekeland

Vir primitiewe bevolkings is *die boek van die skepping* 'n boek van stories wat in *gewone taal* vertel van daaglikse menslike wedervaringe. Daar bestaan vir hulle menigvuldige gode en geeste wat deur gebeurtenisse in die natuur werk. Vir hulle staan gebeurtenisse los van mekaar en word gesien as komende van gode en geeste. Deur hierdie gode en geeste in die natuur word die natuur verpersoonlik. Hierdie mitologieë maak die mens met die natuur en gebeurtenisse in die natuur vertrou, maar daardeur word nie 'n eenheidsvisie van die natuur en gebeurtenisse bevorder nie.

In die Griekse wêreld het om en by die sesde eeu voor Christus die gedagte na vore gekom dat die rede (die menslike redeneervermoë, sy verstand) by uitstek die maatstaf vir betroubare kennis is. Daar het 'n intellektuele (logies-beredeneerde) benadering tot gebeurtenisse in die wêreld gekom, wat die grondslag van die Griekse filosofie en die vorming van wetenskap deur die Griekse filosofe was. Dit het 'n nuwe begrip (verstaan) van die natuur tot gevolg gehad. Die sentrale uitgangspunt was die gedagte dat verskynsels en gebeurlikhede plaasvind as "noodwendige" gevolge in opeenvolgende kettings van oorsaak en gevolg. Aanvanklik het die Griekse taal nie woorde gehad vir hierdie abstrakte begrippe (soos 'oorsaak' en 'gevolg') van die Griekse filosofe nie, aangesien hierdie begrippe nie deel van die mitologiese denkwyses was nie.

Hierdie radikale nuwe denkwyses het die wysheid van die mitologiese verlede teengesprek. Die Grieke het die boek van die skepping anders begin lees. Kennis wat uit ervaring afgelei word, is nou in terme van logiese beredenerings en wiskundige taal (bv. die taal van die meetkunde) en meetkundige vorme

beskryf. Hierdeur is kennis gesistematiseer tot 'n wetenskap en is die mitologiese taal na randgebiede soos alchemie en astrologie verskuif.

Die grondleggers van die wetenskap was nie die Bybelse profete nie, maar die heidense Griekse denkers, wat in dieselfde tyd as Jeremia, Esegïel en Daniël geleef het. Sowel die profete as die Griekse wysgere *spreek* oor die werklikhede van die dag waarin hulle leef, oor die wêreld, oor die mens, oor die maatskappy, en so meer. Maar hulle denkbeelde verskil. Simplisties kan hierdie verskil deur die woorde 'praktyk' en 'teorie' aangedui word. Die woord 'praktyk' kom van die Griekse woord, wat doen, handel beteken. Die profete *spreek* oor die 'praktiese' lewe, oor die doen en handelwyse van die mense teenoor God as verantwoordelike skepsels. Die profete *spreek* nie 'teoreties' nie. Die ou Grieke was die 'uitvinders' van die 'teoretiese' denke. Die woord 'teorie' kom van die Griekse woord wat beskou, beoordeel beteken. Ons woord 'teater' is ook van hierdie Griekse woord afgelei. Oorspronklik beteken die Griekse woord om te aanskou, toe te kyk by openbare spele en opvoerings. In dieselfde sin *bekyk* die wetenskaplike sy veld van ondersoek van 'buite' sonder om ook emosioneel daarby betrokke te wees, d.w.s. hy is 'n 'objektiewe' aanskouer van sy veld van ondersoek. So 'n houding was ondenkbaar vir die Israelse profete. Hulle het boodskappe gebring waarby die hart, die oortuigings van die mens betrokke was. Hulle was hartstogtelik betrokke by hul bestaan, hul volk, die aarde (hul omgewing), betrokke op die God van hulle lewe, hul vreugde en hul smarte. Hulle dien God en aanbid hom, maar kom nie op die idee om hom te 'beskou' of oor hom te 'redeneer', te 'filosofeer', te 'teologiseer' nie. Die 'teologie' is dan ook 'n Griekse woord, waardeur die Grieke hul wysgerige teorieë oor God aangedui het.

Dit was nie die Israeliete nie, maar die Grieke wat die uitvinders van die logika, die wetenskap, was. Dit was die Griekse wysgere soos Sokrates, Plato en Aristoteles wat die denkers, mense van die rede, was. Hulle het die mens as 'n redelike wese gesien, 'n wese met verstand (rede).

Dit was God wat aan die mens die vermoë tot logiese denke gegee het om Sy skeppingswerke na te speur. Die mens is daarom na die ewebeeld van God geskape. Let op hoe dikwels God self in die Bybel argumente aanvoer, tot gevolgtrekkings kom, berederings opbou om die mens te oortuig (lees bv. Job). God het dan ook aan die mens 'n teoretiese vermoë gegee om in Sy skeppingswerke belang te stel.

Die Griekse filosofie het kennis van die sintuiglike werklikheid verkry deur aanskouing, deur die *sien* van die werklikheid deur die sintuiglike oog. Die Griekse filosoof Plato het die duidelikste beeld gegee van die ooreenkoms tussen kennis en sien deur sy beeld van mense as grotbewoners en die lig daarbuite. Hierop sal verder ingegaan word wanneer Plato in Afdeling 2.3 behandel word. Ook in die Westerse filosofie word kennis meestal opgevat as kennis verkry deur die sintuiglike oog. Dit sluit eksperimentele kennis in. In dieselfde tradisie praat ons dikwels van iemand se *sienswyse*, hoe hy dinge *sien*. Hierdie uitdrukkings hou ook verband met sy oortuigings. Dit beteken dat ons denke en oortuigings dikwels verband hou met die sigbare werklikheid. Daarteenoor het die Israelse profete geluister en gehoor wat God sê en dit met oortuiging aan die volk oorgedra.

Die filosofiese vraag is dan: wat is waarheid? Die werklikheid wat ons sien en dit wat ons hoor as verkondiging uit die Woord van God kan slegs enkele fasette van die volle waarheid wees. Die volle werklikheid van die mens se lewe as beelddraer van God het nog baie ander fasette as dit wat ons waarneem deur ons sintuie en wat ons uit die Woord van God leer. Die vorming van wetenskap is 'n poging van die mens om die ordelikheid in die skepping, soos ons dit waarneem en ervaar, te beskryf en te probeer verstaan.

HOOFSTUK 2. WYSGERIGE BEGRONDING VAN DIE NATUURWETENSKAPPE

2.1 Die religieuse grondmotief van die Griekse denke

Volgens ons sintuie bestaan die wêreld uit oneindig baie variëteite van dinge en gebeurtenisse. Die wêreld neem ons waar en ervaar ons deur ons sien-, hoor-, ruik-, proe- en voel-sintuie. Ons voel bv. of iets warm, koud, hard, of sag is. Om dit alles te verstaan wil ons op 'n logiese wyse een of ander ordelikheid uit die waarnemings skep, want ons verwag dat die natuur self ordelik is: die son kom elke dag op en gaan weer op gesette tye onder; wolke bring reën; van 'n bepaalde saadsoort kom altyd dieselfde plant met dieselfde kenmerkende blare, blomme of vrugte op. So kan ons baie meer voorbeelde noem.

Die Griekse wysgere het hierdie variëteite van dinge en gebeurtenisse wou verklaar. Hulle denke is sedert ~600 v.C. gelei deur 'n *dialektiese vorm-materie*-denkkonstruksie om waarneembare veranderinge in die wêreld te verklaar (Dooyeweerd, 1949:10).

Dialektiese denkwys is 'n filosofiese begrip wat uitgaan van *logies-bepaalde teenstellings* of *antitesisse* (Dooyeweerd, 1959:6), soos byvoorbeeld beweging en rus. As 'n voorwerp nie in rus is nie, beweeg dit. Beweging kan slegs vasgestel word deur iets wat in rus is, of wat nie saambeweeg nie. Beweging en rus is *relatiewe* teenstellings.

Aristoteles se ruimtebegrip word deur so 'n dialektiese denkwys bepaal. Hy het die ruimte verdeel tussen die ondermaanse (die aarde en die atmosfeer) en die bomaanse (die maan, son, planete en sterre). Volgens Aristoteles streef alles in die ondermaanse na 'n toestand van rus. Alles wat groei of beweeg kom uiteindelik tot rus. Byvoorbeeld as 'n kar nie meer deur 'n perd getrek word nie, gaan staan die kar omdat die kar na sy natuurlike toestand van rus terugkeer. Of 'n plant wat groei kom ook tot rus as dit ophou groei. Daarteenoor is alles in die bomaanse in 'n ewigdurende beweging. Hier kom dan ook 'n tweede teenstelling (dialektiese denkwys) in Aristoteles se denke na vore: *die ewigdurende, die onverganklike* (maan, son, planete en sterre) en *die tydelike, die verganklike* (die kar sal breek en vergaan; die perd sal doodgaan).

Die dialektiese denkwys wil hierdie teenstellings in 'n hoër sfeer bymekaar bring deur 'n verbintenis of sintese tussen die teenstellings te bewerkstellig. Aristoteles het daarom ook 'n derde ruimte bo die bomaanse aanvaar, wat die tuiste van die gode sou wees. Hierdie buitenste ruimte was 'n ewige ruimte, terwyl die binneste, die ondermaanse 'n verganklike ruimte was. In die tussenruimte sou volmaakte sferes die son, planete en sterre ewigdurend rond beweeg. Die gode sou dan gebeurtenisse in die ondermaanse beheer deur die beweging van son, planete en sterre en ook deur direkte ingryping in die ondermaanse.

Die teenstellings of antitesisse raak die religieuse wortel van die hele tydelike lewe; dit raak in wese die verhouding tussen skepsel en Skepper, en daarmee die tydelike, die verbygaande en die absolute, wat slegs in die religie deur die geloof bestaansreg het. Volgens die Christelike religie is die bo- en ondermaanse een ruimte, wat 'n geheel ander beskouing van die kosmos is as die Griekse dialektiese denkwys. In die Griekse denkwys was die logiese teenstellings relatief (beweging en rus; verganklik en ewig) en teoreties (Griekse woord vir aanskoulik). In die tydelike lewe (die ondermaanse) was niks absoluut (ewig) nie, behalwe vormlose materie.

In elke religie is daar 'n *grondmotief*, wat die diepste dryfvere en motiverings gee vir kulturele en geestelike ontwikkelinge. Wat was die religieuse grondmotief vir die Griekse denke sedert ~600 v.C.? Om die vraag te beantwoord moet ons eers nagaan wat die grondmotief van die ouer natuurgodsdienste was.

Dooyeweerd (1959:15) het bevind dat die gemeenskaplike grondmotief van hierdie natuurgodsdienste in die tydsbegrip van die primitiewe bevolking gesetel was. Vir hulle het tyd, as 'n vergoddeling van 'n vormlose stroom van lewe, steeds in 'n sirkelgang tot homself teruggekeer (bv. 'n boom gee saad, saad ontkiem, boom kom op, groei en gee saad, gaan dood en verrot, saad ontkiem...). Uit hierdie lewensstroom het telkens opnuut individuele gedaantes (vorme) van plante, diere en mense ontstaan, wat tot ryping kom, kwyn, vergaan, om dan weer gebore te word. Alles wat individuele vorme het (plante, diere en mens) is tot ondergang gedoem omdat die vormlose lewensstroom sonder ophou voortgaan. Daarvolgens is tyd ook as 'n kringloop gesien en nie as 'n reglynig-voortgaande verloop soos Newton tyd gesien het nie.

Die primitiewe mens het in hierdie lewensstroom die werking van misterieuse (goddelike) kragte gesien, wat nie ordelik nie, maar volgens 'n blinde onberekenbare lot werk. Alle individuele lewe is aan hierdie onvoorspelbare lot onderhewig deur die werking van toevallige goddelike kragte, tot die dood intree en die organiese gestalte weer 'n vormlose deel van die aarde word. Alles gebeur toevallig, los van mekaar.

Die geloof van die Griek in die noodwendige ondergang van die individuele beliggaamde lewe wat 'n

bepaalde sigbare vorm en gestalte gehad het, het vir die Griek tog 'n bepaalde vertroosting ingehou. Die vertroosting was geleë in die lewensreligie dat die lewensstroom in sy kringloop voortgespruit het uit "moeder-aarde" en weer daarheen terugkeer.

2.2 Die ontstaan van die Griekse wysgerige denke

Meetskunde het in Egipte sy beslag voor 1700 v.C. gekry. Dit is gebruik onder andere in die konstruksie van die piramides. Omstreeks 600 v.C. het Grieke uit die Ioniese stam (die Ioniërs is een van die vier stamme in antieke Griekeland) kennis van meetkunde uit Egipte teruggebring. Die mees bekende van hierdie reisigers was *Thales* (624 - ~546 v.C.), die *eerste* van die sogenaamde *Sewe Wyse Manne van Griekeland*. Hy het in Egipte en Babilonië gestudeer. Hy was 'n suksesvolle handelaar, wat later in sy lewe hom op natuurwetenskap en politiek (staatkunde) toegespits het. Hy was die eerste om meetkundige verbande op 'n logiese wyse uit algemeen-geldende stellings, aksiomas en postulate op 'n logiese wyse af te lei. Pythagoras was een van Thales se mees bekende leerlinge. (Dink aan die stelling van Pythagoras).

Ondertussen het daar in die Griekse staat op godsdienstige vlak ook ontwikkelinge plaasgevind. 'n Nuwe *kultuurreligie* is deur die staat as offisiële godsdienst gevestig, om 'n nasionaal-godsdienstige bymeekaarkompunt vir die Griekse stamme by die berg Olympus te skep, om daardeur die vier stamme te verenig. Hierdie kultuurreligie het as grondmotief *vorm, maat en harmonie* gehad. Die Olimpiese gode sou "moederaarde" met sy kringloop van die lewensstroom verlaat het om op die berg Olympus te troon. Hierdie gode, met Zeus as die hoogste god, sou onsterflike *vormgewende* gode met onsigbare gestaltes wees. Bonatuurlike kultuurmagte sou in hulle gesetel wees. *Kultuur* ontstaan wesenlik wanneer materiale vryelik gevorm word.

Die eerste Olimpiese spele het in 776 v.C. te Olimpia plaasgevind, en daarna elke vierde jaar. Hierdie spele was sterk met godsdienstige rituele gekoppel en was nie net atletiek nie, maar het ook redenaarskuns, musiek, digkuns en ander vorme van kuns ingesluit. Die Olimpiese spele was die simbool van Griekse aanbidding van fisiese mooiheid en vorm, en van afrigting van gees en liggaam tot die hoogste staat van koördinasie en harmonie.

Hierdie nuwe kultuurreligie met sy grondmotief van vorm, maat en harmonie het probeer om die ouer natuurreligie daarin op te neem. Die natuurreligie met sy geloof aan lot-werkende of toeval-werkende natuurkragte deur die ewige vervloeiing van individuele vorme tot vormloosheid in die kringloop van die lewensstroom, het egter sterk by die Griekse volk bly voortleef. Hierdie vormlose uiteinde was in botsing met die bo-aardse onsterflike vormmotief van die nuwe kultuurreligie. Die ouer natuurreligie het geen vorm wat onsterflik is, geken nie. Dit was die Griekse wysgerige teorie, wat vanaf ~600 v.C. met Thales as die eerste van die Sewe Wyse Manne probeer het om *versoening tussen die natuurreligie* (met sy vormlose materie) *en kultuurreligie* (met sy vormmotief) deur teorievorming te bewerkstellig. Hierdie wysgerige teorie is van meet af voorgehou as die weg tot ware godskennis. Die vorm- en materiëmotiewe was van die begin af beskou om op mekaar aangewese te wees, om met mekaar verbind te wees. Daarin was die grondmotief van die Griekse wysgerige teorie dan ook geleë. Die Griekse denke is beheers deur die dialektiese spanning in die Griekse opvatting van die "natuur" ("physis") van dinge as vormlose materie en in gevormde gestaltes.

2.3 Die Griekse wysbegeerte

Vir die Grieke was die wêreld wat hulle sien en beleef die werklikheid. Hulle het gesien hoe lewe (bv. plante) en ander materiële dinge (bv. wolke) kom en gaan. Daar was oneindig baie veranderlikhede in die alledaagse werklikheid. Materie was vir hulle die oerstof, waaruit alles bestaan het en wat deur die lewensstroom vormloos gedra word. Die lewensstroom kom uit "moeder-aarde" en laat elke vormgestalte (plant, dier of mens) weer na sy vormlose oorsprong terugkeer (Dooyeweerd, 1949: 67).

Die Griek THALES (624 - ~546 v.C.) en sy tydgenote het ongeveer 600 jaar v.C. vir die eerste keer begin filosofeer hoe menigvuldige soort dinge en verskillende voorkomste van dinge tot een onveranderlikheid (vastigheid) herlei kan word. Vir Thales was water die materiële oorsaak van (onveranderlikheid in) alle verskynsels. Van alle dinge uit ons daaglikse omgewing kan water die mees verskeidenheid van vorme aanneem. In die winter kan dit die vorm van ys en sneeu hê. Dit kan in damp verander. Dit kan wolke vorm. Uit wolke kom reën en ys (hael en sneeu) te voorskyn. Dit kan in die aarde wegsak en dit kan uit die aarde (as fonteine of as water in putte) tevoorskyn kom. Water was vir Thales 'n natuurlike stof, waardeur veranderlikhede verklaar kan word.

Uit hierdie beredenering van Thales kan 3 ideë afgelei word:

1. Dat alle veranderlikhede 'n materiële oorsaak moet hê, m.a.w. gebeurtenisse vind nie los van mekaar, lotsbepalend plaas nie, maar volgens materiële oorsake.

2. Dat verskynsels noodwendig (*iets wat verander moet 'n oorsaak hê*) op 'n beredeneerde wyse verklaar moet word sonder mites en mistisisme.
3. Dat alles tot een uitgangspunt (oerstof, vorm of oorsaak) herlei moet kan word.

Vandag geld hierdie 3 ideë nog. Byvoorbeeld, in die onderskeie bewegings: (1) appels wat reglynig na die aarde val; (2) balle wat op 'n tennisbaan in paraboliese bane beweeg; en (3) satelliete wat in sirkelbane om die aarde beweeg, is swaartekrag die 'onveranderlikheid', die oorsaak waartoe al die verskillende bewegings herlei kan word met behulp van Newton se bewegingswette. Swaartekrag is die 'materiële oorsaak' van, die 'onveranderlikheid' in hierdie verskynsels (bewegings). Fisici probeer steeds 'n fundamentele wet ('n onveranderlikheid, 'n vastigheid, 'n fundamentele oorsaak) te vind vir alle soorte beweging van materie. Hiervan is die beskrywing van die gedrag van alle elementêre deeltjies en hulle eienskappe deur bewegingsvergelykings uitgaande van 'n fundamentele wet vir alles en daaruitvolgende wiskundige afleidings 'n verdere voorbeeld. Chemici gebruik weer die idee van atome met eienskappe soos saamgevat in die periodieke tabel van elemente om uiteenlopende soorte chemiese reaksies tot 'n energiebeginsel te herlei.

HERACLITUS (~535 - ~475 v.C.) en sy tydgenote het ook geglo dat daar slegs een basiese beginsel is, waarvandaan oneindig baie dinge en verskynsels afgelei moet kan word. Alles moet 'n materiële oorsaak hê omdat die lewensstroom uit "moeder-aarde" kom en die wêreld uit materie bestaan. In sy filosofie handhaaf Heraclitus 'n eweredigheid tussen ontstaan (in vorm, maat en harmonie volgens die kultuurreligie) en vergaan (die vormlose uiteinde volgens die natuurreligie) van gestaltes. Die basiese oorsaak (of element) wat alles laat ontstaan en laat vergaan, is die LOGOS. Die LOGOS is die materiële oorsaak waardeur 'n voortdurende vervloeiing tussen die teenpole ontstaan en vergaan gehandhaaf word in 'n vaste en redelike orde van maat, eweredigheid en harmonie, en waardeur alle gebeurtenisse in die natuur en menslike handelinge plaasvind (Dooyeweerd, 1949:67 e.v.). Die LOGOS, wat sowel materie as 'n bewegende krag is, kan deels met vuur vereenselwig word.

Wanneer ons die woord VUUR met ENERGIE in die leerstelling van Heraclitus vervang, vind ons sy beredeneringe feitlik woord vir woord terug in die hedendaagse Fisika en Chemie. Energie is in feite die "stof" waarvan elementêre deeltjies, alle atome en daarom alle dinge gemaak is. Energie is dit wat laat beweeg, wat chemiese reaksies laat plaasvind en wat laat straal (bv. 'n vlam, die son of 'n radio-antenne). Dat energie 'n basiese element is wat 'n eweredigheid tussen ontstaan en vergaan handhaaf, volg daaruit dat energie altyd behoue bly (wet van behoud van energie). Energie kan verander word in beweging, in warmte, in lig, in straling en in spanning (bv. bindingskragte in materie). Energie kan as 'n *basiese oorsaak* van alle veranderinge in die wêreld gesien word.

EMPEDOCLES (5e eeu v.C.) was die eerste Griekse Wysgeer wat nie 'n monistiese (een oorsaak) benadering gehad het nie, maar 'n pluralistiese (verskeie oorsake) oorsprong vir alle veranderlikhede aanvaar het. Hy het VIER basiese elemente t.w. aarde, water, lug, en vuur, as die onveranderlike vorme in die natuur ('moeder-aarde') gesien. Hulle moet die oorsake vir alle gebeurtenisse wees deur afsonderlik of gesamentlik in 'n verskeidenheid van verhoudinge veranderinge teweeg te bring. Opmerklik is dat hierdie vier elemente verteenwoordigend is van die vier toestande van materie (vaste, vloeï, gas en plasma) van die huidige Fisika en Chemie.

DEMOCRITUS (~460 - ~352 v.C.) het die vier elemente van die natuur : vuur, lug, water en aarde, van Empedocles, gesien as ruimtelike vorme, wat verkry word deur verskillende samestellings van oneindige baie ondeelbare atome (Grieks: *atoma*), wat gesamentlik oneindig baie vorme kan aanneem. Die gesamentlike vorm van atome bepaal die eienskap van die voorwerp: Goud, silwer, koper, lug, water, ys, en noem maar op, verkry hulle eienskappe van 'n bepaalde gesamentlike vorm van atome. Die atome self kan nie verder opgedeel of verander word nie en beweeg in 'n leë ruimte (vakuum). Elke voorwerp is volgens hierdie beskouing vormloos as gevolg van 'n ewigdurende en chaotiese beweging van die atoomvorme wat aan daardie voorwerp sy eienskappe gee. Hiermee het Democritus die voorrang wat die vormmotief van die kultuurreligie by ander wysgere geniet het, laat verdwyn. Democritus het wel aan die vormmotief erkenning gegee uitgaande van ruimtelike vorme van atome (kyk Dooyeweerd, 1949:147).

PLATO (427 - 347 v.C.) het soos die ander Griekse geleerdes aanvaar dat die wêreld uit 'n enkele element ontstaan en saamgestel is. Hy het egter geglo dat sy basiese vier elemente, nl. Aarde, Water, Lug en Vuur, onderling verskil omdat hulle atome verskillende vorme het.

Gedurende die eerste vier eeue van Griekse kultuur was die wêreld waarin ons leef en wat ons met ons sintuie waarneem, die werklikheid wat verstaan moet word. Hierdie werklikheid wat vol lewe en veranderlikheid is, is aanvanklik slegs vanuit 'n materialistiese beginsel beskryf. Plato het ook 'n nie-materialistiese beskouing in sy filosofie gebruik, nl. dat ware kennis meer is as die werklikheid wat ons sien. Hiervoor het Plato die beeld van mense, wat lewenslank in 'n grot opgesluit was, gebruik. Die mense het net in een rigting kon kyk. Agter die mense in die grot was daar 'n vuur, wat skaduwees van hulleself en van voorwerpe agter hulle op die muur van die grot gegooi het. Omdat hulle niks anders as

die skaduwees kon sien nie, het hulle die skaduwees as die werklikheid aanvaar. Die voorwerpe waarvan daar skaduwees op die muur was, kon hulle nie sien nie en was daarom nie deel van hulle werklikheid nie. Uiteindelik ontsnap een van die gevangenes uit die grot en kom in die sonlig. Vir die eerste keer sien hy werklike dinge en besef hy dat sy denke deur die skaduwees in die grot mislei is. Vir die eerste keer maak hy kennis met die waarheid en dink hy met weemoed terug aan sy lang lewe in die donkerte.

Dit was vir hom moeisaam om die ware werklikheid te leer ken. Sy oë het tyd nodig gehad om met die dinge soos hulle werklik daar uitsien, vertrou te raak. Die helder sonlig was verblindend en pynlik vir sy oë. Na groot inspanning het hy ook die vreugde ervaar om die dinge te leer sien soos hulle werklik is. Die son (ons verstand) is die bron van alles wat gesien kan word. Hiermee het Plato wou uitbeeld watter groot afstand daar is tussen die ware werklikheid, wat deur die verstand geken kan word, en die wêreld van die sintuie, die skaduwees wat mense gevange hou. Met slegs die verstand kan die ware werklikheid geken word, maar dan langs die moeisame weg van langdurige intellektuele lering. Volgens Plato is die werklike filosoof, die denker, die gevangene wat uit die grot tot die lig ontsnap het; dit is hy wat tot die besit van ware kennis kom.

Sedert Plato het die filosofiese vraag van wat ware kennis is, meer aandag verkry as die werklikheid wat ons met ons sintuie waarneem.

ARISTOTELES (384 - 322 v.C.) en Plato, wat albei in die vierde eeu voor Christus geleef het, het die wêreld se denke en sy wetenskap ten diepste beïnvloed. Die wetenskaplike feite, wat hulle neergeskryf en beredeneer het, was min en grootliks verkeerd, maar hulle het die wêreld geleer hoe om te redeneer. Die Grieke was veral beïndruk met die krag van die meetkunde as wetenskap, waarvan hulle die grondleggers was, om te ontdek en om allerlei soorte eienskappe van ingewikkelde figure soos bolle, keëls en kegelsnede uit te redeneer deur slegs by enkele eenvoudige definisies te begin.

Aristoteles het die wysgerige denke weer tot sigbare dinge teruggebring. Hy het opgemerk dat voorwerpe stadig in water en vinnig in lug val. Daarom moes voorwerpe vinniger val destoe kleiner die digtheid van die medium is. In leë ruimtes moet voorwerpe dan oneindig vinnig val. Voorwerpe kan nie oneindig vinnig val nie en daarom kan leë ruimtes nie bestaan nie. Hy het daarom nie in die bestaan van atome geglo nie want as daar atome was, moes daar leë ruimtes tussen atome gewees het. Leë ruimtes kan nie bestaan nie en daarom kan atome ook nie bestaan nie.

Aristoteles het alles as "materie + vorm" beskou. Meetkundige vorm (bol, kubus, en meerkantige vorme) sou dan die verborge oorsaak wees vir wat ons vandag die eienskappe van dinge noem. Materie is dan die stof, wat hierdie meetkundige eienskappe het. Nóg materie nóg meetkundige vorm kan alleen bestaan. Die eenvoudigste meetkundige vorme gee die basiese vier elemente: aarde, water, lug, en vuur. Hierdie vier elemente verskil van ander elemente daarin dat die een nie in die ander kan verander nie. Daarom moet hierdie vier elemente met die eenvoudigste meetkundige vorme vereenselwig word.

Aristoteles het die wêreld as 'n organisme gesien met 'n werking volgens 'n doel, met ander woorde, die natuur ('moeder aarde') laat dinge gebeur met 'n doel. Volgens Aristoteles het elke materiële voorwerp 'n natuurlike plek en beweeg altyd na daardie plek. Hy onderskei tussen twee soorte natuurlike bewegings: die sirkelbeweging van hemelse liggame en die lineêre beweging van voorwerpe op aarde. Albei hierdie vorme van bewegings is goddelik volmaak. Die bomaanse omgewing is onveranderlik en onverganklik. Hemelse liggame is onverganklik en volmaak en moet daarom in sirkels beweeg omdat die sirkel die mees volmaakte kromming is. Op aarde is alles verganklik en streef daarom na hulle natuurlike plekke: vuur beweeg opwaarts, na die hemel, en swaar voorwerpe afwaarts, na die aarde. Swaarder liggame val vinniger omdat hulle 'n sterker strewe het om hulle natuurlike posisie (op die aarde) te bereik. Twee ewe swaar voorwerpe, wat met 'n ligte staaf verbind is, sal tweekeer vinniger val as die twee voorwerpe afsonderlik as hulle nie deur die staaf aan mekaar verbind is nie.

Teleologie: Teleologie is die studie van doel of doelmatigheid in die natuur, wat beteken dat verskynsels en eienskappe nie deur oorsake verklaar word nie, maar deur die doel waarom dit plaasvind of wat die bedoeling of doelmatigheid van die eienskap of waarneming is, m.a.w. wat met daardie eienskap of gebeure bereik word. Die Grieke het dan ook 'n teleologiese benadering in hulle wetenskapbeskouing gehad. So het Aristoteles geleer dat alles op aarde streef na 'n toestand van rus. Dit is waarom 'n klip van die berg afrol en op die gelykte tot rus kom. Dit is waarom 'n perdekar gaan stilstaan as die perd ophou om te trek. Vir hom was hemelruimtelike beweging verskillend van die beweging op aarde. Wat ook al beweeg, beweeg deur die dwang van iets anders: in die hemelruim is dit die agt of meer draaiende hemelsfere (volmaakte en eenvoudigste vorm), wat die hemelliggame beweeg, terwyl op aarde vind die beweging plaas onder die dwang om na 'n natuurlike rusplek op aarde, waar dit tuis hoort, te beweeg.

Ons moet aan Aristoteles die krediet gee dat hy vir die eerste keer reëls of 'wette' geformuleer het vir die beweging van dinge. Daardeur het hy 'n stappie vorentoe gegee vanaf die alledaagse ervaring van beweging deur beweging met reëls te sistematiseer. Dit was die eerste klein stappie om meganika op 'n

wetenskaplike grondslag (al is dit hoe verkeerd) te plaas. Hedendaagse Fisika en Chemie het eers in die sestiende eeu hulle geboorte beleef, later as die geneeskuns en as plant- en dierkunde.

Aristoteles het die begrippe van ruimte, tyd en beweging ontleed, en het tot die gevolgtrekking gekom dat die wêreld (materie) ewig is. Hy het geglo dat tyd siklies is, sodat na 'n tyd alles homself weer herhaal, soos die son wat soggens uit die aarde opkom en saans weer in die aarde wegsink, om na 'n tyd weer uit die aarde op te kom.

Volgens die Aristoteliaanse tradisie is verstaanbare vorme immanent (inwonend, deel van) in die materiële en sintuiglike wêreld. Hierdeur word sintuiglike ervaring 'n voorvereiste tot kennis gemaak. Die taak van die wetenskap is dan om 'n oorgang van die sintuiglike na die verstaanbare te bewerkstellig deur abstrahering van vorme soos beliggaam in materie. Die verstaanbare word gegrond slegs op logies-uitgedinkte oorsake. Oorsake van gebeurtenisse moet noodwendig en tydloos waar wees. Hierdie denke is daarom nie oop nie, maar *geslote*. Gebeurtenisse kan nie toevallig of *kontingent* (sonder 'n oorsaak, onvoorspelbaar, irrasioneel) plaasvind nie. Die grondslag en wesentlike van die Griekse denke skakel kontingensie geheel en al in die wetenskap uit. Hierdie benadering lei tot 'n verteoretisering van die werklikheid deur abstraksies. Wetenskapsvorming is tot in die twintigste eeu na Christus deur hierdie benadering oorheers. Die werklikheid omvat egter veel meer as die wêreldbeeld van die natuurwetenskap, wat deur abstraksies opbou word. Aanvaarding hiervan maak 'n nuwe benadering tot uitbouing van Christelike wetenskap moontlik.

Aristoteles en ander Griekse wysgere het fundamentele bydraes tot meetkunde as wetenskap en die ontleding van natuurverskynsels gemaak. Die Aristoteliaanse wêreldbeeld was 'n logiese en samehangende struktuur, wat die raamwerk van die wêreld se denke vir tweeduisend jaar oorheers het. Die Griekse wetenskap het egter nooit tot 'n selfaangedrewe onderneming ontwikkel soos die Westerse wetenskap na die Renaissance en die Hervorming nie. Die wetenskap kon nie selfaangedrewe word nie solank geleerders soos Aristoteles die aksent geplaas het op

- (1) doel - 'n begrip wat nie plek in hedendaagse Fisika of Chemie het nie -, en op
- (2) 'n ooptimistiese geloof dat dit moontlik is om die struktuur van die wêreld intuïtief (deur aanvoeling) uit te redeneer, en dat hulle bly aanvaar het dat
- (3) kwantitatiewe metings onbelangrik is in die verstaan van die wêreld.

Aristoteles het gedink dat alles georden en verklaar kan word deur beredenering vanuit eerste beginsels, uitgaande van die lewensstroom as die *fundamentele dryfkrag* (Prime Mover) vir alle gebeurtenisse en veranderinge. Sy grootste probleem was om die beginsels, die onveranderlike, te vind. Dit het hy op rasonale gronde (deur beredeneringe) probeer doen. Hierteenoor is die uitgangspunt vandag dat verskynsels eers waargeneem en volgens kontroleerbare metodes ontleed moet word, waarna nagegaan kan word hoe hulle deur beginsels verklaar kan word.

2.4 Die Joods-Christelike wêreldbeeld

Die God van die Hebreërs verskil radikaal van die natuur- en vormgodedom van Grieke, ook in die gerasionaliseerde vorme van die Griekse wysbegeerte. Volgens Plato het die wêreld volgens ewig-geldende idees (vorme) tot stand gekom, en vir Aristoteles was materie altyd (ewig) daar en daarom is materie die fundamentele dryfkrag, die eerste (basiese) oorsaak vir alles. Aristoteles het verder geglo dat menslike rede (verstand) die samestelling van die wêreld kan ontdek en waarom die wêreld is soos dit is. In skille kontras hierteenoor het die God van die Hebreërs die wêreld volledig verskillende van Homself uit niks geskape, soos Gen 1:1 dit stel "In die begin het God hemel en aarde geskep". In teenstelling met die verwarrende skeppingsmites van ander volke, het die skeppingsverhaal van Genesis 'n duidelike logiese struktuur, geskryf in poëtiese styl. Die skeppingsverhaal getuig van 'n absolute oppermagtige, rasonale en liefdadige (welwillende) God, wat alles deur sy Woord tot stand bring en sy Goedheid en Wysheid aan alles oordra.

In die Bybel vind ons geen onderskeid tussen die hemelruimte en die aarde, tussen 'n bomaanse en 'n ondermaanse nie. Alles in die hemel en op die aarde is deur God gemaak en is aan sy Skeppingsordeninge onderworpe. Aangesien die skepping uit niks geskape is, kan die struktuur van die wêreld nie uit eerste (basiese) beginsels uit homself afgelei word nie. Ons moet die wêreld waarneem en eksperimente uitvoer om uit te vind hoe God dit gemaak het en om God daardeur te verheerlik.

Ons weet dat die wêreld *rasioneel* is (met ons verstand begryp kan word) omdat dit deur 'n rasonale God geskep is en onderhou word. Dit is *kontingent* omdat dit afhang van die Goddelike Bevel : God kon verkies het om die wêreld anders te maak. Verder, die mens is na die beeld van God in die wêreld geskape, om as God se verteenwoordiger daarvoor te heers. Daarom is die wêreld *verstaanbaar* vir die menslike verstand en denke.

Die geloof aan 'n sikliese heelal, wat deur alle antieke kulture aanvaar is, is onherroeplik verbreek deur die Christelike geloof in die eenmaligheid van die vleeswording van Christus. Geskiedenis is nou nie meer 'n eentonige opeenvolging van herhalings nie, maar 'n *lineêre verhaal* met 'n begin (die skepping) en 'n einde (die voleinding). Dit sluit aan by die grondmotief van die Christelike lewens- en wêreldbeskouing: skepping, sondeval en verlossing. Nogtans het die Griekse godbeskouing en wysbegeerte 'n sterk invloed op die vroeë Christelike denke gehad.

In die eerste eeue na Christus het verskillende Christelike wysgere 'n nuwe lewens- en wêreldbeskouing in die Griekse wetenskap ingebring : Die wêreld is deur God geskep en het geen dryfkrag van sy eie nie behalwe dit wat van God kom. Wanneer plante en diere groei, gebeur dit volgens God se bevel, volgens Sy skeppingsordeninge. Waar panteïsme (god in die natuur) nie tussen God en Sy skepping onderskei nie, het die besef dat God nie deel van Sy skepping is nie, die pad oopgemaak vir die afbreek van Aristoteles se denke wat denke tot diep in die Middeleeue beheers het, en vir die opkoms van die moderne wetenskap.

2.5 Thomas van Aquino (1225 - 1274) en die Renaissance

Vir die vroeë Christene was God die waarheid waardeur die werklikheid verstaan moet word. Die onmiddellike verband met God geskied in die mens se gees en nie in die wêreld nie. Die denke in die Middeleeue was dan ook op die mens se gees en sy verbintenis tot God gerig en nie tot die wêreld waarin die mens leef nie. Dit was eers met die Italiaanse Renaissance en die Hervorming dat die mens se denke en belangstelling langsaam tot die natuur teruggekeer het. Thomas van Aquino het, as voorloper tot die Renaissance, weer nadruk op die 'natuur' gelê. Voor Thomas het die mens aanvaar dat die hemelse dinge by verre die belangrikste was en dat hulle so heilig was dat hulle slegs simbolies maar nie realisties (soos hulle werklik is) voorgestel mag word nie. Die gewone aardse dinge was vir die middeleeuse kunstenaar in feite oninteressant. Thomas het egter die natuur weer belangrik gemaak in die denke, maar maak daarby 'n heel merkwaardige onderskeid tussen wat gewoonlik genoem word: 'natuur' en 'genade'. Tot die natuur behoort die 'laere': die skepping, die aarde, die sigbare wêreld en sy onderlinge verbande, asook die liggaam. Tot die genade behoort die 'hoëre': God die Skepper, die hemel, die onsigbare wêreld en sy invloed op die aarde, die geestelike en die siel van die mens. Hieruit volg dat by die terrein van die genade die geloof te pas kom en op die terrein van die natuur werk die verstand. Die gevolg van hierdie opvatting en denkpatroon was dat die geloof in God tot enkele sektore van die lewe, nl. die kerk en persoonlike vroomheid, beperk is, terwyl die wetenskappe gebou word op waarneming van feite, deur rasioneel (*met die verstand, die denke*) dit te beskryf wat waargeneem word. Aristoteles se denke van 'n tweedeling in die ruimtelike wêreld het hiermee sy neerslag op die lewensbeskoulike vlak gevind.

Hierdie religieuse antitese van Thomas van Aquino is 'n dialektiese denkwys, wat tot vandag nog deur baie Christene aanvaar word. Thomas het erken dat daar tussen natuur en genade 'n soort eenheid moet wees. Wat hierdie eenheid is, is daar al baie oor geskryf. Die hele lewe en denke van 'n Christen moet egter 'n eenheid wees, in diens van God as geroepene. Dan kan daar geen religieuse antitese wees nie.

In die Renaissance is die natuur en die liggaamlike herwaardeer en verkry hulle weer hul eie plek en waarde soos deur God in sy skepping bedoel. Dit is die positiewe van die Renaissance. 'n Negatiewe element het egter tegelyk ontstaan. Thomas het geleer dat die wil van die mens na die sondeval verdorwe was, maar nie sy verstand nie. Thomas verleen aan die verstand van die mens 'n outonomie (*'n selfstandigheid, 'n onafhanklikheid*) waardeur die filosofie vryer was om te beweeg as ooit te vore, onafhanklik van die Bybel. Ook in die letterkunde en in die skilderkuns begin die mens die natuur as natuur te beskryf en te skilder. Hiervandaan het die pad van outonome humanisme heeltemal oop gelê. (*outonomie : auto=self, nomos=wet*)

In 1517 het die Hervorming begin, nie uit die Renaissance nie, maar teenoor die Renaissance. Die grondmotief van die Hervorming was *skepping, sondeval en verlossing*. Dit was 'n ander grondmotief as dié van die Renaissance wat die *outonomie van die menslike verstand* was. Die Hervorming het van die groeiende humanisme van die Roomse kerk weggebreek deur aan te toon dat die bron van die afdwalinge voortspruit uit die 'onvolledige' sondeval wat Thomas van Aquino verkondig het. Volgens die Hervorming was die sondeval totaal: nie alleen die wil nie, maar ook die verstand van die mens is verdorwe; die verstand van die mens is nie outonoom nie, alleen God is outonoom.

2.6 Die Kopernikaanse revolusie

Natuurwetenskaplikes se werk en denke geskied altyd binne die raamwerk van 'n lewens- en wêreldbeskouing. Ongeveer 400 jaar voor Christus het die Griekse wysgeer Aristoteles die denke gevestig dat enige verklaring by die bekende, die vanselfsprekende moet begin. Volgens ons alledaagse waarneming kan dit as vanselfsprekend aanvaar word dat die aarde in rus is en dat die son, maan, planeete en sterre daaromheen beweeg. Uitgaande hiervan het Aristoteles die heelal verdeel in 'n ondermaanse

(die aarde en die atmosfeer) wat nie in die ruimte beweeg nie, en 'n bomaanse (die maan, son, planeete en sterre) wat ewigdurend om die aarde beweeg. Volgens Aristoteles streef alles in die ondermaanse na 'n toestand van rus, want die aarde is self in rus. As, byvoorbeeld, 'n kar nie meer deur 'n perd getrek word nie, gaan staan die kar omdat die kar na die toestand van rus terugkeer. Hy het 'n verdere onderskeid gemaak: die ewigdurendheid van die bomaanse (maan, son, planeete en sterre is altyd daar) en die tydelike of verganklike in die ondermaanse (die kar breek en vergaan; die perd word siek en gaan dood).

Hierdie Aristoteliaanse wêreldbeskouing is deur die vroeë Christene oorgeneem en hulle het heidense elemente daaruit verwyder of verchristelik. Die Middeleeuse kerk het later die verchristelike leer van Aristoteles, met die aarde in rus, tot 'n dogma verhef. Kopernikus, Kepler en Galileo het teen hierdie kerklik-aanvaarde leer van Aristoteles van 'n aarde in rus ingegaan toe hulle uit waarnemings op planeete tot die gevolgtrekking gekom het dat die aarde beweeg en nie in rus is nie. Vandag is dit nie vir ons vreemd dat die aarde saam met die ander planeete om die son beweeg nie, omdat ons so van kleins af geleer word.

Vir die antiek-Griekse en die Middeleeuse filosofie was die natuur (fisika) en sterrekunde verskillend. Fisika was die studie van die wese (of aard) van veranderlikhede in die natuur en is in hulle begroning met vorm (Aristoteles) of die idee (Plato) verbind. Sterrekunde daarenteen was deel van wiskundige berekening op planetêre bewegings. Hierdie filosofies-begronde gedagtes is nie bevraagteken tot in die Middeleeue nie. Die oorgrote meerderheid van hemelse liggame, die byna duisend sigbare sterre, voldoen volkome aan die leerstuk van eenparige sirkelbeweging. Hulle wentel in 24 uur almal saam in vaste posisies om 'n denkbeeldige as deur die hemelpool. Slegs die sewe rondlopende sterre, insluitend die son en maan, vertoon onreëlmatighede. In die Middeleeue is hierdie afwykings in terme van drie "ongelykhede" bespreek.

1. Die eerste ongelykheid was die seisoene. Die noordelike winter is enkele dae korter as die somer. As die son gelykmatig in 'n sirkel met middelpunt saamvallend met die aarde se middelpunt sou beweeg het, moes somer en winter ewe lank wees.
2. Behalwe vir die son en maan, toon planeete soms terugwaartse bewegings: Mercurius elke 116 dae, Venus 584, Mars 780, Jupiter 399 en Saturnus elke 378 dae.
3. Die derde groep ongelykhede is alle oorblywende afwykings, soos die wisselende groottes van die planeete en die maan.

Die eerste ongelykheid is verklaar deur te aanvaar dat die middelpunt van die son se sirkelbaan om die aarde verplaas is ten opsigte van die aarde se middelpunt. Die terugwaartse bewegings van planeete is soortgelyk deur leisirkels (episiklusse) met verplaaste middelpunte verklaar, ook die groter- en kleinerwording van planeete, die sogenaamde Ptolemeïese stelsel. PTOLEMIE (2e eeu n.C.) se wiskundige berekeninge op hierdie bewegings is later deur die Arabiere en Europeane verbeter. Hierdie Ptolemeïese stelsel het feitlik onveranderd bly geld tot die tyd van Kopernikus (1473-1543).

Tot die tyd van GALILEO (1564-1642) was Aristoteles se leringe dat konsentriese draaiende en deursigtige sferes die sterre, son, maan en planeete in hulle bewegings meesleur, deel van akademiese onderrig en die basis vir navorsing. Ptolemie se stelsel is gesien as interessante wiskundige berekeninge waardeur die sirkelbewegings beskryf (nie verklaar nie) kan word. Sterrekunde was daarenteen wiskundige beskrywings, wat gebruik is om voorspellings te maak vir astrologie, om kalenders saam te stel en vir gebruik deur nawigasie van skeepvaart.

In die dertiende eeu het die werke van Thomas van Aquino gelei tot 'n saamvoeging van teologie en Aristoteles se filosofie, insluitend sy fisika. Sedertdien is teologie en fisika in die fakulteite teologie van die Middeleeuse universiteite onderrig, terwyl sterrekunde as een van die newestrukture in die Geesteswetenskappe onderrig is. Geesteswetenskaplike studente was vry om hulle sieninge omtrent natuurlike (wêreldse) dinge te bespreek solank hulle dit nie as die waarheid aanvaar nie, maar slegs as verstandelike redenasies en berekeninge. Hulle het nie Aristoteles se wêreldbeskouing betwyfel nie, maar het beredeneringe met betrekking tot sy beskouinge ondersoek. Hulle was nie toegelaat om die kerk se gesag oor Aristoteles se wêreldbeskouing te betwyfel nie. Aan die einde van die Middeleeue het die kerk sy gesag oor die denke van mense begin verloor en die mense het hulle die reg begin toeëien om self te besluit wat waar en vals is. Dit was die begin van die Renaissance en die Hervorming.

Kopernikus het nie die verdeling tussen fisika en sterrekunde, wat aan Aristoteles toegeskryf word, aanvaar nie. Kopernikus se beskouinge het radikaal van dié van Ptolemie verskil deurdat hy gestel het dat:

1. die son stilstaan en die aarde daaromheen beweeg;
2. die planeete net soos die aarde om die son wentel;
3. die maan om die aarde beweeg; en

4. die daaglikse rotasie van die aarde om sy eie as die skynbare sirkelbeweging van die sterre verklaar.

Kepler en Galileo se metings op die bewegings van planete en Galileo se ontdekking van Jupiter se mane het hierdie beskouinge as 'n teorie vir planetebewegings bevestig.

2.7 Moderne natuurwetenskap

Die vraag kan gestel word waarom die natuurwetenskappe in Europa opgebloeit het en nie bv. in die Arabiese of Asiatiese lande nie. Ons sou hierop kon antwoord dat dit juis die Christene was wat geweet het dat die natuur en sy werklikhede van God kom en dat hierdie skeppingswerklikhede deur die mens ondersoek kan word. In teenstelling hiermee hang mense in ander wêrelddele dikwels natuurreligieë of godsdienste aan, wat glo dat allerlei magte in die natuur werksaam is, magte wat deur rituele gunstig tot die mens gestem moet word. Hierdie magte in die natuur bedreig andersyds die bestaan van die mens. In die Christendom word die natuur nie as 'n mag teenoor ons gesien nie, maar as gawe van God aan ons, wat ons kan ondersoek. In Psalm 8 bely die psalmis dat die mens byna goddelik gemaak is, dat alle dinge onder sy voete gestel is en dat hy oor die werke van God mag heers, m.a.w. dat hy daaruit mag haal wat daar ingesit is, ook wetenskaplik, maar alles tot eer van die Skepper. Dit was dan ook die siening van die Christelike grondleggers van die huidige natuurwetenskappe. Van Kepler, die bekende Duitse sterrekundige, het die volgende gebed bewaar gebly: 'Ek dank u, Skepper en Here, dat U my hierdie vreugde in U skepping, hierdie genot in die werke van U hande geskenk het. Ek het die heerlikheid van U werke aan die mense bekend gemaak vir sover my eindige gees U oneindigheid kon verstaan. As ek iets gesê het, wat U onwaardig was of as ek eie eer mag gesoek het, vergeef my dit dan tog genadiglik.' Galileo het ook gesê: die werke van Gods vinger - dit wil sê wat sy hande in die skepping gemaak het - en die werke van God se mond - dit wil sê wat God in sy Woord geopenbaar het - kan mekaar nie teenspreek nie. Ons kan daarom op hierdie wyse onbevange wetenskap bedryf.

Met die Hervorming het die Christene weer die natuur as 'n gawe van God aan die mens gesien, wat die mens kan ondersoek en bewerk en wat teen die kwaad bewaar moet word. Verder is besef dat die wêreld *ordelik* is. Daarom kan metings uitgevoer word om ons teorieë omtrent natuurprosesse te toets. Ordelikheid beteken dat herhaling van metings onder dieselfde omstandighede steeds dieselfde resultate binne meetnoukeurighede sal oplewer. Natuurwetenskaplikes kan daarom mekaar se resultate *kontroleer* en wetenskap kan sodoende *gesamentlik deur almal gebou* word. Deur hierdie wetenskaplike kennis leer die mens die skepping van God ken en maak dit moontlik om daaruit te haal wat God daarin gesit het. Dit alles moet egter, met die mens as rentmeester van die skepping, tot eer van die Skepper gedoen word.

In die Middeleeue was die geleerde beroepe gerig om God deur die Roomse kerk te dien. Die kerk was verantwoordelik vir die onderwys. Die siening was dat jy God nie dien deur werk in die samelewing te verrig nie. Na die Hervorming was alle mense gesien as geroepenes om God se skeppingsopdrag uit te voer om die aarde te bewerk, oor die skepping te heers en dit te bewaar. God word daarom gedien deur elke mens se daaglikse arbeid. Daarom is natuurwetenskaplike arbeid ook in die eerste plek gesien as 'n *roeping in diens van God* wat geskied tot eer en verheerliking van Sy naam. In die tweede plek is natuurwetenskaplike arbeid 'n *diens aan almal en alles* wat die vrugte van die natuurwetenskappe kan gebruik, want God het die aarde aan die sorg van die mens toevertrou. Dit plaas 'n plig op die mens. Ook die natuurwetenskaplike is geroepe om hierdie sorg te aanvaar.

Die Hervorming het nuwe betekenis gegee aan die skepping van die wêreld deur God en die voortrefflike genade van God, wat gerig is op die wêreld wat Hy deur Sy genade gemaak het, en wat gerig is op die roeping van die mens en op die volvoering van Sy raadsplan met die skepping gegee. Dit is daarom nie verrassend dat die grondslae van die moderne natuurwetenskappe in die Christelike Weste (Europa) geleë is en nie in een van die bekende antieke beskawings soos dié van die ou Babiloniese ryk, of Egipte of Sjina nie. Dit blyk duidelik uit wetenskaplike geskrifte van baanbrekers van die moderne natuurwetenskappe, wat Christene is soos Kopernikus, Kepler, Pascal, Boyle, Newton, Faraday, Maxwell, Ampère, en Pasteur, dat hulle navorsing deel uitgemaak het van die mens se gehoorsaamheid aan sy Skepper. Die Hervorming het die fundamentele dryfkrag voorsien vir die natuurwetenskap om selfaangedrewe te ontwikkel.

Die moderne natuurwetenskappe het nie die Renaissance nie, maar die Hervorming as bakermat gehad. Hierbo is KEPLER (1571 - 1630) en GALILEO (1564 - 1642) aangehaal. BOYLE (1627 - 1692) het die wêreld ook as 'n direkte skepping van God gesien, maar dit was vir hom 'n deel van sy wêreldbeeld. Hy het deur sy eksperimente met gasse die deeltjie-aard of te wel die atoombeeld van materie en gasse bevorder. Hy het verskynsels in die natuur beskou as veroorsaak deur die beweging van een deel van materie, wat met die ander deel bots. So het ook FRANCIS BACON (1561 - 1626), 'n Britse filosoof, en baie ander die wetenskapbeoefening in feite gesien as 'n onderdeel van hulle Christen-wees (nl. as 'n gedeeltelike herstel van die heerskappy van die mens oor die natuur wat hy by die sondeval verloor het). Hierdie vroeëre natuurwetenskaplikes het as Christene, as produkte van die Hervorming en nie van die

Renaissance nie, die natuurwetenskappe gebou. Dit is hierdie vroeëre natuurwetenskaplikes wat die bloeitydperk van die natuurwetenskappe ingelei het.

Die outonome humanisme, wat uit die Renaissance gegroei het, het in die agtiende eeu gelei tot die sg. Verligting, ook genoem die eeu van die rede. Toenemende natuurwetenskaplike kennis het aanleiding gegee tot die ontwikkeling van empiristiese, naturalistiese en materialistiese beskouinge, in sterk teenstand tot kerklike leerstellinge. Dit het gelei tot die geloof in die neutraliteit van die natuurwetenskappe, d.w.s. *God bestaan nie in die vorming en beoefening van wetenskap nie*. Al het die moderne natuurwetenskappe in die kader van die Christelike denke ontstaan, het die Christelike grondleggers van die moderne natuurwetenskappe tog geglo dat God 'n redelike God is en dat die mens daarom die waarheid van die heelal deur die rede sou kon ontdek.

Die sogenaamde neutrale wetenskap aanvaar dat die grense van menslike kenne in die geskape werklikheid self lê. Slegs dit wat die mens uit die geskape werklikheid kan leer, kan deel wees van die wetenskap. Die navorser is daarom gebonde tot eksperimente in sy natuurondersoek en tot die feitelike gegewens wat hy uit sy eksperimente kan verkry. Slegs dit wat waarneembaar is, hetsy visueel met die oog of deur sy apparaat, hetsy wetenskaplik-gefundeerde afleidings uit waarnemings en metings, moet dwingend aanvaar word. Dit beteken dat slegs die eksperiment gesag het. Newton sê letterlik dat die eksperiment die enigste reële (of werklikheids-) fundering van die wetenskap is. Dit is Empirisme.

In die beginfase van die moderne wetenskap, toe die mens hom ontworstel het van die natuurfilosofie van die Middeleeue, was die wetenskapbeoefenaars bedug teen die gevaar van 'n filosofie binne die wetenskap. Die mens het egter as 'redelike en denkende wese' 'n natuurwetenskap op eksperimentele basis kon ontwikkel, wat nuwe moontlikhede tot tegniese skeppinge en produksie geopen het. Dit het tot die ontwikkeling van verbeterde apparaat gelei, waardeur nuwe waarnemings en metings gedoen kon word, wat weer gelei het tot verdere uitbouing van die natuurwetenskap, en waardeur verdere tegniese skeppinge en produksie moontlik geword het. Hierdie positiewe terugkoppeling met die tegniek, het die natuurwetenskappe 'n bloeitydperk sedert die Renaissance laat beleef, waardeur die outonomie van die mens (*hy het God nie nodig nie*) gevestig is.

Ondanks sy onbetwisbare sukses, was die aanvaarding van die gesag van eksperimentele waarnemings as die enigste waarheid in feite 'n aanvaarding van 'n filosofie in die vorming en beoefening van die natuurwetenskappe. Die Griekse model van die wêreld as 'n organisme is nou vervang deur 'n model van die wêreld as 'n meganisme ('n masjien). Hierdie sogenaamde gemeganiseerde wêreldbeeld het sedert die Renaissance ontwikkel, waartoe Descartes 'n belangrike bydrae gelewer het.

2.8 Descartes (1596-1650)

Die eerste groot wysgeer van die nuwe tydperk, wat met die Renaissance 'n aanvang geneem het, was René Descartes. Hy het in die eerste helfte van die sewentiende eeu geleef. Hy het net soos Plato geglo dat kennis deur idees uit menslike denke tevoorskyn kom. Sy probleem was dat ons foute met ons beredenering kan maak en dat ons gevolgtrekkings onseker sal wees as ons nie seker is van die korrektheid van ons voorveronderstellings, waarvandaan ons redeneer, of van ons waarnemings nie. Op grond van die twyfelbeginsel en deur logiese beredenering het hy 'n heeltemal nuwe filosofie probeer ontwikkel. In sy soeke na ware kennis, het hy nóg (Gods-) openbaring nóg onkritiese waarneming deur ons sintuie wou aanvaar as basis vir sy nuwe filosofie. Hy het die werklikheid soos deur ons sintuie waargeneem, betwyfel, maar het uiteindelik gekom tot die uitspraak: Ek kan nie aan my bestaan twyfel nie omdat ek moet bestaan om te kan dink. Nadat hy die bestaan van die EK aanvaar het, het hy beredeneer dat God moet bestaan: Ek het 'n idee van wat volmaaktheid is. Hierdie idee kon my ervaring nie aan my gegee het nie, want my ervaring bestaan uit menigvuldige onvolmaakte dinge. Ek kon ook nie die idee van volmaaktheid uitgedink het nie omdat ek self nie volmaak is nie. Die idee van volmaaktheid moes daarom aan my gegee gewees het deur God, wat volmaak is. Daarom moet God bestaan. Ten slotte het hy tot die gevolgtrekking gekom dat die wêreld moet bestaan omdat God my laat glo het dat die wêreld bestaan en God my nie sal mislei nie.

Descartes se filosofie was radikaal anders as dié van die antieke Grieke, by name van dié van Aristoteles. By Descartes was die beginpunt nie 'n basiese beginsel of stof nie, maar die "driehoek" God-EK-Wêreld. Descartes se basiese beginsel was dat God in die wêreld en in die EK is, en dat die EK (dit is onself) nie van die wêreld losgemaak kan word nie. Hy het niks vir waar aanvaar as dit nie bewys kan word nie.

Sy advies was om elke probleem in soveel as moontlik klein stukkies op te deel, om ordelik te dink vanaf die mees eenvoudige en om 'n probleem uit soveel moontlike hoeke te beskou sodat niks buite rekening gelaat word nie. Descartes het hiermee 'n denkrigting geformuleer, wat weggebreek het van die vernuwende denke van die Renaissance sowel as van die Hervorming, en het daardeur 'n sterk invloed op filosofiese en wetenskaplike denke tot vandag uitgeoefen.

Vir Descartes was die wesenlike kenmerk van materie (1) dat dit ruimte besit, wat deur ruimtemeetskunde bestudeer kan word, en (2) dat materie in die ruimte kan beweeg en kan verander. Alle ander eienskappe was vir hom minder belangrik. Omdat 'n materiële voorwerp in sy eie reg bestaan, onafhanklike van menslike bewussyn, moet die natuurwette waaraan so 'n voorwerp onderworpe is, geheel en al in terme van ruimte en tyd geskryf kan word. Hy het 'n koördinaatstelsel ontwikkel om die meetkunde van 'n voorwerp algebraïes te kan beskryf. Descartes het sodoende meetkunde tot wiskunde herlei sodat deur die beginsels van koördinaatmeetkunde, die volle krag van algebraïese metodes aangewend kon word om 'n probleem op te los. Bv. deur die meetkundige eienskappe van 'n kromme na die taal van algebra oor te dra, het Descartes aangetoon baie meetkundige stellings baie eenvoudiger bewys kan word as deur direkte meetkundige metodes. Die Cartetiese koördinaatstelsel is dan ook na hom vernoem.

Voortvloeiend uit die Renaissance en die Hervorming was daar 'n nuwe belangstelling in wiskunde. Die groeiende belangstelling in wiskunde het 'n filosofiese denkstelsel bevorder, 'n denkstelsel wat uit logiese beredenering tot een of ander waarheid wil kom, 'n waarheid wat net so vas en seker is as 'n wiskundige gevolgtrekking. Descartes se filosofie het aan so 'n benadering die grondslag gegee. Descartes se filosofie het Newton sterk beïnvloed. Descartes het geskryf dat kwalitatiewe verklarings (soos: 'n klip val omdat dit die eienskap van swaarte besit) deur kwantitatiewe groothede in wiskundig-geformuleerde wette vervang moet word. Dit beteken dat fisiese verskynsels reduseerbaar (terug herleibaar) is tot kwantitatiewe beskrywings deur middel van wiskundig-geformuleerde wette.

Volgens Descartes se beredenering was diere en plante nie wesenlik verskillend van masjiene nie. Hy het diere en plante sodoende tot materiële stelsels in ruimte en tyd herlei. Dit het later tot die siening gelei dat die gedrag van diere en plante uitsluitlik deur die wette van Fisika en Chemie bepaal word. Indien diere en plante dan soos masjiene beskou moet word, is dit moeilik om nie dieselfde van die mens te dink nie. Aangesien daar geen rede was waarom die bewussyn (die intellek) van die mens filosofies anders as die liggaam van die mens benader moet word nie, het dit verder gelei tot die aanvaarding dat die bewussyn en sy intellektuele aktiwiteite ook volledig deur wette soortgelyk aan die wette van Fisika en Chemie bepaal word. Dit het weer die vraag na vore gebring of die mens 'n vrye wil het. Hierdie meganistiese beskouing het ook voortgevloei uit Newton se meganika en negentien-eeuse Fisika wat van die aanname uitgegaan het dat die natuur beskryf kan word los van God en los van onself (die EK van Descartes). Hierdie losmaking van die wetenskap van God en van onself was gou 'n nodige voorwaarde vir die wetenskaplike denke (die sg. neutrale wetenskap) en het meegebring dat die natuurwetenskappe vanaf die agtiende eeu besonder vrugbaar ontwikkel het.

2.9 Kort notas oor kwantifisering en 'natuurwette'

- Galileo (1564-1642) het teen die gangbare wetenskaplike metode van sy tyd ingegaan deur te aanvaar dat daar 'n onderlinge afhanklikheid tussen teorie en eksperiment moet bestaan. Dit is hierdie aanvaarding van 'n onderlinge afhanklikheid van teorie en eksperiment wat die moderne wetenskappe skerp onderskei van die wetenskappe in die Middeleeue en daarvoor.

- Newton (1642-1727) het, in opvolging van Galileo se gedagtes, ontdek hoe om empiriese verskynsels te kwantifiseer en in berekenbare resultate oor te sit, bv. versnelling, massa en krag in sy bewegingsvergelings. Hierdie ontdekking van Newton het die grondslag vir die ontwikkeling van die moderne natuurwetenskappe en die moderne tegnologie gelê.

Newton het geglo dat deur die metode van eksperimentele bevraging vasstaande kennis omtrent die natuur en die heelal verkry kan word.

- Wiskundige simbolisme: Newton het aan wiskundige simbole (wat getal of ruimte voorstel) 'n nuwe inhoud in terme van fisiese groothede soos krag, massa en lading, gegee deur die proses van abstraksie (onttrekking) en veralgemening van waarneembare groothede van verskynsels in die natuur. Deur wiskundige metodes is gekwantifiseerde empiriese kennis dan op 'n deduktiewe (van die algemene tot die besondere) wyse gesistematiseer.

- Fisiese en chemiese wette word uit reëlmatighede van meetbare (kwantifiseerbare) groothede, wat in 'n laboratorium eksperimenteel onder beheerbare omstandighede gemeet word, afgelei. Hierdie wette word dan deur wiskundige vergelykings geformaliseer en teoreties verwerk tot 'n formele en simbolistiese stelsel, waardeur die natuur beskryf word. Deur die krag van die wiskundige metode is ons denkvermoë dramaties uitgebrei, en is ons in staat gestel om dieper in die geheime van die natuur in te dring as wat deur gewone denke bereik kon word. Sodoende kon uiteenlopende fisiese en chemiese kennis vereenvoudig en tot 'n eenheid saamgevoeg word. Ook sistematiesering in periodes is 'n wiskundig-logiese aktiwiteit, bv. die indeling van chemiese elemente in 'n periodieke tabel. Wiskunde is daarom in die hande van die natuurwetenskaplike veel meer as 'n kragtige hulpmiddel om bestaande kennis te beskryf.

HOOFSTUK 3. TEGNIEK EN VORMING VAN TEGNIESE WETENSKAP

3.1 Die Griekse denke en tegniek

Die Egiptenare en voor hulle die Babiloniërs het slegs daardie feite van die materiële wêreld bestudeer, wat van onmiddellike praktiese waarde was. Die Grieke daarenteen het wat vandag nog die grondmotief van die wetenskap is, gevestig, nl. die begeerte om 'n gedagtemodel van die werking van die heelal te maak. Hulle het uit sintuiglike kennis deur logiese denke vir die eerste keer wetenskap gevorm. Die Griekse wetenskap het egter nie tot die tegniek deurgewerk nie, want verstandelik-beredeneerde (rasionele) denke was ver verhewe bo die tegniek wat uit handeewerk met eenvoudige gereedskap en dierekrag (sg. *tradisionele of bestaanstegniek*) bestaan het om aan onmiddellike lewensbehoefes van die mens te voorsien. Daar was geen motivering tot tegniese ontwikkeling nie.

Vir die Griekse geleerdes was eenvoudige eksperimente met gereedskap en meganiese opstellings slaafagtig en vernederend soos handeewerk. Daarom dat hulle nie op die gebied van Fisika en Chemie kon presteer nie. Sekere handeling soos die geneeskuns en die studie van plante en diere - laasgenoemde was van ietwat minder belangrik as geneeskunde - was vir die Griekse wysgere edele verstandelike oefeninge, terwyl sterrekunde en die studie van die ewige wiskundige harmonie (Ptolemie se werk) in die heelal nog edeler was. Die grootste sukses van die Grieke lê egter in die ontwikkeling van meetkunde as 'n wetenskap. Daarvoor was geen eksperiment nodig nie maar slegs verstandelike beredeneringe (rasionalisme).

3.2 Wat verstaan ons met die woord tegniek?

Die woord tegniek is afgelei van die Griekse woord *techné*, wat baie betekenisse het (kyk Vlot, in van Woudenburg, 1996:203 e.v.). Alle menslike handeling kan daarmee beskryf word. Vir die Grieke het dit vaardigheid in die wetenskap, die kuns en die tegniek beteken. Ook in ons spraakgebruik het 'tegniek' verskillende betekenisse. Ons praat bv. van die tegniek van klavierspeel, en ook van sosiale tegnieke. Die Franse filosoof Ellul gebruik die woord tegniek in die sin van wetenskaplike beheersingsmetode.

Vir ons doeleindes moet ons die betekenis van die woord noukeurig omlin. In ons woordgebruik beteken wetenskap altyd (gesistematiseerde en gekontroleerde) kennis van die werklikheid. Hierteenoor beteken tegniek verandering van die werklikheid deur mense en hulle gereedskap. Dit beteken dat wetenskap *kennismag* is, terwyl tegniek *vormingsmag* is. Saam met Schuurman (1990) beskou ons *tegniek as die menslike vorming van die natuur vir menslike doeleindes met behulp van gereedskap*. Die aard van hierdie gereedskap het met die verloop van tyd sterk verander veral onder die invloed van die wetenskap. Die invloed is vandag só sterk dat tegniek soms as *toegepaste natuurwetenskap* beskryf word.

Vir 'n betroubare insig op die ontwikkeling van die tegniek en die invloed van die natuurwetenskap daarop, is kennis van die geskiedenis en in besonder die geestelike dryfkragte en die motiewe daaragter, nodig.

3.3 Geskiedenis van die tegniek

Die tegniek is so oud soos die mensheid. So lees ons in Genesis 4:17 dat Kain 'n stad begin bou het, daarna in vers 21 van Jubal wat "die stamvader was van dié wat op die lier en die fluit speel", en vervolgens van Tubal-Kain, wat "'n smid, 'n vakman in koper en yster" was. Tegniek was aanvanklik beperk tot handeewerk van die mens en was deel van die menslike bestaan, om aan onmiddellike en plaaslike behoeftes te voldoen.

Die geskiedenis van die tegniek kan in drie tydperke verdeel word. Die eerste fase is die *tradisionele of bestaanstydperk*. In hierdie tydperk van *bestaanstegnieke* was die ontwikkeling baie traag, eintlik staties. Eenvoudige gereedskap en werktuie, soos 'n blaasbalk, weefbank of meulsteen, is gebruik. Die energie vir die tegniese arbeid is deur mens en/of dier verskaf. Tegniese ontwikkeling was aangedryf deur omstandighede om te oorleef. Die uitvinding van die wiel byvoorbeeld is aangedryf deur die gebruik van strydwaens in oorlogvoering (bv. tussen die Israeliete en die Filistyne). Ook die draaibank, die pottebakkerswiel, die waterskepwiel, ensameer, se ontwikkeling is deur omstandighede aangedryf.

Gedurende die tradisionele tydperk was die motivering en behoefte van die mens nie gerig op die praktyk van die samelewing nie, nie op die maak en verkoop van goedere nie, want die lewensinstelling was om te aanskou en te bepeins. Dit was nie dinamies en aktief nie. Tegniese uitvindinge is wel op papier gemaak, bv. deur Archimedes (o.a. die hewel), maar is nie uitgevoer nie. Daar was geen motivering om uitvindinge wat op papier gemaak is, tegnies uit voer nie, aangesien verstandelik-beredeneerde denke vir die Grieke vër bo die onmiddellike lewensbehoefes van die mens verheve was. Ook in die Middeleeue was daar nie 'n motief tot tegniese ontwikkeling in die samelewing nie, toe as gevolg van religieuse beskouinge waardeur die aardse lewe onderwaardeer is. Tegniek is tradisioneel slegs in die kerk en erediens gebruik, en daarbuite was dit beperk tot oorlogvoering en spele.

Hierdie tradisionele fase het tot ongeveer die vyftiende eeu n.C. geduur. In die laat Middeleeue het die besef by die gewone mense van Christelike Europa langsamerhand begin posvat dat die mens ook 'n roeping het om God in Sy skepping te dien en nie net geroep is tot diens vir die kerk nie. Hierdie groeiende besef dat die skeppingsopdrag in Genesis aan die mens 'n kultuurmandaat gegee het, het tot 'n positiewe waardering van die tegniek gelei en tegniese ontwikkelinge het gevolg, want tegnieke kan tot die uitvoer van die skeppingsopdrag gebruik word. Hiermee het die tweede fase, die *praktiese tydperk*, begin, wat ten nouste saamgehang het met die opkoms van die protestantse Christendom. Dit het gelei tot verdere ontwikkeling van die kompas, nadat twee Sjinese in die elfde eeu die kompas na Europa gebring het. Deur ambagtelike tegnieke is die konstruksie en werking van die kompas sodanig verfyn dat Gilbert dit as 'n instrument kon gebruik om sodoende magnetostatika as 'n wetenskap in 1600 te kon vestig. Die ontdekking van buskruit in Europa gedurende die laat Middeleeue (buskruit was veel vroeër by die Sjinese bekend) het tegnici die uitdaging gebied om kanonne en later gewere en pistole deur ambagtelike tegnieke te ontwikkel. Deur die uitvinding van boekdrukuns as 'n praktiese tegniek ongeveer 1450 deur Gutenberg, het die eerste gedrukte Bybel, die Gutenberg-Bybel in 1456 verskyn. Deur die boekdrukuns het die intellektuele lewe 'n omwenteling ondergaan.

Alhoewel glas alreeds by die Egiptenare so vroeg as 3800 v.C. bekend was, is daar nie van glas se optiese toepassings gebruik gemaak nie tot laat in die Middeleeue. Roger Bacon (1214 - 1294) was een van die eerstes om die eienskappe van lense en spieëls te ondersoek. Brille is daaropvolgend in Italië gemaak en begin gebruik rondom 1300. Omvattende gebruik het in Duitsland en Holland gedurende die vroeë sestende eeu posgevat. Die eerste teleskope is omstreeks 1608 in Holland gemaak. Galileo van Italië het in 1609 van hierdie Hollandse uitvinding gehoor. By gebrek aan besonderhede het hy toe die beginsel van die teleskoop self uitgewerk en het binne weke sy eie teleskoop gemaak, wat hy dadelik op hemelvoorwerpe gerig het. Hiermee het 'n nuwe tydperk van opwindende waarneming van sterre en planete begin, en sterrekunde kon as 'n wetenskap gevestig word.

Vroeër is die sonnewyser gebruik om tyd gedurende die dag te bepaal. Die Grieke het 'n waterklok ongeveer 2000 v.C. ontwikkel, terwyl Henry De Vick in Württemberg, ongeveer 1360 n.C., 'n klok, wat ure slaan en met gewigte werk, ontwikkel het. Galileo het in 1581 die gelykduurigheid van die slinger ontdek, terwyl Christian Huygens van Nederland in 1656 die eerste slingerklok gemaak. Robert Hooke, Engeland, het ongeveer 1676 die opgerolde haarveer gebruik om 'n klok met 'n slingerwiel te maak. Al hierdie ontwikkelinge is deur ambagtelike tegnieke tot stand gebring.

3.4 Die moderne tegniek en die tegniese wetenskap

Die tydperk van praktiese tegnieke word gekenmerk deur verskillende nuwe uitvindinge soos buskruit, boekdrukuns, die kompas, horlosies, die bril en teleskoop, asook verdere ontwikkelinge van menigvuldige instrumente vir natuurwetenskaplike en praktiese gebruik. Ambagslui was verantwoordelik vir hierdie ontwikkeling van praktiese tegnieke. Hierdie praktiese tegnieke het omstreeks 1800 oorgegaan tot *moderne tegnieke* wat uit natuurwetenskaplike kennis ontwikkel is en wat nie meer ambagtelik is nie. So het James Watt (1736-1819) die stoomenjien op grond van natuurwetenskaplike kennis kon ontwikkel. Dit was die begin van die industriële revolusie. Nou kon mensekrag en dierekrag vervang word met stoomkrag, wat uit die verbranding van steenkool verkry is.

Die moderne tegniek maak gebruik van feitlike en geordende kennis van die natuurwetenskappe om die natuur en sy hulpbronne te benut tot voordeel van die mens. Die kennis wat die natuurwetenskappe van die natuur verkry, open vir die nywerhede nuwe weë en moontlikhede tot tegniese skeppinge en vervaardiging, en tot uitoefening van mag oor die natuur. Ons kan dit tipeer met: *Kennis gee mag*. Omgekeerd bied die nywerhede en die tegniek aan die basiese natuurwetenskappe vandag tegniese

hulpmiddels, waar ons vroeër nie oor kon droom nie. Daardeur kan meer betroubare gegewens en nuwe en meer omvattende kennis ingewin word. Dit kan getipeer word met: *Mag oor die natuur bied middele tot kennisvermeerdering*. Meerdere kennis gee weer meerdere mag, terwyl meerdere mag dan weer nuwe kennis gee, waardeur verdere mag oor die natuur verkry kan word, ensovoorts. Dit is 'n teruggekoppelde proses, 'n kettingreaksie, wat 'n eksponensiële ontwikkeling tot gevolg het. Dit is wat ons vandag beleef, in besonder met die vermoë van rekenaartegnologie wat tot 'n veel groter mate mag gee om kennis van die natuur vinnig in te win en die toenemende mag wat hoë-tegnologie met behulp van rekenaars aan nywerhede en die samelewing gee.

Sedert die nywerheidsomwenteling (industriële revolusie) het daar ook 'n selfaangedrewe proses ontwikkel deur die terugkoppeling tussen die behoefte van die samelewing en tegniese ontwikkeling. Om dit verduidelik, begin ons met die uitvinding van die stoomenjins. Na sy uitvinding is die stoomenjins self gebruik om te help met die myn van ystererts en steenkool, om water uit die myn te pomp, en met die produksie van yster. Daardeur kon meer steenkool gemyn en meer yster geproduseer word. Meer stoomenjins kon toe vervaardig word, waarvoor daar meer steenkool nodig was om die stoomenjins vir verskillende gebruike aan die gang te hou. Gevolglik moes meer steenkool gemyn word, waarvoor meer stoomenjins nodig was. Dit het verhoogde produksie van steenkool en yster nodig gemaak en nog meer stoomenjins en beter yster kon vervaardig word vir allerlei ander toepassings in die samelewing. Dit het weer 'n nuwe behoefte geskep vir nog meer steenkool en nog meer stoomenjins waarvoor nog meer yster nodig was, ensovoorts, in 'n steeds groter wordende spiraal. So 'n proses word 'n kettingreaksie of 'n teruggekoppelde proses genoem. Iets dergeliks, net op 'n ander wyse en op 'n groter skaal, gebeur vandag.

Tegniese wetenskap is nie dieselfde as die tegniek nie. Tegniek en tegniese wetenskap is wel onafskeidbaar aan mekaar verbonde. Die tegniese wetenskap is gerig op die vraag hoe iets gemaak moet word. Om te maak is die opdrag aan die tegnisi. Nuwe ontwikkelinge in die tegniese wetenskap gaan hand aan hand met nuwe tegniese moontlikhede.

HOOFSTUK 4. MODERNE DENKRAAMWERKE

4.1 Rasionalisme

Rasionalisme is die siening dat slegs dit wat die verstand kan begryp, aanvaar mag word. Die verstand is die grondslag van alle sekerhede. 'n Enger betekenis is deur 'n groep filosofe van die 17e en 18e eeu waaronder Descartes, Spinoza en Leibniz, ontwikkel. Hulle aanvaar dat dit moontlik is (1) dat alle ware kennis van die natuur en alles waaruit dit bestaan, alleen deur rede, die verstand verkry kan word uitgaande van bepaalde algemeen-geldende beginsels, (2) dat kennis in 'n enkele stelsel of raamwerk deduktief (van die algemene na die besondere) verklaar kan word, en (3) dat alles, dit wil sê enigiets verklaarbaar is binne hierdie enkele stelsel. Dit aanvaar daarmee dat daar 'n enkele teorie bestaan, wat alles deduktief kan omskrywe ('n teorie vir alles).

Volgens die Griekse wysgere bestaan daar alle rede om te aanvaar dat die natuur rasioneel is (deur denke verstaan kan word) en dat natuurprosesse logies-noodwendig is. Volgens die Grieke impliseer dit logiese Noodwendigheid, wat oor 'n wêreld van ewige selfaangedrewe Vorme regeer. In wese is die Griekse wetenskap 'n wetenskap wat aan die voorskrifte van die rede voldoen (Hooykaas, 1972:29). Hierteenoor impliseer die Bybelse voorstelling van 'n wêreld, wat God volgens Sy vrye Wil gemaak en geskep het, 'n wetenskap wat afhanklik is van data en feite, van dinge wat gegee en gemaak is, dinge wat sowel rasioneel as nie-rasioneel (dit wat deur geloof aanvaar word) is. Daar word keer op keer in die Bybel gestel dat die gedagtes van God nie die gedagtes van die mens is nie. Die mens kan slegs ten dele ken. Daar is nie net 'n sintuiglik-waarneembare wêreld nie, maar daarmee geïntegreerd ook 'n wêreld wat nie sintuiglik waarneembaar is nie.

Rasionalisme verwerp alle godsdienstige geloof as nie-rasioneel. Daarenteen bevorder rasionalisme egter noodwendig 'n metafisika aangesien 'n stel uitgesoekte beginsels aanvaar moet word om die absolute en universele vorm van die werklikheid te bepaal. Descartes en Leibniz beklemtoon dat wiskundige beginsels deel van die werklikheid is. Kennis van universele beginsels sê egter niks omtrent hierdie wêreld nie. Leibniz was bewus van hierdie kontingente aard van die natuur. Dit beteken dat 'n wiskundige teorie in homself nie noodwendig die soort wêreld wat ons bewoon, omskrywe nie (Miller, 1947:268 e.v.). Vandag weet ons dat wiskundige teorieë na behoefte ontwerp kan word om enige stelsel of materiaal te omskryf om by 'n besondere waarneming aan te pas.

4.2 Materialisme

Materialisme is die filosofiese beskouing waarvolgens materie as die enigste werklikheid gesien word, of waarvolgens materie die wese of substansie van die werklikheid is. Dit beteken dat alles wat bestaan, is of materie of afhanklik van materie vir sy bestaan. 'n Voorbeeld hiervan is die lewensstrome wat volgens die Griekse wetenskap uit die aarde, wat ewig is, voortkom en weer daarna terugkeer. Alles wat bestaan, ook die gode, kom uit die lewensstrome voort. Dit beteken ook dat alles, ook geloof en die bewussyn van die mens vanuit materie (die natuur) ontstaan het en daardeur verklaar moet word. 'n Verdere voorbeeld is Democritus se beskrywing van natuurlike prosesse en menslike ervaring in terme van ruimtelike rangskikkings en herrangskikkings van onveranderlike (ondeelbare) atome.

Vir die meeste Griekse wysgere was die natuur 'n lewendige en goddelike *organisme* wat alle dinge voortgebring het, alle gode (en daar was baie), mense en diere. Die kosmos was vir hulle iets lewendigs met 'n wêreldsiel. Voortbrenging is dan 'n basiese funksie van die natuur. Vir Aristoteles het die natuur twee hoofeenskappe gehad : die natuur is *verstaanbaar* en is 'n *lewende organisme* (Hooykaas, 1972:9). Dit was 'n *materialistiese* wêreldbeeld.

4.3 Die meganistiese wêreldbeeld

Meganisme word gewoonlik gedefinieer deur die stelling dat ware wetenskaplike verklarings van die werking van die natuur verkry word wanneer die waarnemings deur meganiese modelle beskryf kan word. Hiervolgens verloop prosesse in die natuur soos 'n masjien volgens natuurwette. Dit is 'n filosofie wat hoofsaaklik deur Descartes (1591-1650) ontwikkel is. Volgens die meganis het doel (teleologie) geen plek in natuurwetenskaplike teorieë nie. So moet nie gesê word dat 'n plant sy blare draai om die volle sonlig op te vang nie, want dit is 'n teleologiese (doelmatige) verklaring. 'n Aanvaarbare meganistiese verklaring is dat 'n spesifieke molekulêre struktuur die blare na die son laat draai. Die meganis soek daarom 'n aanvaarde wetenskaplike beskrywing in terme van meganiese modelle. Sulke modelle, gegrond op bekende prosesse, beskryf dan die ware meganismes van 'n verskynsel of waarneming.

Ontwikkelinge in wetenskapsdenke en waarnemingsmetode vanaf Kopernikus tot Newton het die model van die wêreld as 'n organisme vervang deur 'n beeld van die wêreld as 'n meganisme (masjien). Die

antieke atomiste het ook 'n meganistiese filosofie gehad deur hulle geloof dat veranderinge as gevolg van beweging deur materie plaasvind. Die atomiste erken egter nie struktuur (ontwerp) in die natuur nie. 'n Meganisme (soos 'n masjien) moet die produk van 'n ontwerper wees en het daarom 'n struktuur, wat sy maker aan hom gee. 'n Ontwerper is nie deel van die produk nie maar die produk word deur die ontwerper onderhou. Hierteenoor dui 'n lewende organisme op 'n inherente (inwonende) meganisme wat aan hom bv. die vermoë gee om te oorleef. Daarteenoor lê die rede van bestaan en voortbestaan van 'n masjien buite homself - dit lê in die plan en bedoeling van sy ontwerper.

Die Bybel se siening van die wêreld is dat die heelal in geheel en in al sy dele van oomblik tot oomblik van God as Skepper en Voleinder afhanklik is. Die Bybel gee egter nie 'n wêreldbeeld van die natuur as 'n organisme of as 'n masjien nie, maar van God wat in die natuur werksaam is as Onderhouer en Bestierder. Omdat God transendent is, kan niks in die natuur enige werklike kennis van God aan ons voorsien nie. Die voorstelling van die natuur as 'n 'masjien' of as 'n 'organisme' kan die natuur geensins genoegsaam beskryf nie. Christen-wetenskaplikes het egter sedert die Hervorming die meganistiese ontwerp aanvaar en die werking en onderhouding van die natuur met hul teïstiese geloof aan 'n voortrefflike God toegeskryf, 'n God wat volgens die Bybel transendent in die heelal inwerk en nie panteïsties deel is van die organistiese wêreld van die antieke Grieke met sy godedom nie.

Meganiese Determinisme is 'n beskouing dat die heelal soos 'n klokwerk onderhewig aan deterministiese (oorsaak-gevolg) natuurwette, verloop. Hierdie filosofie is deur Laplace (1749 - 1827) aanvaar op grond van die enorme sukses van Newton (1642 - 1727) se meganika, waardeur hy onder andere die meganiese stabiliteit van die sonnestelsel kon beskryf. Die regstellende hand van God was daarom volgens Laplace nie meer nodig nie. Die meganiese determinisme was ook die basis van Darwin (1809 - 1882) se evolusieteorie. Newton was die vader van die meganiese verklaring van verskynsels en waarnemings, uitgaande van sy bewegingswette, wat hy wiskundig geformuleer het. Meganiese determinisme voer Newton se werk veel verder as die fisiese teorie en wel tot op geloofsvlak. Daarvolgens is God nie meer Onderhouer en Bestierder nie.

4.4 Empirisme

Empirisme word gewoonlik gedefinieer deur die stelling dat alle kennis (of ten minste alle feitelike kennis met die uitsluiting van suiwer logiese verbande tussen denkbeelde) uit ervaring en eksperimentele waarneming verkry word. Dit is die opvatting dat ware kennis alleen deur middel van sintuiglike ervaring verkry word. Empirisme sien die verkryging van kennis as 'n stadige brokkie-vir-brokkie-proses, met voortdurende self-regstelling, met grense en moontlikhede, wat bepaal word deur die eksperiment of waarneming. Francis Bacon (1561 - 1626) was die eerste in 'n lyn van empiristiese filosowe, wat hoofsaaklik in Brittanje gesetel was.

Natuurwetenskappe werk vanaf empiriese waarnemings van verskynsels na rasonele stelsels, verbande, verhouding, beskrywings en voorspellings, wat weer eksperimenteel getoets kan word. Wanneer die rasonele element oorbenadruk word, word dit rasionalisme, want dan word *rasionalisme* die kriterium vir beskrywing van die werklikheid. Waarneming en eksperimentering verkry dan 'n ondergeskikte en afgeleide belangrikheid.

Rasonele empirisme beteken dat die natuurwetenskaplike sy meganiese of ander beelde of modelle, wat hy gebruik, aanvaar as 'n wyse van verstandelike (raseonele) beskrywing en nie as verklaring van die wesentlike van die wêreld nie. Rasonele empirisme het 'n oop oog vir die kontingente. Die wêreld van die Fisikus en Chemikus is in wese 'n vertaling van die wêreld van fisiese en chemiese verskynsels en waarnemings tot simbole, wat hulle leen tot wiskundige verwerkings en tot skematiese voorstellings in sketse, tabelle of grafieke. Van hier uit kan weer gerieflik terug vertaal word na verskynsels en waarnemings in die natuur of laboratorium.

Na die Hervorming is die meganistiese wêreldbeeld aanvaar met God as Skepper daarvan, met bepaalde voorbehoude en ontoereikenhede, bv. deur Descartes, Boyle, Huygens en Newton. Hierdie aanvaarding het spoedig gelei tot 'n *positivistiese* en 'n *empiristiese* beeld van die natuurwetenskappe, 'n beeld wat tot 'n mate alreeds by Pascal, Boyle en Newton aanwesig was (Hooykaas, 1972:25). Hierdie beskouing is die basis van raseonele empirisme, wat die gangbare metode van moderne natuurwetenskappe is. Hedendaagse natuurwetenskaplikes is dikwels onbewus van die feit dat die metafisiese begroning van hulle werk grootliks deur Christen-wetenskaplikes van Bybelse begrippe en denkbeelde van God en die skepping afgelei is.

Rasonele empirisme erken dat die rede onontbeerlik is om die werklikheid empiries waar te neem en te beskryf. Vir die Christen-wetenskaplike is die werklikheid veel meer omvattend as dit wat waargeneem word. Vir hom is die rede (die verstand) 'n gawe van God om die skepping deur eksperimentering en andersinds te leer ken tot verheerliking van die Skepper. Hy erken verder die kontingente as 'n element in

die bestaan en wese van dinge en prosesse in die skepping en gee daardeur diepte aan die beoefening van Christelike Bybelgefundeerde wetenskap.

Wiskundige empirisme: Plato het wiskunde beskou as een van die beste voorbeelde van ware wetenskap, aangesien dit te doen het met dinge (getalle, meetkundige figure en logika) wat nie aan veranderinge onderhewig is nie. Hierteenoor is wetenskaplike inhoude van Fisika en Chemie baie minder seker want dit handel met dinge wat kan verander. 'n Wetenskap, wat van waarneming afhanklik is soos verskynsels wat in die hemelruim waargeneem word (sterrekunde), kan volgens Plato nie ware wetenskap wees nie.

Volgens Descartes het God wiskundige waarhede in die wêreld gevestig. Kepler en Galileo, twee van die grondleggers van die moderne natuurwetenskappe, het geglo dat God gedurende die skepping Sy wiskundige beplanning ten volle deel van die heelal gemaak het. God het die mens met 'n wiskundige aanleg geskape sodat hy deur eksperimentering die wiskunde, wat God in die skepping ingelê het, kan ontdek. Kepler en Galileo het daarom 'n *wiskundige empirisme* ('n beskrywing van sintuiglike waarneming en ervaring in terme van wiskundige verwerkings en beskrywings) in hulle wêreldbeskouing ingebou.

4.5 Klassieke funderingsdenke van John Locke (1632 - 1704)

Volgens die bekende Britse, vandag klassieke, wysgeer John Locke is dit wat ons weet meer omvattend as sintuiglike kennis. Ons het ook oortuigings. Volgens Locke moet ons dankbaar wees dat God ons meer gegee het as slegs 'n vermoë tot insig. God het ons die moontlikheid van oortuigings gegee, om daarvan oortuig te kan wees dat iets so is, bv. dat dit nou agtuur is, al sien niemand in dat dit agtuur is nie. Wat iemand werklik sien is sy horlosie, wat aangee dat dit nou agtuur is. So is ons ook oortuig van ons eie bestaan, dat ons bestaan. Sekerheid is ook kennis. Tussen kennis en oortuiging behoort geloof geplaas te word, dit wil sê dat die mens iets aanvaar op God se gesag. Maar volgens Locke gee die Rede groter sekerheid tot kennis as oortuigings en as geloof. Daarom is volgens Locke geloof en veral oortuiging onvolkome in vormgewing aan kennis (Woltersdorf, 1996:17 e.v.).

Oortuigings moet, volgens Locke, gelei word deur die Rede, maar nie deur outoriteite en tradisies nie. Outoriteite en tradisies moet steeds getoets word deur 'n beroep op die Rede, die Verstand, te doen. Sodoende kan gestreef word na dit wat algemeen geldig en na dit wat vas en seker is.

Die Rede is 'n vermoë. Dit is eerstens 'n vermoë om in te sien dat uit 'n gegewe stelling of bewering 'n bepaalde afleiding volg. Maar die Rede stel ons tot meer in staat as die waarneming van verbande tussen gevolgtrekkings en bewerings of stellings. Die Rede stel ons ook in staat tot waarnemings van verbande tussen waarskynlikhede en bewerings. Danksy die Rede kan ons die waarskynlikheid peil vir die korrektheid van 'n bewering, uitgaande van die betrokke bewysmateriaal. Hiermee maak Locke gebruik van ons twintigste eeuse begrip van waarskynlikheid. Die vernuwende kern van sy beredenering was dat ons in ons oortuigings ons nie moet laat lei deur beproefde outoriteite nie, maar deur die waarskynlikheid dat die bewering volgens die Rede waar is, gegee die betrokke bewysmateriaal en feite.

Volgens Locke kan ons soos volg gebruik maak van die Rede: (1) Versamel betroubare *bewysmateriaal*, (2) bedink *logies* die krag van die bewys van die betrokke bewering, en (3) rig die aanvaarding van die bewering op die mate van *waarskynlikheid* wat dit volgens die Rede het, uitgaande van ons bewysmateriaal. Hierdie beginsels van Locke word *funderingsdenke* genoem, en tiperend van Locke se tyd is dit eintlik *klassieke* funderingsdenke.

Locke was van oordeel dat ons oortuigings gefundeer is op en gelei word deur wat seker is. Ons moet ons oortuigings aanvaar met 'n sekerheid wat afgestem is op die waarskynlikheid wat ons oortuigings volgens die Rede het. Ons oortuigings moet gefundeer wees op die sekerheid van regstreekse insig. Sodoende kan ons soms insig in die werklikheid kry. As ons ons nie op hierdie wyse op insig beroep nie, sal ons slegs doelloos rondwaal in die duister van onwetendheid en ten prooi val van tradisie en outoriteit. Ons oortuigings moet verantwoord wees. Die taak van die wetenskaplike is om die nodige bewys in wat ons regstreeks waarneem te soek, en op grond daarvan die waarskynlikheid van die bewys te verreken.

Die hart van Locke se beeld van die wetenskap is 'n strewe om tot verantwoorde oortuigings te kom – in die wetenskap, in die godsdiens, of waarin ook al – deur gehoor te gee aan die stem van die Rede en aan ons insig in die werklikheid. Sy filosofie het die weg voorberei vir die Verligting.

Verligting: Die 18e en 19e eeue word die eeu van die Verligting (*verstandsverligting*) genoem. Die verligte mens het geglo dat deur die logiese krag van sy verstand, sy Rede, hy tot betroubare kennis omtrent die werklikheid sal kom. Volgens die woorde van Voltaire (1694-1778) het die onmondige mens mondig geword deurdat hy sy gees van die knellende bande van teologie, opvoeding en tradisie losgewoel het en tot selfstandige denke gekom het. Die Verligting spruit voort uit die Renaissance en was

die wrange vrug van die rasionalisme en die empirisme (Francis Bacon, 1561-1650), afkomstig van Engeland. In besonder het die Verligting op John Locke se idees voortgebou.

4.6 Auguste Comte (1798 - 1857)

Comte is 'n Franse wysgeer, wat geglo het dat menslike insig in natuurprosesse begin by die teologie en geloof as eerste fase, dan metafisiese abstrahering (onttrekking) van idees en begrippe uit die werklikheid en as derde (laaste fase) die positiewe. In die teologiese fase soek die denke die wesentlike aard van voorwerpe terwyl gebeure aan bo-natuurlike kragte toegeskryf word. In die metafisiese fase word die bo-natuurlike vervang met abstrakte kragte en ander geabstraheerde begrippe. In die laaste, die positiewe fase, word daar nie meer aandag gegee aan die oorsprong en bestemming van die heelal en aan die oorsake van gebeurtenisse nie, maar die denke word nou toegespits op die studie van wette, waaraan die werklikheid onderhewig is, by name onveranderlike verbande, opvolging en ooreenkomste in wette. Die positiewe wil deur sodanige studie die aantal wette oor alle terreine van die lewe tot 'n minimum beperk. Dit is volgens hulle vooruitgang. Beredenering en waarneming lei gesamentlik tot hierdie vooruitgang en tot kennis van die werklikheid. Oor oorsprong en doel kan slegs geredeneer word en kan nie deur waarneming bevestig word nie, en is daarom van geen betekenis nie (Gardiner, 1969:133 e.v., Miller, 1949:404).

Byvoorbeeld die Newtonse swaartekragwet, wat in wiskundige vorm die wyse weergee waarvolgens swaartekrag inwerk op waarneembare fisiese voorwerpe, is die resultaat van waarnemings op natuurlike verskynsels. Comte het geglo dat dergelike beskrywende vergelykings uiteindelik alle "verklarings" van fisiese gebeurtenisse sal vervang. Sy rede vir hierdie geloof is sy oortuiging dat menslike denke 'n wet van vooruitgang gevolg het, wat hy die wet van die drie fases genoem het. Die eerste was die primitiewe, waartydens alle verklarings teologies van aard was: gebeurtenisse is aan die wil van gode toegeskryf; oorsake en doel van gebeure is gesoek in die bo-natuurlike. Die tweede fase het hy metafisies genoem: abstrakte kragte en ander groothede het die bo-natuurlike vervang. Die derde fase is die positiewe, waar ons tot kennis van wette, wat alles beheer, sal kom. Om saam te vat:

Positivisme kan teruggevoer word na Francis Bacon en die Britse empiristiese skool van die 17e en 18e eeu. Die woord positief het hier die betekenis dat dit wat gegee is of waargeneem word, moet aanvaar word soos dit gevind is en kan nie verder verklaar word nie. Die woord beteken dat dit wat waargeneem word, moet nie verder teologies of metafisies (buite die waarneembare wêreld) probeer verklaar word nie, m.a.w. slegs dit wat waarneembaar (sigbaar) is het werklikheidsbetekenis. Dit beteken dat alle vroeë wat nie deur die natuurwetenskappe beantwoord kan word nie, onbeantwoord moet bly. Evolusieteorie is dikwels positivisties benader. Die positiviste het selfs verder gegaan: al ons kennis, ook geesteswetenskaplike kennis moet in beginsel tot wetenskap herlei kan word, los van teologie en metafisika.

Logiese positivisme het op die positivisme voortgebou en aanvaar dat slegs dit wat bewys en gekontroleer (geverifieer) kan word het werklikheidsbetekenis. Volgens die logiese positiviste is bv. teologie en metafisika nie verifieerbaar nie en het daarom geen betekenis nie. Logiese positivisme het gedurende die 1920s en 1930s sy beslag gekry. Logiese positivisme trag om empirisme te ontwikkel en te sistematiseer deur begripsmatige (konsepsuele) metodes verkry uit moderne navorsing op logika en die wiskunde. Die basiese gedagte is dat wiskunde en logika betekenisvol is omdat waarnemings deur wiskunde logies-konsistent (nie-strydig) beskryf kan word.

4.7 Humanisme en Postmodernisme

Humanisme plaas die mens in die middelpunt. Humanisme het met die Renaissance die waardigheid en vryheid van die middeleeuse mens wou herstel. Aanvanklik wou die humanis nie met die Christelike godsdiens breek nie. Humanisme was egter strydig met die Christelike godsdiens aangesien dit vir die humanis gaan om die sentrale posisie van die mens, die outonome (*outo*=self, *nome*=wet) mens. Die outonomie van die mens is aanvanklik bepaal deur sy rede. Sedert die 19e eeu het hierin egter langamerhand 'n verandering gekom. Die mens het in die sukses van die tegniek sy ideale in verwesenslik sien gaan. Die mens het mondig geword in die sin dat hy self oor sy wel en weë en sy toekoms kon besluit. In die jongste tyd het die mens egter begin besef dat sy tegniek en wetenskap hom nie na 'n betroubare toekoms lei nie. Hy het begin twyfel aan sy humanistiese wêreldbeskouing, aan sy vermoë om dit te bereik wat hy graag wil. Dit het gelei tot *postmodernisme*.

Postmodernisme aanvaar dat elke mens deur sy eie ervaring (en eie bemagtiging) tot die waarheid kom. Hierdie opvatting verwerp die samehangende verband van kennis en daarmee groot kennisstrukture soos 'n teorie vir alles. Dit bevraagteken daarmee die mens se rasonale vermoë om die werklikheid te leer ken.

HOOFSTUK 5. KENNIS EN ERVARING

5.1 Analiserende en abstraherende denke

Alle mense het die vermoë om teoreties te dink en om probleme op te los. Alle mense gebruik teoretiese denke dan ook in hulle alledaagse lewe. Teoretiese denke vind alreeds plaas in die brein van klein kindertjies deur die vorming van begrippe. Die teoretiese analiserende en abstraherende vermoë wat God ons gegee het, gebruik die kind onbewus bv. om die kenmerke van verskillende voorwerpe te onderskei. Hy weet wanneer hy 'n meubelstuk sien of dit 'n bed, stoel, of tafel is, al het al hierdie meubelstukke vier pote. Hy sal ook verskillende soorte stoele as stoele teenoor ander meubelstukke onderskei al bestaan daar belangrike verskille tussen verskillende soorte stoele (sommige stoele het leunings, ander nie, en so meer). Ons brein het daarom die wonderlike vermoë om duisende begrippe ons eie te maak. Hierdie vermoë kom ook in rekene voor. In graad 1 leer ons dat twee appels en drie appels gee vyf appels, en baie gou daarna word veralgemeen na twee plus drie is vyf, wat 'n abstraksie vanaf die konkrete is. Die getal 'twee' is 'n abstrakte begrip. Die woord 'abstrak' beteken volgens die Woordeboek van die Afrikaanse Taal (WAT) o.a. 'aftreksel' of 'afgetrokke begrip'. Die kind leer dus om die getalle 'af te trek' of te onttrek van die konkrete dinge. Die feit dat die mens geen probleme het om in terme van getalle te dink nie beteken dat die mens 'n fantastiese vermoë tot abstrakte 'teoretiese' denke het. Dit is dan ook 'n bekende opvoedkundige benadering om die mens, die kind in sy verstandelike en geestelike ontwikkeling op die pad van die konkrete na die abstrakte te begelei en dat daar 'n gedurige wisselwerking tussen die konkrete en die abstrakte moet wees.

Nêrens in die Bybel word geskryf oor die vorming van begrippe of abstrakte getalle nie. Die Bybel is nie geskryf om ons bv. 'n analise van die mens se bestaan te gee nie, maar om ons te leer om as mense God te dien en lief te hê. Die Bybel skryf nie oor analiseer en abstraheer nie, maar van kindsbeen af is ons in ons alledaagse lewe onbewustelik besig om te analiseer en te abstraheer, om teoretiese begrippe uit die konkrete werklikheid te vorm. Die Bybel is nie bedoel om ons 'n uiteensetting van teoretiese denke te gee nie en is daarom geen wetenskaplike handboek nie.

Die teoretiese kennis is nie verhewe bo die alledaagse kennis nie. Teoretiese denke is nie voorbehou net vir die wetenskaplike nie. Die wetenskaplike staan baie nader aan die gewone alledaagse lewe as wat baie mense dink.

Wat ons intelligensie noem, is eintlik die vermoë om probleme op te los. In die wêreld is daar baie probleme om op te los. So vermeld die Bybel dat die eerste mense na die skepping enkele van die grootste uitvindings gemaak het, nl. die uitvinding van vuur en hoe om metale te bewerk. God het aan die mens die vermoë gegee om die natuur te bewerk, en te verander, wat ons kultuurskepping noem. Die mens maak (skep) uit erts en grondstowwe gereedskap, werktuie en chemiese stowwe, verbeter diererasse en ontwikkel kultivars, om enkele te noem. Die mens het 'n sterk skeppende vermoë en is ook hierin na die ewebeeld van God geskape, met die verskil dat God uit eie krag kan skep, terwyl die mens slegs uit die materiaal van die geskape wêreld kan skep.

5.2 Kennisleer

Kenleer of Epistemologie beskryf die aard en ontwikkeling van kennis, die draagwydte en omvang van kennis en die betroubaarheid van aansprake tot kennis.

Waar kom kennis vandaan? Volgens die Griekse wysgeer Epikurus (341-270 vC) word kennis uit sintuiglike waarnemings afgelei. Volgens die empiriste (bv. Locke en Hume) is alle kennis op ervaring gegrond, alternatief, uit ervaring afgelei, terwyl die rasionaliste (bv. Plato en Descartes) aanvaar dat ideë uit menslike denke (verstand) ontstaan (voortkom) en dat hierdie ideë die enigste bron van kennis is.

5.3 Menslike kennis en ervaring

Kennis en ervaring is aanmekaar verbind. Ek kan nie verwag om kennis van iets te verkry as ek nie daarvan ervaring het nie. Ek kan iets van 'n stad weet al het ek die stad nie gesien nie. My kennis van die stad kom dan van die ervaring deur die lees van 'n boek of die aanskouing van 'n uitbeelding of van die vertelling van iemand wat daar was. Net so moet ek kennis van 'n bepaalde wetenskaplike teorie in Fisika of Chemie verkry deur ervaring. Ervaring word verkry deur middel van studie, probleemoplossings, eksperimentele werk en toepassings.

Ervaring moet in sy breë betekenis verstaan word: as die volle omvang van die mens se bewustheid van sy bestaan en sy omgewing, dit is sy bestaansbesef, sy selfbewussyn. Enigiets, waarvan ek bewus is,

behoort by my ervaring. Dit sluit my gevoel en verstandelike insig (begrip) in, of ek dit met iets oorsaakliks kan verbind of nie.

‘n Belangrike faset van ervaring is die ervaring van orde. Kennis benodig ‘n geordende ervaring van een of ander soort. Hierdie stelling spreek vir homself in geval van teoretiese of wetenskaplike kennis, wat berus op sistematiese ontleding en ordening van ons ervaring. Die stelling is net so waar vir ons alledaagse kennis.

Wat is die bron van hierdie ordening van ons ervaring? Die algemene antwoord vandag is dat die bron van ordening van ons ervaring in die kennende (wetende) persoon self geleë is - in die “ek weet dit”. Die veronderstelling is dan dat die ordening van ons ervaring sy oorsprong het in die kennende prosesse van ons denke. Hieroor is al baie gefilosofeer en dit is nie deel van hierdie kursus om op al die uiteenlopende uitgangspunte en beredenerings in te gaan nie.

Menslike kennis is nie ‘n versameling van stukkies en brokkies van losstaande inligting nie. Dit moet ‘n geordende rangskikking van verbandhoudende stukkies en brokkies wees. Dit, tesame met ‘n noukeurige ontleding van die prosesse waardeur ons gaan om kennis te bekom, dui sterk daarop dat kennis ‘n produk van die mens se ordeningsaktiwiteit is, en nie ‘n ordening, wat in ons afgedruk word nie. Bv. die periodieke indeling van elemente, in families met ooreenstemmende chemiese gedrag (soos die alkaliese, die alkaliarde die edelgasse en die halogene).

Hierdie siening is in ooreenstemming met wat ons uit die Bybelse openbaring sou verwag. God het ons nie passief geskep om passiewe instrumente te wees nie, maar om medewerkers verbonde aan Hom te wees, om aktief betrokke te wees in die ontplooiing van Sy skepping. Hy het aan ons die mandaat gegee om te heers, te versorg en die skepping te kultiveer, nie as passiewe instrumente nie, maar as Sy ewebeeld.

God het ons nie soos fotokopieerders gemaak om passiewe ontvangers te wees van kennispatrone wat op ons afgedruk word deur ons ervaring nie. Hy het ons aan-Hom-verbonde deelgenote gemaak, as aktiewe medewerkers in die ontplooiing van die skepping. Die heel basiese grondslag van hierdie aktiewe ontplooiing is die aktiewe vormgewing van die patrone van ons kennis.

5.4 Konkrete en teoretiese kennis

Alle menslike kennis het sy begin by *konkrete geheelkennis*. Hierdie soort kennis is *konkreet* omdat dit kennis van bepaalde dinge, persone, diere, plante, gebeurtenisse of wedervaringe is. Die konkrete geheelkennis is ‘n *geheel* omdat dit kennis van ‘n volledige geheel is, byvoorbeeld ‘n koei wat op ‘n grasveld wei. Die twee: koei en grasveld, hoort bymekaar. Hulle vorm ‘n konkrete geheel, o.a. ‘n geheel in lewensiklusse: die koei het die gras nodig om te leef, maar die gras het die koei nodig om te bly groei deur bemesting en deur kort gehou te word.

Waar dit in konkrete kennis om dinge as ‘n geheel gaan, moet die geheel in baie spesifieke deelstelsels verdeel word om *teoretiese kennis* van elke deelstelsel te verkry, soos Descartes dit voorgestel het. Elke eienskappe van iets, soos grootte, vorm, afstand, lewenskrag, energie, asook op insigte tot verbandhoudende eienskappe soos snelheid en versnelling, word as afsonderlike deelstelsels teoreties beskryf. Vir teoretiese kennis van elke deelstelsel moet begrippe (konsepte) vir elke spesifieke eienskap ontwikkel word, soos begrip van maat, krag, massa en lading. Hierdie begrippe moet ons begripmatig ontwikkel deur prosesse van abstraksie (onttrekking) uit die konkrete kennis. Die begrippe wat uit die konkrete abstraher of onttrek word, word dan gebruik volgens ooreengekome reëls, gegrond op noukeurige definisies.

In ons teoretiese kennis word ons konkrete ervaring van die werking van die wêreld volgens universeel- (algemeen-) geldende teorieë en wette georden. In ons teoretiese benadering vereenvoudig ons die geheel deur in bogenoemde voorbeeld die koei en gras in afsonderlike wetenskapsdissiplines t.w. dierkunde en plantkunde, te skei. Bodemkunde, die medium waaruit die gras groei, vorm dikwels ook nog ‘n afsonderlike dissipline. Dit beteken dat ons ons kennis oor die wyse waarvolgens die ervaringswêreld funksioneer, opbreek in afsonderlike teorieë en wette, om enige besondere en geskikte situasie te kan beskryf. Deur hierdie afsonderlike teorieë en wette verkry teoretiese kennis sy besondere krag om ons ervaringswêreld te orden. Daar moet egter ook koppeling tussen die verskillende teorieë wees om ‘n geheelbeeld van die werklikheid te verkry. Ons verwys hier weer na die beeld van die koei (Dierkunde), wat op die gras (Plantkunde) wei, wat saam met Bodemkunde en Fisiologie ‘n eenheidsbeeld moet gee.

‘n Verdere eenvoudige voorbeeld van formulering van teorie en wette is die volgende: Vanuit die raamwerk van konkrete ervaring sou die val van ‘n appel na die grond, die gekromde baan van ‘n bal in beweging deur die lug, en die beweging van planete in die hemelruim nooit tot die formulering van die

swaartekragwet as oorsaak van die verskillende bewegings kon lei nie. Die formulering van hierdie belangrike wet was slegs vanuit die teoretiese kennisbenadering moontlik. In hierdie benadering word die probleem van beweging van die verskillende voorwerpe losgemaak van ons konkrete ervaring met appels, balle en planete en in die konteks van 'n formele begripsmatige benadering geplaas. Elke bewegingsprobleem word uitmekaar gehaal en in terme van formeel-gedefinieerde begrippe soos massa, verplasing, snelheid, versnelling, krag, en eweredigheid (o.a. in die swaartekragwet) volgens vasgestelde reëls en deur Newton se bewegingswette en swaartekragwet ontleed (geanaliseer). Daarna word elke beweging weer afsonderlik saamgestel (gesintetiseer) tot afsonderlike bewegings van die onderskeie voorwerpe .

In hierdie konteks word elkeen van die sleutelbegrippe presies en formeel gedefinieer, waardeur die betekenis van die begrippe binne die raamwerke van die verskillende bewegings bepaal word. Die verskillende begrippe word dan in elke raamwerk gebruik om elke beweging afsonderlik te beskryf. In hierdie proses word *aanvaar* dat dieselfde bewegingswette en swaartekragwet vir al die bewegings geldig is, m.a.w. dat dieselfde wette oral in die heelal en vir alle tye geldig is. Dit is die *eenvormigheidsbeginsel*.

Hierdie voorbeelde illustreer dat uiteenlopende bewegings in die wêreld van ons konkrete ervarings aaneengeskakel kan word, hier deur die swaartekragwet. Dit alles illustreer nie slegs die sleutelrol wat abstrahering en formele begripsmatige stelsels (of wêreldbeelde) speel in die vorming van teoretiese kennis nie. Dit illustreer ook hoe ons ervaring van die werklike wêreld georden word deur universeel-geldige teorieë en wette.

Die *eenvormigheidsbeginsel* stel dan dat dieselfde reëlmatighede en wette van die natuur, wat op aarde waargeneem word, ook oral in die heelal geld en tydloos altyd dieselfde bly. Dieselfde kragte, wat 'n appel op aarde laat val, laat ook satelliete en die maan in bane om die aarde beweeg en is ook bepalend vir die beweging van die planete om die Son. Newton het hooflyne van die plan van die sonnestelsel aan die wêreld gegee, waarvolgens die sterrekunde en wiskunde vir die daaropvolgende 150 jaar verder ontwikkel het, gegrond op sy metode. Verskeie klein afwykings van die elliptiese bane van die planete is een vir een opgelos. Die finale sukses het in 1846 gekom toe Adams en Leverrier onafhanklik van mekaar die bestaan en posisie van 'n planeet verder weg van die Son as Uranus, uit afwykinge van Uranus se baan afgelei het. Sodoende kon Neptunus ontdek word.

Saamvattend: ons orden ons kennis omtrent die wyse waarop die ervaringswêreld werk (funksioneer) in teorieë en wette, wat geldig is vir enige geskikte en toepaslike omstandigheid. Sodanige teorieë en wette gee teoretiese kennis sy unieke en uitsonderlike vermoë om ons ervaringswêreld te orden en nuwe insigte te ontwikkel en sy krag om deur toepassings ons lewensomstadighede te verbeter.

Teoretiese kennis kan daarom van konkrete geheelkennis deur vier sleuteleienskappe onderskei word:

- deur toespitsing
- 1) van teoretiese kennis op eienskappe,
 - 2) op die gebruik van formele begripsmatige stelsels (of wêreldbeelde) om kennis te orden
 - 3) op die abstrahering van begrippe, en
 - 4) op die formulering van teorieë en wette wat 'n universeel-geldige beskrywing van die werking van die ervaringswêreld gee.

Teoretiese kennis gee aan ons vrugbare en ryke kennisvelde wat konkrete geheelkennis nie aan ons kan gee nie. Deur teorieë en wette, wat uit teoretiese kennis afgelei word, verkry ons 'n unieke en besondere insig in die wetsgeordende werking van die skepping, waardeur ons vir ons 'n meer vrugbare lewenswyse kan bewerkstellig.

Teoretiese kennis vervang egter nie konkrete geheelkennis nie en is ook nie verhewe bo konkrete geheelkennis nie. Dit is eenvoudig 'n ander soort van kenne. Teoretiese kennis is net so werklik (reëel) as konkrete kennis. Albei is konstruksies van menslike denke gewortel in die wetbeheerde skepping. Konkrete ervaring en teoretiese kennis is slegs dimensies of fasette van die samehangende multidimensionele geskape werklikheid. Nóg die een nóg die ander het enige betekenis in homself los van hierdie multidimensionele werklikheid.

5.5 Die aard van ervaring

'n Fundamentele aanname van die empiristiese skool is om ervaring gelyk te stel aan sintuiglike ervaring. Dit is egter 'n te eng siening van ervaring. Ervaring van abstrakte begrippe en formele begripsmatige stelsels van teoretiese kennis is net so 'n beslissende ervaring van die skeppingsordeninge (kosmiese wetsorde) as konkrete ervaring. Die abstraksie is 'n abstraksie uit die konkrete ervaring en nie uit die skeppingsordeninge nie. Die abstrakte aard van teoretiese kennis maak dit nie 'n ervaring van die

wêreld wat *uit* die skeppingsordeninge geabstraheer is nie, maar 'n abstraksie *in* die geskape orde. Die aard van menslike konstruksie maak nie van teoretiese kennis 'n wêreld, wat verwyderd is van die skeppingsordeninge nie. Alles wat ons tot stand bring is in die skeppingsordeninge geleë.

Die wêreld van konkrete ervaring en die wêreld van teoretiese kennis is heg inmekaar verweef. Ons kan daartussen onderskei, maar ons kan hulle nie skei nie, omdat die abstraksies en formele stelsels van teoretiese kennis nie van die wêreld van konkrete ervaring losgemaak kan word nie. Hulle is gekoppel met ons ervaringswêreld en hulle waarde lê in die oplossing van probleme wat ons in ons konkrete ervaring teenkom.

Aan die ander kant, konkrete ervaring is nie 'n ander soort van primitiewe ervaring, wat nie deur teoretiese kennis beïnvloed word nie. Teoretiese kennis gee in mindere of meerdere mate 'n inhoud aan konkrete ervaring. So is dit die kennis van die moderne natuurwetenskap wat ons 'n donderstorm laat ervaar as 'n elektriese aktiwiteit eerder as die dondering van 'n god, of wat ons die simptome van griep laat ervaar as 'n virusinfeksie.

Vir baie eeue het die teoretiese kennis van Newton se meganika die Westerse wêreld daartoe gelei om gebeure in die wêreld in terme van meganiese oorsaaklikhede (kousaliteitsleer) te ervaar. Hierdie teoretiese beïnvloeding is nog daar, maar die kwantumteorie en verbandhoudende insigte in die twintigste eeuse Fisika en Chemie bring gaandeweg diepgaande veranderinge in die mense se konkrete ervaring teweeg.

Nóg die teoretiese kennis van Newton se meganika nóg die nuwe teoretiese insigte van die twintigste eeuse Fisika of Chemie is die werklike wêreld. Konkrete kennis gee ook nie daardie betroubare ervaring wat kontrolerend oor teoretiese kennis en insigte kan beslis om die werklike wêreld ten volle te leer ken nie. Kennis van die werklikheid en die betroubaarheid van teoretiese kennis is slegs moontlik as die skeppingsordeninge van die Woord van God die werklikheidswêreld van die mens transendeer. Deur hierdie transendering gee die kosmiese wetsorde samehangende betekenis aan alles in die skepping, ook aan die teoretiese kennis en insigte van die mens.

5.6 Die gerigtheid van teoretiese kennis

Deur sy abstrahering in terme van formele begripmatige stelsels, verkry teoretiese kennis sy unieke krag om ons kennis van hierdie wêreld te verryk. Daardeur kan ons 'n idee (indruk) van die omvang van die wetmatige orde van die skepping verkry wat vir ons verborge sal bly as ons ons kennis slegs uit konkrete ervaring aflei. Aan die ander kant, gerigtheid op spesifieke eienskappe van konkrete voorwerpe stel ons beter in staat om hulle eienskappe en onderlinge samehang van eienskappe weer te gee as wat met konkrete geheelskennis of teoretiese kennis bereik kan word.

Op grond van sy aard is teoretiese kennis gerig op universele patrone binne 'n relatief smal kennisgebied wat bepaal word deur die begripmatige stelsel van 'n teoretiese dissipline. Dit is deur hierdie gespesialiseerde abstrakte gerigtheid dat teoretiese kennis sy kenmerkende krag verkry, wat geen vorm van konkrete kennis kan ewenaar nie. Terselfdertyd het dit ook sy beperkinge. Deur sy gespesialiseerde abstrakte gerigtheid in 'n smal kennisgebied van 'n dissipline word faktore, wat nie in die begripmatige stelsel van teoretiese kennis inpas nie, buite rekening gelaat. Selfs al word al die moontlike verskillende smal gebiede van teoretiese kennis bymekaar gesit, kan die unieke kwaliteite van eie aard (individualiteit) van geskape dinge nie na behore deur teoretiese kennis in berekening gebring word nie.

'n Voorbeeld is die sonnestelsel. Die swaartekragwet en die drie bewegingswette van Newton se meganika vorm die begripmatige stelsel vir die teoretiese beskrywing van die beweging van die planeete om die Son. Hierdie stelsel word gevorm uitgaande van die begrippe massa, krag, afstand, snelheid en versnelling. Konkrete kennis soos grootte, materiële samestelling, temperatuur en intrinsieke rotasiebewegings van Son en planeete speel geen rol in hierdie begripmatige stelsel nie en word in die teoretiese beskrywing buite rekening gelaat. Trouens, die teoretiese beskrywing van die planeete se bewegings het ook beperkinge. Die bewegings van al die planeete om die Son kan nie gelyktydig in berekening gebring word nie, want dan word die wiskundige bewegingsvergeljking te kompleks om opgelos te word. Gevolglik word die beweging van elke planeet om die Son afsonderlik bereken, waarna die afsonderlike bewegings saamgestel word, met korreksies op elke planeet se beweging vir die invloed van die ander planeete op hierdie planeet se beweging.

HOOFSTUK 6. DIE MENSLIKE FAKTOR IN DIE VORMING VAN CHEMIE EN FISIKA

6.1 Sekulêre kennis en Skrifopenbaring

Sekulêre (wêreldse) kennis is daardie kennis wat almal in die wêreld op rasionele (verstandelike) gronde kan aanvaar, ongeag van geloofsoortuiging. Almal aanvaar dan die paradigma (geloofsopvatting, metode) van die wetenskap van die tyd en skuif hulle eie religieuse geloof opsy. Die Christelike grondmotief van heers en bewerk tot eer van God word daarmee vervang deur 'n humanistiese motief om te heers en bewerk tot bemagtiging van die mens deur sy (wetenskaplike) kennis.

Sekulêre kennis is gemene grond waarop alle mense mekaar ontmoet. Byvoorbeeld almal aanvaar die swaartekragwet van Newton. Almal aanvaar die fisiese en chemiese wette en teorieë wat ons in ons kursusse aan studente leer, maak nie saak wat die geloofsoortuigings van studente is nie. Dit is algemeen aanvaarde kennis, ook genoem openbare kennis, kennis wat vir almal toeganklik (oop) is. Dit is kennis wat op een of ander ordelikheid, reëlmatigheid of wetmatigheid in ons gemeenskaplike, alledaagse ervaring gegrond is. Openbare kennis het dus 'n gemeenskaplike begroning, op grond waarvan ons almal kan saamstem oor 'n bepaalde inhoud en aard van sekere kennis as kennis. Dat dit kennis is wat deur alle mense onder bepaalde omstandighede aanvaar word, beteken dat daar een of ander wet moet wees, een of ander rigtinggewende beginsel, 'n ordeningsbeginsel moet wees, waaraan ons ons kennis onderhewig maak.

In die loop van eeue was daar verskillende wetsbeskouinge, waarop openbare kennis gegrond is: *Platonies*: die wêreld van ideës (buite die mens se denke), wat die sintuiglike wêreld transendeer; *Aristoteliaans*: die wêreld van volmaakte vorme ingebed in die sintuiglike wêreld; *Kantiaans*: waarvolgens die wet 'n rasionele struktuur van die mens se gedagtes is; of *positivisties*: die wet word gevind in die universele rasionele metode van die wetenskap.

Hierteenoor openbaar die Woord van God aan ons dat God in Christus die Een is, Wie alle dinge deur sy Woord bestier. Dit is God se wetswoord, wat die wet is waardeur die hele skepping bestier word, insluitend die kenniswêreld van die mens. Hierdie wet is nie inherent deel van die skepping nie (nie panteïsties nie), maar transendeer die skepping. Dit beteken dat die skepping nie daarvolgens los van God verloop nie. Dit is nie die 'natuurwet' wat die mens uit sy waarnemings en deur sy rasionele wetenskaplike werke ontdek nie. Die 'natuurwet' is 'n faset van die kosmiese wetsorde en vergestalt die ordelike wyse waarop God die skepping onderhou en bestier.

Dit is daarom belangrik dat ons onderskei tussen God se wetswoord, wat die bestierswet vir die skepping is, en die mens as skepsel se ervaring van die kosmiese wetsorde, die skeppingsordeninge wat voortkom uit die ordegewende aktiwiteit van God se Woord. Omdat alle mense die skeppingsordeninge op dieselfde wyse ervaar en waarneem, kan bepaalde kennis deur almal, ongeag van geloof, aanvaar word. Aan hierdie sogenaamde sekulêre (wêreldse) kennis kan alle natuurwetenskaplikes saamwerk om wetenskap te vorm, ongeag hulle onderskeie geloofsoortuigings, of hulle Christene is, hindoes, mohammedane, agnostici of ateïste of wat ook al is.

Die antwoord wat op die vraag: *Wat is wetenskap?* gegee word, voorsien 'n gemeenskaplike basis vir wetenskaplikes waarop almal kan saamwerk om wetenskap te vorm. Hierdie wetenskap wat ons uit handboeke onderrig, het 'n sekulêre inhoud en word 'neutrale' wetenskap genoem. Dit is sekulêre (wêreldse) wetenskap, wat gevorm word asof God Drie-enig, die God wat Hom in die Skrifte openbaar, nie bestaan nie. Die vraag wat hierdie wetenskap is, word opsommend in die volgende afdeling beantwoord:

6.2 Wat is wetenskap?

1. Wetenskap is kennis; die wetenskaplike vorm en bou kennis.
2. Wetenskap is gesistematiseerde kennis; die wetenskaplike vind samehang in die kenbare.
3. Wetenskap is geverifieerde kennis; die wetenskaplike moet kennis as waar bewys en begrond. Dit beteken dat die wetenskaplike moet toerekenbaar, verantwoordelik en krities vasstel (seker maak) dat sy wetenskaplike bevindings geldig (dws waar en juis) is.
4. Wetenskap is gekontroleerde kennis; die wetenskaplike het algemeen-aanvaarde tegniese metodes (metodes van waarneming en denke, van analise en sintese, van deduksie en induksie, van perspektiwiese oriëntering, van eksperiment, van verstaan en verklaar, en so meer) nodig om seker te maak dat kennis gesistematiseerd (samehangend) en geverifieerd (begrond en bewys) is -- metodes waarvolgens 'n ander wetenskaplike sy bevindinge (kennis) kan kontroleer.

Opmerkings:

(1) Aangesien die rasonale metode bepalend is vir die vorming van die wetenskap, word besinning oor wat wetenskap is, veral gerig op die *metode* waarvolgens wetenskaplike kennis tot stand kom. Daarom dat *Metodeleer* 'n belangrike deel van *Wetenskapsleer* is. Volgens hierdie metode beskryf ons die werklikheid, sonder dat hierdie beskrywing in 'n meer omvattende *verstaan* van die werklikheid geïntegreer word.

(2) Hierdie metode van wetenskapsvorming lewer kennis, wat uiters suksesvol in tegniese toepassings gebruik word. Ander fasette van menslike kennis en God se onderhouding en bestier in die lewe word dan nie meer raakgesien nie. Gevolglik gebeur dit dat Christelike wetenskaplikes onder die invloed van sekulêre kennispraktyk, God na die randgebiede van hulle lewe, uit die mikrovlak na meso- en makrovlakke, na kerklike aktiwiteite en na persoonlike geloof verskuif.

6.3 Die ontstaan van Chemie

Daar bestaan baie teorieë oor die ontstaan van die woord *Chemie*. 'n Antieke naam vir Egipte was *khem* of *chem* met die betekenis *swart*. Hierdie naam is aan Egipte gegee as gevolg van die besonder donker grond van die land (oa. van die Nyldelta). Die mees algemene beskouing is dan ook dat *Chemie* geïdentifiseer was met *Egiptiese wetenskap*, aangesien die antieke Egiptenare meer chemiese bewerkings gedoen het as enige ander nasie van die oudheid. Daardie chemiese kennis was geleë in metallurgie, die maak van glas, die kleuring van materiale, die vervaardiging van pigmente en gifstowwe, die balsem van lyke en die bereiding van geneesmiddels, om die vernaamstes te noem. Hierdie Chemie was hoofsaaklik prakties en empiries.

Die Grieke het praktiese kennis van Chemie by die Egiptenare gekry. Die Griekse wysgere het deur hulle teoretiese belangstelling waardevolle begrippe van onverdeelbare atome en van elemente ontwikkel. Hulle het egter min belanggestel in die werklike chemiese prosesse of eksperimentele gegewens. Hierteenoor het die Egiptenare, wat chemiese tegnologie sterk ontwikkel het, weer nie in teorie of in die onderliggende redes vir chemiese prosesse belanggestel nie.

Na die verowering deur die Islamitiese leërs, die More, van lande om die Middellandse see in die 7e eeu nC, het die Moslemoorwinnaars opvoeding sterk aangemoedig. Onder meer is die vernaamste Griekse werke in Siriese dialekte en Arabies vertaal. Die Griekse Chemie het die Arabiere se belangstelling geprikkel. Buitendien was hulle ook heersers van Egipte. Op hierdie wyse is die teorie van die Grieke gekombineer met die praktyk van die Egiptenare. Die ontstaan van die wetenskaplike metode word aan die Moslemchemici toegeskryf. Die woord alchemie en ook ander chemiese benaminge is gevorm onder arabiese invloed. Die voorvoegsel "al-" beteken "die" in Arabies, m.a.w. alchemie = die chemie.

Die Griekse teorieë oor die struktuur van materie het die omsetting van een metaal na 'n ander moontlik laat lyk. 'n Voorbeeld was die neerslag van koper op 'n ysterlem as die lem in 'n oplossing van blouvitriool geplaas word. Hulle het geredeneer dat goud dan ook uit algemeen beskikbare (alledaagse) stowwe soos koper en yster verkry kan word. Die beoefening van Chemie het daarom in daardie tyd byna sinoniem met "goudvervaardiging" geword. Dit is vandag nog die droom van *alchemiste*.

Chemie het in Spanje onder Moslemheerskappy vir die eerste keer in Europa vanaf die 7e eeu n.C. wortel geskiet. Vanaf Spanje het die studie van Chemie geleidelik oor hele Europa versprei. Chemie het in Europa gefloreer aangesien die Europeërs meer sistematies as die Arabiere was. Buitendien is die Europeërs gedryf deur die grondmotief van hulle Christelike geloof, om kennis te kry tot uitvoering van die kultuurmandaat om te heers en te bewerk. Die groot chemici van die Middeleeue was Roger Bacon (1214 - 1292) en Paracelsus (1493 - 1541). Teen die tyd van Paracelsus het die obsessie om goud te maak afgeneem en die belangstelling het na die Chemie van medisyne oorgeskuif. Dit was die tydperk van medisinale Chemie (1500 -1700).

6.4 Vorming van moderne Chemie

Teen die einde van hierdie tydperk het ROBERT BOYLE (1627 - 1691) op die toneel verskyn. Hy het die wetenskaplike chemie van die Middeleeuse alchemie geskei, deur nie meer die Spiritualitiese benadering, waarvolgens daar aktiewe beginsels in materie aanwesig is ('n panteïsme), te aanvaar nie. Hy was die eerste om nie meer van alchemie te praat nie, maar van Chemie. Sy benadering was die wetenskaplike metode met eksperimente, waarnemings en afleidings. Hy het 'n element as 'n stof, wat nie in ander stowwe opgebreek kan word nie, gedefinieer. Vir hom het materie uit klein deeltjies van verskillende vorme en groottes bestaan, wat hy atome genoem het. Kombinasies en skeidings van atome bring dan chemiese veranderinge mee.

Om die resultate van sy eksperimente oor lugdruk, wat tot die wet van Boyle gelei het, te verstaan, het hy tereg aangeneem dat lug uit deeltjies bestaan wat volgens meganiese beginsels rondbeweeg. Hy het aan God se skeppingsverordeninge geglo en dit as die taak van die wetenskap gesien om die kosmos se wetmatigheede wetenskaplik op te spoor. Die beginsels van die wetenskap mag volgens Boyle slegs op die natuurwetenskappe toegepas word en nie op die godsdiens nie, sodat geloof gevrywaar bly van wetenskaplike grensoorskryding (of reduksionisme). Hy het Descartes verwyrt dat hy die natuurwette as ewig en onveranderlik beskou en dat hy God se werksaamheid in die natuur nie wil raaksien nie.

LAVOISIER (1743 -1794) was vir Chemie wat Kopernikus vir die Astronomie, Galileo vir die kinematika, Newton vir die Fisika en Darwin vir die Biologie was. Sy groot verdienste was dat hy die uiteenlopende (skynbaar nie-verbandhoudende) chemiese navorsingsresultate, insigte en teorieë tot 'n geheel verenig het. Hy het chemiese elemente as stowwe gedefinieer, wat chemies nie verder tot eenvoudiger stowwe afgebreek kan word nie. Hy het bindings as sure, bases, soute, sulfides, oksides ensameer op grond van samestelling en hulle reaksies geklassifiseer. Hiermee is die eerste tree gegee tot 'n periodieke indeling van elemente, waaromheen die hele chemiese praktyk vandag wentel. Hy het chemiese reaksies as samestelling en hersamestelling van elemente of bindings van elemente gedefinieer. Hy het chemiese stowwe chemiese name gegee. 'n Ander belangrike voorwaartse stap was sy streng kwantitatiewe benadering.

6.5 Die woord *fisika*

Die woord *fisika* is uit 'n Griekse woord, wat natuur beteken, afgelei. *Natuurkunde* is 'n ander woord vir fisika. Natuurkunde beteken letterlik kennis van die natuur. Natuurkunde was oorspronklik geordende kennis van die materiële wêreld en het biologie, sterrekunde, chemie (skeikunde) en geologie (aardkunde) ingesluit. Soos kennis omtrent die natuur toegeneem het, het hierdie kennisgebiede tot selfstandige vakke ontwikkel, tot deelwerklikhede volgens Descartes. Vandag behels die studieveld van fisika die fundamentele eienskappe van energie, van materie in sy vier toestande (vastestof, vloeistof, gas en plasma), en van straling (elektromagnetiese, soniese (klank-) en deeltjestraling). Uitgaande van die kennis van al hierdie studieveld (deelwerklikhede) bou die tegnologie weer voort.

6.6 Berus Fisika werklik op bewysbare en kontroleerbare feite?

Laat ons 'n eenvoudige voorbeeld beskou. Dit word al op skool geleer dat die versnelling, g , van swaartekrag op aarde $9,80 \text{ m/sek}^2$ is. Hoe kan 'n mens dit kontroleer? Die fisikus sal 'n baie ligte toutjie aan 'n hoë punt vasmaak en 'n loodbal onderaan hang. Hy sal die bal heen en weer laat slinger en die tyd, T , van 'n volledige slingering met 'n stophorlosie meet. Met 'n meterstok word die lengte, L , van die toutjie gemeet. As die periode, T , en die lengte, L , in die vergelyking $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ ingevul word, kan g bereken word. Dit lyk alles baie maklik. Maar waar kom hierdie vergelyking vandaan?

Eerstens moet ons weet wat versnelling is. Dit word deur 'n definisie bepaal. Die krag, wat 'n massa versnel, word deur die bewegingswette van die meganika van Newton bepaal. Hierdie bewegingswette, toegepas op die slingerende bal, gee 'n differensiaalvergelyking wat volgens die wiskunde van differensiaalvergelykings opgelos word. Die vergelyking hierbo is 'n benaderde oplossing van die differensiaalvergelyking en geld slegs redelik goed vir slingeringe met klein uitwykings. Voorts, in die opstelling van die differensiaalvergelyking is die loodbal as 'n massapunt beskou aangesien die bewegingswette vir massapunte geformuleer is. Die vraag kom dan na vore: hoe groot fout maak ons met al die veronderstellinge wat nodig is vir die afleiding van bogenoemde vergelyking? Verder, hoeveel dra die foute in die metings van T en L nog by tot 'n fout in die berekende waarde van die swaartekragversnelling, g ? Hoe seker is ons dat die antwoord $g = 9,80 \text{ m/sek}^2$ korrek is?

Nie elkeen sal hierdie resultaat kontroleer nie. Fisici glo eenvoudig die resultate van hulle kollegas wat die eksperiment uitgevoer het. Hierdie eenvoudige voorbeeld geld nie slegs vir swaartekragversnelling nie, maar geld seker vir 99,99% van alle natuurkundige kennis, kennis wat ek as fisikus nooit gekontroleer het nie en wat ek ook nooit kan kontroleer nie omdat ek nie die tyd, middele of fasiliteite het om al die natuurkundige kennis te kontroleer nie. Tog glo ek dat die kennis geldig en korrek is. Waarom? Ten eerste omdat ek my lewe lank met natuurkundiges op gelyke voet verkeer en hulle as betroubare kollegas leer ken het, wat met erns en toewyding hulle eksperimente uitvoer volgens wetenskaplike metodes (kyk Afdelings 6.2 en 6.10) en nie hulle resultate uit hulle duime suig nie. Daar is soms onbetroubare persone onder hulle, maar hulle onbetroubare werk word een of ander tyd bekend en hulle word dan nie meer geglo nie. Tweedens gebruik ek dikwels die resultate van kollegas vir my eie eksperimente en probleme wat ek op my eie (klein) vakgebied moet oplos. Hulle resultate blyk korrek te wees omdat dit altyd tot betroubaarheid van my eie resultate lei. Ek glo daarom dat natuurwetenskaplike

kennis korrek is omdat my ervaring vir my leer dat dit werk. Dit moet dan ook die rede wees waarom persone, wat geen natuurkundige opleiding het nie, gewoonlik in die korrektheid (en waarheid) van natuurkundige resultate glo. Hierdie resultate word gesien in vliegtuie, televisietoestelle, CD-spelers en watter ander toestelle ook al, wat met fisiese kennis ontwerp en gebou is.

6.7 Die wiskunde

Daar is in feite slegs een vakgebied waar 'bewyse' gelewer word in die streng eksakte betekenis van die woord. Dit is die wiskunde. 'n Stelling word in wiskunde deur 'n streng logiese beredenering bewys. Hierdie beredenering bou op stellings wat alreeds op dieselfde streng logiese wyse bewys is. Gaan ons terug na vorige stellings, blyk dit dat die bewys van die eerste stellings uitgaan van aksiomas. Aksiomas kan nie bewys word nie, maar word aanvaar as uitgangspunte. 'n Voorbeeld is die veronderstelling dat nie meer as een reguit lyn deur twee punte gaan nie, waar 'n reguit lyn gedefinieer word as die kortste afstand tussen twee punte. Die streng logiese opbou van wiskunde berus op aksiomas. As ander aksiomas gekies word, word 'n ander wiskunde verkry, bv. dat die som van die hoeke van 'n driehoek groter as 180° is. Hierdie wiskunde is belangrik vir seevaarders. Die kortste afstand tussen twee punte op die aardbol is dan nie 'n reguit lyn nie, maar 'n sirkelboog, die sogenaamde grootsirkel.

6.8 Fisiese teorieë

Fisika en Chemie is heeltemal andersoortige wetenskappe as wiskunde, en kan, streng gesproke, nie eksak genoem word nie. Die woord 'bewys' word wel in Fisika en in Chemie gebruik, maar dit beteken iets anders as in wiskunde. Navorsers voer eksperimente uit waardeur gegewens van fisiese verskynsels verkry word, bv. die weerkaatsing en breking van lig. Die gegewens moet deur 'n teorie beskryf word, 'n teorie wat al die gegewens en verskynsels in terme van 'n model saamvat. Daardeur word die gegewens induktief in 'n breër samehang geplaas en word verskillende verskynsels met mekaar in verband gebring. Die navorsers versamel dus bewysmateriaal, wat die teorie ondersteun of nie ondersteun nie. As alles tesame die teorie oortuigend verduidelik en ondersteun, 'glo' die fisici of chemici in die korrektheid van die teorie. Later kan dit blyk dat nuwe bewysmateriaal die teorie ongeloofwaardig of ongeldig maak. Dan moet die teorie deur 'n nuwe vervang word wat wel al die bewysmateriaal bevredigend beskryf. Dit het al dikwels in die geskiedenis van die natuurkunde (Fisika en Chemie) gebeur en dit sal weer gebeur.

'n Voorbeeld: In die sewentiende eeu was daar twee teorieë van lig. Die een teorie was dié van Newton, waarvolgens lig 'n stroom deeltjies was. Die tweede was dié van Huygens, waarvolgens lig golwe was. Albei teorieë kon bekende verskynsels soos weerkaatsing en breking van lig beskryf. Albei teorieë het hulle aanhangers gehad totdat Fresnel in die negentiende eeu 'n welbekende eksperiment uitgevoer het, waarin hy aangetoon het dat lig plus lig donkerte kan oplewer. So 'n resultaat kan slegs deur die golfteorie beskryf word. Almal was toe oortuig dat die golfteorie van lig waar is. Aan die einde van die negentiende en begin van die twintigste eeu het nuwe eksperimente egter onomstootlik aangetoon dat lig tog uit deeltjies, toe fotone genoem, bestaan. Vandag word algemeen aanvaar dat lig nie òf golwe òf deeltjies is nie, maar *tegelyk* golwe én deeltjies is. Ons kan lig met hierdie botsende eienskappe nie voorstel nie, maar hierdie botsende eienskappe van lig word deur die kwantumelektrodinamiese teorie bevredigend en korrek beskryf.

Hieruit en uit baie ander voorbeelde in Fisika en Chemie van die twintigste eeu blyk dit dat empiriese kennis nie volgens die metode van die empiriese wetenskappe op dieselfde wyse geformaliseer (geteoretiseer) kan word as logiese en wiskundige stelsels nie, soos dit wel die geval was in die vorige eeue van die Verligting. Dit het aanleiding tot 'n belangstelling vir die menslike faktor in die wetenskap gegee.

6.9 Vorming van teorie

Wat is 'n teorie? Die Griekse woord *theoria* beteken aanskouing. Die vroegste Griekse wysgere het *theoria* met bewys of afgeleide (deduktiewe) redenering verbind. Laasgenoemde is dan ook die betekenis waarin ons die woord teorie gebruik.

'n Teorie kan by bekende en aanvaarbare waarhede begin om tot nuwe slotsomme en teorieë te kom. Wetenskaplike teorieë begin egter gewoonlik by die onbekende (bv. die struktuur van 'n atoom), by 'n hipotese, 'n model, vanwaaruit die waarneembare verklaar word. Hipotesisse is self geen teorie nie, maar is aannames of stellings (voorveronderstellings), waarvandaan 'n teorie logies ontwikkel word.

Teorieë is instrumente in die hande van 'n groep wetenskaplikes, wat saam besluit van watter hipotesisse of stellings hulle gebruik wil maak in die ontwikkeling van 'n teorie. So 'n groep hoor ons dikwels sê:

"laat ons aanvaar (of aanneem) dat...", waarvandaan die bespreking verder gaan. Met ander woorde, stellings en veronderstellings is waar in 'n bepaalde konteks (samehang), in besonder in die konteks van die teorie self en in die konteks van die bespreking deur persone, wat die teorie wil gebruik. Buite hierdie konteks hoef dieselfde stellings en veronderstellings nie waar te wees nie, of kan hulle onseker wees.

Vir die deduktiewe proses (van die algemene na die besondere) om voort te gaan, moet aanvaar word dat die uitgangspunte (die stellings en veronderstellings) waar is. Maak ons geen logiese foute nie, moet die afleidings net so waar wees. Dit beteken dat *'n teorie nie sy stellings en veronderstellings oortuigend kan bewys nie*, want die waarheid van enige bewese resultaat hang geheel en al af van die waarheid van die uitgangspunte en van die korrektheid van die data wat as grondslag van die teorie dien. 'n Teorie kan nie meer waar wees as die veronderstellings waarvan dit uitgaan nie.

Die funksie van 'n teorie. 'n Teorie het 'n ander funksie as om die werklikheid te beskryf. Sy funksie is om (1) te voorspel, om (2) te verklaar, om (3) probleme op te los en om (4) ons kennis te sistematiseer.

Ons maak gebruik van 'n *definisie* om 'n nuwe begrip in 'n teorie in te voer, bv. definisie van snelheid of van krag of van massa (kyk bv. Afdeling 7.5). 'n Definisie wat bepaal hoe 'n eienskap gemeet word, word 'n *operasionele* definisie genoem.

Die deduktiewe geaardheid van 'n teorie maak *voorspellings* moontlik. Die Griekse wysbegeerte het geen voorspellings moontlik gemaak nie en is daarom geen teorieë wat veranderinge in die sigbare werklikheid beskryf nie. So berus Aristoteles se meganika op die teleologiese stelling dat alles in die ondermaanse tot 'n toestand van rus streef. Byvoorbeeld: 'n klip sal van die berg afrol, maar op gelykgrond tot rus kom. Aristoteles se meganika beskryf slegs die bekende, dit wat gesien word, wat gebeur, met 'n teleologiese verklaring. Daar is geen teoretiese verklaring, bv. in terme van kragte, wat die klip van die berg laat afrol en wat die klip tot rus laat kom nie. Daar is geen deduktiewe afleiding, van die algemene, dit wat gebeur, na die besondere, die krag wat laat gebeur nie. Aristoteles se meganika kan daarom nie voorspel nie. Dit is daarom nie 'n teorie nie. Daarteenoor is Ptolemie se geosentriese model met leisirkels en verplaaste middelpunte om die terugwaartse bewegings van planete (die algemene) te beskryf, wel 'n teorie, want dit voorveronderstel die onbewysbare (die besondere), die bestaan van verplaaste leisirkels (Afdeling 2.6) en dit het 'n voorspellingswaarde vir beweging van planete vir gebruik deur astrologie, skeepvaart en kalenders. Dit is 'n verklarende teorie.

'n Ander voorbeeld is Galileo se teorie van ballistiese beweging. Galileo het aangeneem dat die beweging (die algemene) van 'n kanonbal 'n samestelling van twee onafhanklike bewegings (die besondere) is - 'n horisontale gelykmatige beweging en 'n vertikale beweging met 'n konstante versnelling, wat ondertoe gerig is. Op grond van hierdie aannames kon hy bewys dat die baan van die kanonbal dié van 'n parabool is. Sodoende het Galileo daarin geslaag om 'n funksionele verband tussen posisie en tyd, en tussen horisontale en vertikale verplasing te vind. Hierdeur het dit moontlik geword om die baan van 'n projektiel te voorspel. Hierdie teorie was nie in die eerste plek bedoel om te verklaar nie, maar om ballistiese beweging te beskryf en te voorspel.

Die vrugbaarheid van 'n teorie kan bepaal word deur sy vermoë om probleme op te los en om deur die oplossings van probleme weer nuwe probleme na vore te bring. Hierdie proses bring 'n groei in kennis mee en dit tipeer die *normale voortgang* van die wetenskap. Dit word *normale wetenskap* genoem. (Kyk verder Afdeling 6.10).

6.10 Natuurwetenskaplike revolusies

Thomas S. Kuhn het in sy boek getitel *The structure of scientific revolutions* (bygewerkte uitgawe, 1970, University of Chicago Press), 'n nuwe beskouing van die ontwikkeling van die natuurwetenskappe gegee. Hy het 'normale' wetenskap gedefinieer as natuurwetenskaplike prestasies wat gevestig is deurdat navorsers hierdie prestasies aanvaar en verder daarop voortbou. Die voortgang van so 'n gevestigde vakgebied word volgens Kuhn deur 'n *paradigma* bepaal. 'n Paradigma behels die geheel van geloofsopvattinge, waardes, tegnieke, metodes, en so meer, wat lede van 'n wetenskaplike gemeenskap aanvaar vir beoefening van 'n betrokke vakgebied. In die Fisika van die negentiende eeu was bv. die meganika van Newton so 'n paradigma, in die twintigste eeu is dit die kwantummeganika en die relatiwiteitsteorie. Dit het 'n nuwe denkraamwerk, 'n nuwe paradigma vereis. So 'n verandering in paradigma noem Kuhn 'n natuurwetenskaplike revolusie. Na 'n natuurwetenskaplike revolusie kyk die wetenskaplikes nog na dieselfde wêreld, maar hulle denkraamwerk (hulle wêreldbeeld) het verander. Hulle sien nou dieselfde wêreld anders.

Navorsers word eers na jare van grondige opleiding deur 'n wetenskaplike gemeenskap aanvaar, eers nadat hulle deur eie navorsing bewys gelewer het dat hulle vertrou is met die uitgangspunte, taal, metode en wyse van benadering tot die vakgebied. Bewese ervaring in die denkraam van 'n paradigma is 'n

voorwaarde vir erkenning deur die gemeenskap van 'n vakgebied. Jy sal wetenskaplik nie aanvaar word as jou denke nie aansluit by die gangbare nie, behalwe as die tyd ryp is vir 'n revolusie in denke en jou teorie of verklaring is oortuigend beter as die gangbare.

'n Wetenskaplike probleem word met behulp van die begrippe en insigte vanuit 'n paradigma geformuleer. 'n Probleem wat nie sodanig geformuleer is, is geen wetenskaplike probleem nie. Slegs 'feite', wat by die teorie inpas, word daadwerklik aanvaar. Waarnemings is daarom paradigma-bepaald. Wetenskaplikes doen dus hulle waarnemings en teoretiese bewerkings binne die konteks van die heersende paradigma en interpreteer hulle resultate in terme daarvan. 'n Verdere voorbeeld is die werk van Dalton en sy tydgenote.

Gedurende die agtiende eeu, en met oorgang na die negentiende eeu, het Europese chemici algemeen geglo dat elementêre atome, waaruit alle chemiese stowwe bestaan, aanmekaar gehou word deur kragte van onderlinge affiniteit. Bv. sout los in water op omdat daar 'n affiniteit (aantrekking) tussen sout en water bestaan; 'n stuk silwer bestaan omdat daar affiniteitskragte (aantrekkingskragte) tussen silweratome is, terwyl silwer nie in water oplos nie omdat die affiniteit tussen silweratome sterker is as die affiniteit tussen silwer en water. Volgens dieselfde teorie los silwer in 'n suur op omdat die deeltjies van die suur dié van silwer sterker aantrek as wat die gelyksoortige deeltjies mekaar aantrek. Of verder, koper los op in die silweroplossing en presipiteer silwer omdat die affiniteit tussen koper en die suur groter is as tussen die suur en silwer. Baie ander chemiese verskynsels is op dieselfde wyse verklaar. In die agtiende eeu was die teorie van voorkeur-affiniteit 'n bewonderingswaardige teorie, en was algemeen gebruik in ontwerp en ontleding van chemiese eksperimente.

Aan die einde van die agtiende eeu was dit algemeen bekend dat sommige chemiese stowwe in vaste massaverhoudings met mekaar verbind. Dit was die situasie toe Dalton deur eksperimentele resultate gelei is tot sy bekende chemiese atoomteorie.

Dalton het in sy navorsing van 'n totale nuwe paradigma uitgegaan. Hy het van die begin af aanvaar dat enige reaksie waarby die bestanddele nie in 'n vaste verhouding met mekaar verbind nie, nie 'n suiwer chemiese proses was nie, maar dan eerder 'n fisiese mengsel van bestanddele was. Aanvanklik was daar sterk teenstand teen hierdie benadering. Dalton se nuwe paradigma was egter so oortuigend dat die meeste chemici dit spoedig aanvaar het. Chemici het daarna nie meer aangeteken dat die twee oksides van bv. koolstof, CO en CO₂, 56% en 72% suurstof volgens gewigsverhouding bevat nie, maar dat een gewigseenheid van koolstof verbind of met 1,3 of met 2,6 gewigseenhede van suurstof. Die verhouding 2:1 is dadelik erkenbaar. Hierdie nuwe paradigma het gou gelei tot nuwe eksperimente, wat weer tot nuwe insigte in Chemie gelei het.

6.11 Rasionaliteit en die menslike faktor

Ons handeling verkry in die loop van tyd 'n patroon: dit gaan deur 'n leerskool en word deur allerlei invloede uit kultuur en omgewing gevorm. In al ons handeling is 'n opvatting oor menswees sigbaar, die wyse waarop ons sake doen en waarop ons motor bestuur. Dit geld ook vir die manier waarop die wetenskap beoefen word. Daarom dat rasionaliteit in die wetenskap beter verstaan kan word as daar met die menslike faktor in die wetenskap rekening gehou word.

Anders as diere het mense 'n opvatting oor hulle menswees. Hierdie opvatting kom tot uitdrukking in hulle doen en late, hulle handeling, en staan nie los van ideë oor goed en kwaad nie. Menslike handeling is daarom eties (aan sedelike norme en wette) gebonde. Die vraag kan altyd gestel word of dit wat mense doen, geoorloof is of nie is nie.

Die metode van die wetenskap (Afdeling 6.2) bly die basiese begrondingsmetode, maar die vraag na die betekenis van die rasonele wetenskaplike begronding in terme van die menslike bestaan het vandag belangrik geword. Daarmee saam word steeds aanvaar dat die bedoeling van die wetenskap is om tot diens van die mens te wees, sodat die resultate van die wetenskap tot voordeel van die mens benut kan word. Tegelyk het 'n vrees ontstaan dat die wetenskap en sy gebruike die mens in sy menslikheid bedreig. Alreeds in die agtiende eeu het die wysgeer Immanuel Kant dit belangrik geag dat grense vir die wetenskaplike metode aangewys moet word om op hierdie manier ruimte vir die mens as mens, vir sy vryheid en verantwoordelikheid te verkry.

Die begronding van wetenskaplike etiek word in Hoofstuk 10 behandel.

HOOFSTUK 7. TYD, MATERIE EN RUIMTE

7.1 Inleiding

Die geskiedenis van natuurfilosofie word gekenmerk deur 'n spel tussen ruimte en tyd, wat in die Griekse tydperk aan die name van Archimedes en Aristoteles gekoppel kan word. Die geskifte van hierdie twee intellektuele reuses was bepalend vir die Middeleeue en vir die vestiging van die moderne wetenskap na die Renaissance.

ARCHIMEDES se uitgangsgedagte was dat tyd nie nodig is om die natuur te beskryf nie. Hy was die grondlegger van die wetenskappe hidrostatika en statika. Ewewigsvoorwaardes het hy wiskundig beskryf. Hy het tegniese kennis voorsien vir die gebruik van eenvoudige toestelle soos die balans en die hefboom.

ARISTOTELES, daarenteen, is die grondlegger van 'n wetenskap wat tyd as fundamenteel vir die wetenskap aanvaar. Hy het 'n basiese tydstruktuur in die wêreld aanvaar om die kom en gaan van dinge, die veranderlikhede in die wêreld, te kan verklaar. Hy het die metafisiese (buite die waarneembare wêreld) beginsel dat elke verandering 'n oorsaak moet hê, as fundamenteel in sy denke aanvaar. Hiervan getuig sy bekende stelling, dat "enigiets wat in beweging is moet deur iets anders beweeg word" - die logos. Hierdie siening is grondig verander deur Newton se formulering van die dinamika. Aristoteles se ongetoetste gedagtebeskrywings van sigbare veranderinge in die wêreld is vir sowat 2000 jaar as vanselfsprekend aanvaar. Deur die werk van Newton is Archimedes se gedagtebeskrywing van veranderinge in die natuur vervang deur 'n wiskundige beskrywing van beweging.

Aristoteles se besondere verdienste is dat hy die probleem van beweging gepak het, terwyl Archimedes hierdie probleem vermy het. Archimedes se benadering was dat die wette van die natuur wette van ewewig is en dat tyd geen rol gespeel het nie.

Ons ervaring sluit aan by Aristoteles in die sin dat ons baie meer bewus is van tyd as van die ruimte om ons. Ruimte kom vir ons as 'n eenheid voor terwyl tyd stukkie vir stukkie kom en verbygaan. Die verlede is in ons geheue ingeprent, terwyl die toekoms onseker is en afgewag word. Ons kan vrylik in die ruimte rond beweeg, maar nie in tyd nie. Deur moderne tegnologie het ons ruimte oorwin (die wêreld klein gemaak), maar aan tyd kan ons niks verander nie.

Einstein het geglo dat dit beter is om aan die fisiese werklikheid te dink as 'n 4-dimensionele tydruimte in plaas van om te dink aan 'n beweging wat in ons 3-dimensionele bestaansruimte in terme van die tyd plaasvind. Die resultaat van Einstein se denke was dat die fisiese wetenskap die fisiese werklikheid baie meer suksesvol in terme van 'n 4-dimensionele tydruimte sedert die vroeë dekades van hierdie eeu kon beskryf as voorheen.

7.2 Wat is tyd?

Die aarde en die sterreheem is nie staties nie, maar dinamies. Die voortdurende beweging en veranderinge op aarde en in die hemelruim soos verwerking van rotse, wegroes van metale op aarde, en die beweging van die aarde om sy eie as, van die aarde en planete om die son, van sterre en gebeurlikhede in die sterreruimte, is alles dinge wat verander en wat ons in terme van tyd moet beskryf. Tyd het nie slegs betrekking op beweging in die stoflike natuur nie, maar ook in die biotiese en die bewustelike. Die mens het 'n ingeboude aanvoeling en besef van tyd. Ook by diere, insekte en plante vind ons 'n tydingesteldheid.

Tyd het vir ons 'n praktiese betekenis omdat daar 'n verbygaandheid is: 'n nou (hede), 'n verlede, en 'n toekoms. Volgens ons ervaring vloei tyd. Ons ervaring sê vir ons dat tyd net in een rigting vloei (van die verlede na die toekoms). Tydomkering kom nie in ons leefwêreld, die makroskopiese wêreld, voor nie.

Ons het metodes ontwikkel om tyd te meet sodat ons dinamiese prosesse in terme van tyd kan beskryf. Ons meet die tydsverloop tussen twee gebeurtenisse deur gebruik te maak van 'n periodiese of sikliese beweging. Ons deel 'n sikliese tydsverloop op in 'n aantal klein maar gelyke tydintervalle. Hierdie intervale is dan die eenheid waarin tydsverloop gemeet word. Die sekonde is so 'n eenheid. 'n Slingerlok, byvoorbeeld, kan so ontwerp word dat dit presies in sekondes tik. Die sekonde deel ons weer in baie klein deeltjies op in terme van atômêre trillings van 'n bepaalde optiese oorgang in 'n atoom.

Die vraag: "Wat is tyd?" kan ons dadelik beantwoord: "Ons weet mos wat tyd is; ons leef daarvolgens; ook die hede, verlede en toekoms is deel van ons denke en lewe". Hierdie tydsidee (of tydsbesef), wat deel is van elke mens, noem ons psigologiese tyd. Psigologiese tyd en die talle onderskeidings wat hierin gemaak kan word, is nie deel van hierdie kursus nie. Psigologiese tyd is anders as fisiese tyd.

In die antieke wêreld is geglo dat tyd 'n sikliese geaardheid het. Dit het gevolg uit die waarneming van nimmereindigende opvolging van dag en nag en van seisoene. Mites uit die vroeëre beskawings verhaal dat die wêreld vernietig sal word om dan herskep te word sodat 'n nuwe siklus weer kan begin. Vandag dink ons aan tyd as iets wat vanaf die huidige reglynig na die verlede en na die toekoms uitstrek. Hierdie tydsbeskouing is deel van ons Christelike erfenis. Vroeëre Christene het die eenmaligheid van spesifieke gebeurtenisse, wat nie weer sal plaasvind nie, op Bybelse gronde aanvaar en in hulle geskryfte benadruk. Daar was op 'n bepaalde tydstip 'n Skepping, Christus het eenmaal aan die kruis gesterf en is uit die dood opgewek om nie weer te sterf nie, en die huidige wêreld verloop na 'n einde op 'n onbekende tydstip, volgens God se ewige Raadsplan. Die Bybelse geskiedenis en ons geskiedenis is ook nie 'n sikliese nie.

7.3 Galileo

Die Griekse filosowe het meetkunde sistematies ontwikkel binne 'n filosofiese wêreldbeeld, maar tyd het vir hulle iets vaags en misties gebly, iets wat eerder by mitologie as by wiskunde tuishoort. Aristoteles se studie van die beweging van liggame het hom gelei tot 'n waardering van die fundamentele belangrikheid van tyd. Hy het egter nie so ver gekom om tyd as 'n abstrakte wiskundige parameter te gebruik nie. Tyd was vir Aristoteles beweging maar nie 'n wiskundige parameter nie.

Ons neem tyd waar deur beweging, soos die beweging van die son deur die hemelruim of die wysers van 'n horlosie. So gesien is die tydsbegrip onafhanklik van enigiets anders, is dit 'n entiteit in eie reg. Dit is ook hoe Galileo die tydsbegrip hanteer het in die beskrywing van beweging.

Dit is aan Galileo te danke dat tyd as 'n fundamentele meetbare grootheid deel van ons wetenskapsvorming geword het. Dit kan gesê word dat hedendaagse Fisika begin het met Galileo se studies oor beweging. Galileo sou nie een van sy ontdekkings kon maak het as hy nie beseft het dat wetenskaplik-gedefinieerde tyd nodig is vir die ontleding van beweging van fisiese voorwerpe nie. Ons kan sê dat Galileo tyd as 'n fisiese grootheid ontdek het.

Voor Galileo is die dag (en die nag) in 12 ure verdeel. Die duur van 'n daguur (en van die naguur) het afgehang van die lengte van die dag (en die nag). Gevolglik het die duur van die daguur (en van die naguur) deur die jaar gewissel. Die eenheid van werktyd was nie die uur nie, maar die dag, wat van sonop tot sononder geduur het.

Om beweging te kan bestudeer moes Galileo van 'n tydeenheid met konstante duur gebruik maak. Hy het dan ook die gelykduurigheid (isochronisme) van die slingerklok ontdek en dit as sy tydeenheid gebruik. Hiermee het hy dan ook tyd as 'n abstrakte grootheid ontdek, 'n grootheid vir die meting van tydsverloope. Tyd is vandag vir ons 'n grootheid wat in ure, minute en sekondes onderverdeel is, en wat oordeelkundig gebruik kan word, wat die daaglikse lewe reël en beheers, en wat vermors kan word. Voor Galileo is die tyd van die Skepping volgens Bybelse chronologie in terme van geslagte bepaal. Na die Renaissance is hierdie tydsverloop omgerekend tot jaaraantalle. Daarvolgens het die skepping 4004 v.C. of 6000 jaar gelede plaasgevind. Vir die meeste mense is 6000 jaar 'n te lang tyd om betekenisvol te wees. Psigologies is daar vir meeste mense nie eintlik 'n verskil in betekenis tussen 6000 jaar of ses miljoen jaar gelede - albei tydsdure is baie langer as 'n mens se lewensverwagting.

Abstrakte tyd het met die uitvinding van die meganiese klok, en met Galileo se studie van beweging, begin. Nadat Galileo se werk bekend geword het, het filosowe en wetenskaplikes langamerhand begin beseft dat die gedrag van fisiese voorwerpe wiskundig beskryf kan word met tyd as 'n onafhanklike veranderlike. Dit het tot die idee van die bestaan van natuurwette gelei, wat deur God daargestel sou wees om sy skepping te orden. Dit was grootliks die filosofie van Descartes wat gelei het tot die aanvaarding van die idee dat die mens in 'n heelal leef, waarvan die werking deur natuurwette beheers word. Volgens Descartes moes 'n heelal wat deur vaste wette beheers word, deur dieselfde wette vanaf 'n ver verlede ontwikkel het na 'n nimmereindigende toekoms. Die idee van 'n kosmiese evolusie het daarom sy oorsprong by Descartes gehad.

Die idee van lineêre tyd vind ons by die Ou-Testamentiese profete. Hierdie idee is verder uitgebou deur die vroeë Christelike skrywers, maar dit was 'n lineêre tyd met 'n kort duur, 'n tyd wat in die nie te verre verlede 'n begin gehad het (die Skepping, ongeveer 6000 jaar gelede volgens Bybelse geslagskronologie) en wat gou tot 'n einde sou kom (Christus het gesê Hy kom gou). Sedert Descartes het hierdie beperkte tydsidee langamerhand oorgegaan na 'n onbeperkte (oneindige) tyd, wat nog steeds ons huidige tydsidee is.

Volgens 'n aantal skrywers is die rede waarom 'n tegnologiese gemeenskap slegs in die Weste ontwikkel het, geleë daarin dat die idee van lineêre tyd slegs in die Weste bestaan het. Dit kan beredeneer word dat die tegnologiese vooruitgang sedert die industriële revolusie te danke is aan die aanvaarding van die begrip lineêre tyd.

7.4 Newton en Einstein se tydsbegrippe

Newton moes eers tyd en ruimte definieer voordat hy sy bewegingswette kon formuleer. Hy het ware tyd gedefinieer as “absolute wiskundige tyd, wat vanuit homself en op grond van sy eie aard gelykmatig vloei sonder enige beïnvloeding van buite”. Newton het sy meganika geheel en al ontwerp uitgaande van die aanname dat materiële liggame langs voorspelbare paaie of bane beweeg, en dat kragte voortdurend op die liggame werksaam is, waardeur hulle beweging versnel word. Sy meganika het fisici gebruik om die bestaan en eienskappe van alle deeltjies van die materiële wêreld volledig te beskryf en te verklaar. Hierdie benadering was die basis van die negentiende-eeuse (klassieke) Fisika en Chemie. Daardeur is alles in die stoflike wêreld tot kragte en beweging gereduseer (afgebreek) word. Newton het die deeltjies self en die ruimte-tyd-omgewing, waarin hulle beweeg, as Godgegewe aanvaar.

Newton se tyd is in wese wiskundig van aard. Newton het tyd tot opeenvolging van tydinkremente afgebreek. Die opeenvolging van tydinkremente word dan deur 'n wiskundige noodwendigheid bepaal. Fisies word die tydinkremente as gemete 'tyd' gesien, terwyl hierdie fisiese benadering in wese 'n abstraksie en verwiskundiging van die werklikheid is. Waar tyd met die skepping saam met hemel en aarde in die begin geskape is, beroof hierdie redusering van tyd tot 'n wiskundige parameter tyd van sy oorspronklike inhoud en betekenis. Dit leer ons niks omtrent die eie aard van tyd nie, wat tyd werklik is nie. Vir 'n heelal, wat in 'n absolute ruimte bestaan en waarbinne beweging in terme van absolute tyd beskryf word, het Newton tyd slegs gebruik as 'n wyse ('n parameter) om beweging wiskundig te beskryf. In so 'n absolute heelal is Newton se tyd oral dieselfde en verloop tyd oral teen dieselfde tempo. Newton se tyd kan daarom in 'n verlede, hede en toekoms verdeel word, maar kan ook terugloop na die verlede.

Met die wenteling van die negentiende na die twintigste eeu het die Newtonse begrip van absolute tyd begin om absurde en teenstrydige resultate met betrekking tot die gedrag van ligseine en die beweging van materiële liggame te gee. Hierdie probleme is opgelos deur Einstein, wie 'n geheel en al nuwe tyds- en ruimtebegrippe vir sy relatiwiteitsteorie aanvaar het. Die absolute tyd en absolute ruimte van Newton het Einstein vervang met 'n tydsverloop vir elke individuele waarnemer. Tyd het daardeur waarnemergebonde geword, m.a.w. relatief tot die koördinaatstelsel van 'n waarnemer. Die revolusie in die paradigma van tyd, wat Einstein begin het, is vandag nog nie afgehandel nie.

Waar Newton tyd van die natuur losgemaak het (uit die natuur uitgehaal het), het Einstein tyd weer deel van die fisiese wêreld gemaak. Tyd was altyd en oral daar in Newton se oneindig-groot uniforme absolute ruimte. Daarenteen het Einstein in sy algemene relatiwiteitsteorie ruimte afhanklik van swaartekrag gemaak. So 'n koppeling van ruimte met swaartekrag is slegs moontlik in 'n heelal met 'n eindige grootte. So 'n heelal is nie in ewewig en kon daarom nie altyd daar gewees het nie. Tyd, en daarmee alle fisiese werklikhede, moes 'n definitiewe begin in die verlede gehad het. 'n Verdere probleem is dat tyd van plek tot plek verskillend verloop omdat tyd sowel van beweging as van swaartekrag afhang. Daar is dan ook geen rede waarom tyd dan nie ook van tyd tot tyd verskillend sal verloop nie.

Dit is in teenstelling met Newton se absolute heelal, wat altyd daar moes gewees het en oneindig groot moes wees. Swaartekrag het geen ruimtelike invloed in so 'n oneindig groot heelal waarin materie eweredig deur die ruimte versprei is nie. Tyd moet in so 'n heelal oral dieselfde wees.

Algemene relatiwiteitsteorie het tyd in die denke van wetenskaplikes teruggeplaas as 'n wesentlike kenmerk en funksionele parameter van die voortgaande empiriese werklikheid, bv. in die uitdying en dinamiek van die heelal. Of soos Weiskopf dit uitdruk: “Atome, molekule, kerne en in besonder self-produiserende strukture, vanaf die eenvoudigste tot die mees ingewikkelde organismes, het almal 'n geskiedenis, 'n verlede, want tyd het bepaal wat hulle nou is. In wat hulle nou is, is hulle ontwikkeling vanuit die verlede en die proses van hulle verdere ontwikkeling ingeskryf. Dit beteken dat die geskiedenis (evolusie) van materie deel van ons wetenskaplike verstaan van die wêreld (kosmos) geword het”. Hierdie benadering kan ons tipeer as historisme.

Ten slotte, natuurwetenskaplike tyd is tyd wat ons kan meet of teoreties kan aflei uitgaande van modelle om natuurwetenskaplike waarnemings te kan verstaan. Onder hierdie definisie val dan ook die fisiese tydsbegrip, asook geologiese, astronomiese, en kernfisiese of kwantumtyd. Tyd funksioneer egter verskillend in verskillende aspekte van die werklikheid, waarvan die mens ook deel is.

7.5 Die begrip massa

Vir Descartes was die wese van materie sy uitgebreidheid. Dit beteken dat vir Descartes die hoeveelheid materie deur sy volume gegee word. Newton het hierdie sienswyse nie aanvaar nie want ruimte en materie was vir hom twee totaal verskillende begrippe. Hy het die begrip massa as 'n fisiese grootheid ingevoer om 'n bepaalde eienskap van enige materiële liggaam, onafhanklik van sy uitgebreidheid, te beskryf. Volgens sy teoretiese beskouings was massa nie slegs 'n maat vir die hoeveelheid materie van 'n liggaam nie, maar ook 'n maat vir die traagheid om 'n liggaam te versnel. Die traagheid van 'n liggaam

om te versnel, het hy in sy tweede bewegingswet vergestalt deur massa te definieer as die eweredigheidskonstante tussen 'n ongebalanseerde krag en die gevolglike versnelling van die liggaam. Hy het massa ook deel van sy swaartekragwet gemaak. Die twee massabegrippe, die swaartemassa en die traagheidsmassa, het hy aan mekaar gelyk gestel. Einstein het die begrip massa verder uitgebrei deur die ekwivalensie van massa en energie. Hiervolgens besit energie ook massa. Gevolglik besit energie ook 'n traagheid en word energie ook deur swaartekrag aangetrek. Albei hierdie massa-eienskappe van energie is eksperimenteel op verskillende wyses bevestig.

"Massa" was 'n heeltemal nuwe begrip, wat Newton ingevoer het. Hierdie begrip kom nòg by Galileo nòg by Descartes voor. Digtheid was vroeg alreeds 'n goed gevestigde begrip. Archimedes het hierdie begrip in sy studie van drywende voorwerpe gebruik. Volgens Archimedes het iets wat op water dryf, 'n kleiner digtheid as water. Hy het met die idee van relatiewe digtheid gewerk. Vanaf Newton word digtheid as die verhouding van massa tot volume gedefinieer.

7.6 Wat is ruimte?

Net soos ons tyd nie beter kan definieer as verbygaandheid nie, kan ons ook ruimte nie beter definieer as uitgebreidheid nie. Ons ervaar ruimte anders as tyd. In ruimte kan ons binne perke (gestel deur swaartekrag en materiële voorwerpe) rond beweeg, terwyl ons tyd se verloop nie kan verander nie. Ons kan nie na tyd wat verby is, teruggaan nie, terwyl ons wel in die ruimte na 'n vorige plek kan teruggaan.

Die aandag van die natuurwetenskaplike is op daardie verskynsels en entiteite gerig, wat sintuiglik waargeneem kan word. Ruimte as sodanig kan egter nie waargeneem word nie. Ons kan wel aan ruimte *dink* as ruimte binne 'n materiële voorwerp soos 'n kubus of maatfles. Of ons kan dink aan die ruimte wat die atmosfeer om die aarde beslaan. Ook in laasgenoemde geval bepaal materie (die atmosfeer) die ruimte. Ons kan êrens in 'n ruimte 'n plek, 'n posisie definieer ten opsigte van 'n vaste punt. Die heelal se ruimte word bepaal deur die verspreiding van sterre, wat bepaalde posisies ten opsigte van mekaar inneem. Die verskillende posisies is op bepaalde gerigte afstande van mekaar. Die ruimte van die heelal kan eindig wees en daarom geslote, of oop en daarom oneindig wees. Ons kan daarom nie anders as om ruimte as uitgebreidheid te definieer nie.

Antropologiese (antropologie = ontwikkelingsleer van die mens) navorsing het getoon dat die denke van primitiewe gemeenskappe nie die begrip ruimte kon abstraher uit alledaagse ervaring nie. Die primitiewe gemeenskappe het nie metings uitgevoer nie. Dit is deur metings dat die denke gelei word tot veralgemenings en uiteindelik tot abstrakte begrippe en abstrakte denke. Vroeë beskawings soos die Egiptiese en Babiloniese het wel deur metings begrippe van ruimte ontwikkel, maar hulle begripvorming was beperk aangesien hulle belangstelling praktykgerig was, o.a. die bou van piramiedes en hangende tuine. Die Griekse wysgere, daarenteen, het die eienskappe van ruimte filosofies beredeneer. Plato het die wêreld van fisiese liggame met meetkundige vorme geïdentifiseer, m.a.w. fisiese werklikhede is tot meetkundige gedagteforme gereduseer (herlei). (Aan water het hy 'n twintigvlakke ruimtelike struktuur toegeken, aan lug 'n agtvlakke struktuur, aan vuur 'n piramide en aan die aarde 'n kubus). Ander Griekse geleerders, weer, het driedimensionele voorwerpe wiskundig (getalmatig) beskryf, bv. die sfeer, silinder en kubus.

Vir Newton is ruimte bepaal deur die alomteenwoordigheid van God. Daarom dat ruimte vir Newton vas (absoluut) en oneindig in grootte was (want God is oral). Behalwe vir ruimte en tyd, was krag en massa die basiese begrippe van Newton se Fisika. Krag was vir Newton nie 'n wiskundige abstraksie nie, maar 'n werklike gegewe. Massa was vir Newton 'n massapunt, sonder uitgebreidheid. Waar vir Newton die begrip massa dié basiese eienskap van materie was en as 'n massapunt voorgestel kan word, was vir Descartes uitgebreidheid die basiese eienskap van materie. In werklikheid besit materie sowel die eienskap van uitgebreidheid as van massa. Teoreties moet 'n probleem egter oplosbaar wees. Daarom is Descartes se advies sinvol om 'n probleem in stukkies op te deel. Daarvolgens moet 'n probleem met betrekking tot materie òf in terme van uitgebreidheid òf in terme van puntmassas geformuleer word.

Die eerste bewegingswet van Newton voorveronderstel die noodwendige bestaan van absolute ruimte, maar voorsien geen manier om die bestaan van absolute ruimte self eksperimenteel te bewys nie. Volgens die eerste wet "is die bane waarlangs voorwerpe in 'n gegewe ruimte beweeg dieselfde of die voorwerpe in rus is of eenparig (met 'n konstante snelheid) in 'n reguit lyn beweeg". Hierdie "in rus" en "eenparige beweging" is ten opsigte van die absolute ruimte en skakel enige moontlikheid uit om die bestaan van 'n absolute ruimte self te bewys. Volgens Newton veroorsaak kragte deur versnelling werklike beweging (t.o.v. die absolute ruimte).

Dit is merkwaardig hoe die relativiteitsteorie gedurende die twintigste eeu ons gedagtes oor ruimte geheel en al verander het. Waar ons voorheen toeskouers van gebeurtenisse was in Newton se absolute ruimte, het ons nou deel van gebeurtenisse geword. Met ander woorde, die wetenskap en sy beskrywing van die natuur bestaan nie meer buite die mens nie, maar hang van die verwysingsraam af waarvandaan

die mens die natuur met sy wetenskap beskryf. Dit het die besef van die aanwesigheid van 'n menslike faktor in die vorming van Fisika en Chemie laat posvat (kyk Afdelings 6.3 tot 6.10).

Die twintigste eeu se natuurwetenskap verskil in 'n tweede opsig van die negentiende eeu se (Newtonse) natuurwetenskap. In die Newtonse wêreldbeeld was die ruimte waarin materie en materiedeeltjies beweeg het, onafhanklik van die beweging van die deeltjies en ook onafhanklik van die waarnemer van die beweging (d.w.s. van die eksperiment waardeur die beweging waargeneem word). Absolute tyd en absolute ruimte was die basis van die Newtonse natuurwetenskap. Gevolglik kon die meetkunde van die ruimte los van die beweging van materie bedink en ontwikkel word. Materie en energie was ook onafhanklik van mekaar sodat ons kon praat van twee behoudswette, t.w. die wet van behoud van massa en die wet van behoud van energie. Die relativiteitsteorie van Einstein het ruimte (meetkunde), materie (massa en sy swaartekrag), en beweging (in tyd en ruimte) met mekaar gekoppel. So iets soos absolute tyd en absolute ruimte (en daarmee absolute beweging) bestaan dan nie meer nie. Aangesien beweging in die tyd plaasvind, beteken dit dat tyd en ruimte gekoppel is. Meer nog, volgens die relativiteitsteorie besit bewegingsenergie die eienskap van massa. Gevolglik is massa en energie ook gekoppel. Dit beteken dat massa en energie aan mekaar ekwivalent is, dit wil sê uitruilbaar is sodat die wet van behoud van energie en die wet van behoud van massa een wet geword het, nl die wet van behoud van energie en massa.

Volgens die oerknalteorie was die 'oerknal' die oomblik waarop tyd en ruimte in 'n tyd-ruimtepunt moes begin het. Hierdie begin is vir die natuurwetenskap 'n misterie. Hoe tyd en ruimte met die oerknal ontstaan het, word nie deur die relativiteitsteorie aangespreek nie. Tans hoop teoretici om 'n antwoord vir hierdie misterie te vind deur kwantumfisika, wat 'n teorie vir materie is, uit te brei tot 'n teorie vir die heelal. In kwantumfisika word verskynsels in die mikrowêreld in terme van tyd beskryf. Wanneer tyd van die makrowêreld van waarneming oorgedra word na die mikrowêreld van die atoom, verdwyn tyd as 'n parameter, omdat ons geensins atome in 'n oorgangsproses intyds kan waarneem nie. In Chemie kan ons nie waarneem terwyl twee atome met mekaar verbind nie. Ons neem slegs die deeltjies voor saambinding en dan weer na saambinding waar. Ons verstaan daarom uiters min van wat tyd in kwantum- en atomêre prosesse is.

Die twintigste eeu se natuurwetenskap het deur die koppeling van ruimte en tyd en van materie en energie in die mikrowêreld van die atoom die grondslag gelê vir 'n ontwikkelingsmodel van die heelal vanaf die veronderstelde oerknal sowat 15 miljard jaar gelede tot vandag. Hierdie beskrywende model is gegrond op waarnemings en teoretiese beskrywings van waarnemings in kernversnellers, die sterrekunde, astrofisika en astrochemie. Hierdie model beskryf die begin van die skepping met 'n oerknal, die daaropvolgende uitdying van materie en die voortdurende vorming van nuwe sterre en sterrestelsels. Die oerknalmodel het die vroeëre statiese model van 'n heelal vervang. In die statische model word 'n konstante massadigtheid in 'n eindige heelal wat uitdy, gehandhaaf deur te veronderstel dat nuwe materie in die vrye ruimte voortdurend geskep word - 'n veronderstelling wat nodig was om 'n konstante digtheid van materie as gevolg van uitdying te verseker.

Sowel die statiese model as die model van die uitdyingende heelal gebruik, net soos sterrekunde, euklidiese meetkunde, waarvolgens ook Newton sy absolute ruimte beskryf het. Hierdie modelle gebruik nie die nie-euklidiese (gekromde) ruimte-tyd-meetkunde van Einstein se algemene relativiteitsteorie nie. Volgens hierdie teorie is die tydsas net soos die drie ruimteasse gekromd. Teoreties moet die golflengte van lig dan al hoe langer word hoe verder dit in die gekromde ruimte van die heelal beweeg (Boeyens, 1995). Dit beteken dat hoe meer rooiverskuif die spektraallyne is wat ons waarneem, deste langer het die lig geneem om die aarde te bereik. Sodoende sou die rooiverskuiwing van spektraallyne vanaf galaksies deur Einstein se algemene relativiteitsteorie voorspel kon word sonder dat die heelal hoef uit te dy. Volgens hierdie beskrywing is dit nie noodwendig dat die heelal met 'n oerknal begin het nie. Die vraag kan daarom gevra word of ons werklik die begrippe ruimte en tyd en hul verband tot die werklikheid uit ons waarnemings en teoretiese modelle kan verstaan? Gebruik ons nie maar teoretiese modelle om vrae oor die herkoms van alles vanuit menslike ervaring te probeer beantwoord nie? Natuurwetenskapbegronde begrippe kan nie bepalend wees vir die mens se lewens- en wêreldbeskouing nie.

7.7 Die kwantumbeginsel en ruimte

Moderne Fisika en moderne Chemie is terme wat gebruik word vir die Fisika en Chemie, wat ontwikkel het sedert die ontdekking van die elektron deur J.J.Thomson in 1897. Hierdie ontdekking het beteken dat die atoom verdeelbaar is (elektron kom uit die atoom). Die atoom moet daarom minstens uit deeltjies met negatiewe lading (elektron) en positiewe lading (proton) saamgestel wees en moet daarom 'n struktuur hê. Laboratoriumeksperimente het geslaag om atome in hulle bestanddele (protone, neutrone, en elektrone) uitmekaar te haal en om 'n geheel en al nuwe wetenskap, die wetenskap van die mikrowêreld van die atoom op te bou.

Die moderne natuurwetenskap verskil radikaal van die Newtonse (nou klassieke) natuurwetenskappe. Waar in die negentiende-eeuse (klassieke) natuurwetenskap die toekoms rigoristies uit die verlede voorspelbaar was, ken ons in die nuwe wetenskap slegs die verlede, maar is die toekoms van die afsonderlike dele van 'n stelsel onseker. Hierdie verandering het begin toe Max Planck in 1900 die energiekwantum ingevoer het om die eksperimentele spektrum van warmte- (swart-) strale teoreties te beskryf. Hy het van die veronderstelling uitgegaan dat slegs daardie atomiese trillings kan voorkom, waarvan die trillingsenergie veelvoude van hf is, waar h = Planck se konstante en f = die frekwensie van die atomiese trillings. Hierdie werk is opgevolg deur Einstein, wat veronderstel het dat lig uit fotone (energiekwantums) bestaan om die foto-elektriese effek teoreties te kon beskryf (1905), deur Schrödinger, Heisenberg en Dirac wat deur golf- en kwantummeganika die struktuur van die atoom beskryf het (1927), en deur Heisenberg se onsekerheidsbeginsel (1927).

Die invoering van die kwantumbeginsel het 'n onbepaaldheid (indeterminisme) in die beskrywing van prosesse in die mikronatuur ingebring. Hierdie onbepaaldheid kan met lewensversekering vergelyk word. 'n Versekeringsmaatskappy gebruik 'n opname om vas te stel hoe die lewensverwagting van 'n groep mense om 'n gemiddelde ouderdom versprei is. Hierop word sy tariewe vir lewensversekering bepaal. Al wat redelik seker is, is die verwagte aantal mense in 'n ouderdomsgroep wat in die daaropvolgende jare sal sterf. Niemand kan egter voorspel wanneer 'n betrokke persoon sal sterf nie. Net so kan ons die waarskynlikheid bereken dat 'n atoom 'n foton sal uitstraal, maar watter atoom die foton sal uitstraal en op watter tydstip die uitstraling sal plaasvind, kan ons nie bepaal nie. In chemiese reaksies beteken dit dat ons die snelheid van 'n reaksie tussen atome kan bereken, maar ons kan nie sê watter spesifieke twee atome met mekaar sal reageer of verbind nie.

Vroeg in die twintigste eeu het dit geblyk dat Newton se meganika nie die wêreld van die atoom kan beskryf nie. Kwantum-(of golf-)meganika moes hiervoor ontwikkel word. Die gewone idee van saamvalling van punte moes met saamvalling van deeltjies vervang word, deeltjies waarvan die gedrag deur materiële golwe bepaal word. Materiële golwe wat met deeltjies geassosieer word, vergroot die ruimtelike wisselwerkingsomgewing van deeltjies. Gevolglik beteken 'n ruimtelike saamvalling van deeltjies A en B en van deeltjies B en C, nie noodwendig dat deeltjies A en C ook saamval nie. Dit beteken ook dat die gedrag van deeltjies nie meer eenduidig deur die werking van kragte op materiële voorwerpe beskryf kan word nie. Daarom dat in kwantumfisiese prosesse die basiese begrip van materiële deeltjies geleidelik deur die voorstelling (idee of konsep) van velde vervang is. Dit beteken dat die volle fisiese werklikheid as velde voorgestel word in plaas van materiële voorwerpe. Die komponente van die velde word nog steeds in terme van ruimte-tyd beskryf.

Vakuum is 'n ruimte met niks, bv. die ruimte tussen atome of tussen hemelliggame. Volgens die kwantumveldeteorie bestaan vakuum nou nie meer nie, want alle ruimte word dan deur velde (soos materiële, elektromagnetiese, gravitasie- en kernkragvelde) gevul. Hierdie voorstelling van wisselwerkings tussen velde en hulle kwantums het die Newtonse voorstelling van materiële deeltjies, wat in bane beweeg onder die invloed van kragte, vervang. Deeltjies is nou kwantums van hierdie wisselwerkende velde. 'n Absolute ruimte is nie geskik om hierdie nuwe voorstelling van velde en hulle kwantums teoreties te beskryf nie en het die doodsklok vir hierdie soort ruimte gelui.

Kwantummeganiese beskrywing bring mee dat ruimte nie meer kontinu is nie, maar diskontinu verloop as gevolg van kwantumwisselwerkings. Mikrofisiese prosesse kan egter nog steeds in terme van koördinaatraamwerke met kontinue ruimte- en tydasse beskryf word maar dan moet Heisenberg se onsekerheidsbeginsel deel van die beskrywing word. Volgens laasgenoemde beginsel word die onsekerheid Δx in die meting van die koördinaat x van 'n deeltjie en 'n onsekerheid Δp in 'n gelyktydige meting van die momentum p bepaal deur die vergelyking $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$, waar h Planck se konstante is. Dieselfde onsekerheidsvergelyking geld vir die onsekerheid ΔE in die meting van die energie E van 'n deeltjie gedurende 'n tydsverloop Δt op tydstip t : dit is $\Delta E \Delta t \geq h$.

Hierdie onmoontlikheid om posisie van 'n deeltjie en tydstip van daardie posisie presies te bepaal sonder dat daar sekerheid in onderskeidelik momentum en energie is, moet as 'n uitdaging gesien word vir 'n kritiese hersiening van die aanvaarde begrippe en idees van ruimte en tyd. Hierdie uitdaging het die welbekende Deense teoretiese fisikus Niels Bohr alreeds raakgesien toe hy in elektronoorgange tussen stasionêre toestande in 'n atoom "transending van die raamwerk van ruimte en tyd" genoem het. Hierby moet nog gevoeg word dat volgens die algemene relatiwiteitsteorie van Einstein, is die skaallengte (die metriek) van ruimtelike strukture 'n funksie van die digtheidspreiding van massa en energie. Ons kennis van die fisiese ruimte op mikroskaal word bepaal deur die ontwikkeling van ons insigte in mikrofisiese prosesse. Solank navorsing nie bevredigende antwoorde op basiese vrae kan gee nie, sal die ruimteprobleem onopgelos bly.

HOOFSTUK 8. DIE KONTINGENTE (DIE NIE-VOORSPELBARE, DIE UNIEKE)

8.1 Kontingsie

Volgens die Woordeboek van die Afrikaanse Taal (WAT) beteken kontingent as byvoeglike naamwoord: onderworpe aan onvoorsiene, onvoorspelbare oorsake of omstandighede, bv. 'n kontingente ervaring of gebeurtenis of verskynsel. 'n Gebeurtenis is kontingent as iets bv. op 'n bepaalde *plek* en op 'n bepaalde *tyd* sonder aanleidende oorsaak geskied. Byvoorbeeld, 'n klip rol van 'n berg af. Maar dat dit juis hierdie klip is wat hier (plek) en nou (tyd) afrol, beklemtoon die individuele geaardheid van kontingsie. Die kontingente sou 'n mens in 'n bepaalde sin nie-rasioneel kan noem. Die kontingente is die hier-en-nou-gebeurlike. Die gebeurte is nuut (het nog nie tevore plaasgevind nie – daardie spesifieke klip het nog nie afgerol nie) en eenmalig (sal nie weer plaasvind nie – die klip het klaar gerol); dit is individueel (enig, uniek); dit is dinamies maar is as sodanig onvoorspelbaar (weet nie of en wanneer dit sal gebeur nie). Die ontstaan van die skepping, van ruimte en tyd, van die kosmiese wetsorde, van natuurwette soos die swaartekragwet, en van die oerknal is ook kontingent.

Die Griekse denke het sintuiglike ervaring 'n voorvereiste tot kennis gemaak. Die verstaanbare van gebeurtenisse is slegs op logies-uitgedinkte oorsake gegrond. Die oorsake moet noodwendig en tydloos waar (of geldig) wees. Hierdie denke is geslote – daar is geen plek vir die kontingente nie. Gebeurtenisse kan nie toevallig of kontingent (sonder 'n oorsaak, onvoorspelbaar, irrasioneel) plaasvind nie. Die grondslag en wesentlike van die Griekse denke laat nie plek vir die kontingente in die wetenskap nie. Die metode van wetenskapsvorming deur abstrahering uit sintuiglike ervaring met die oorsaaklike as die grondslag tot die verklaring van gebeurtenisse het tot 'n verteoretisering van die werklikheid gelei.

Die Grieke het aanvaar dat dinge en gebeurtenisse, wat eenmalig en toevallig voorkom, nog nie na behore geken is en verstaan word nie, maar dat daar wel 'n rede, 'n oorsaak daarvoor moet bestaan. Die Christene het met hierdie idee dat die kontingente nie bestaan nie en wat diep in die Grieks-Romeinse kultuur gewortel was, geworstel. Wetenskapsvorming is tot in die twintigste eeu na Christus deur hierdie idee dat die kontingente nie bestaan nie en dat daar 'n materiële oorsaak vir alles moet wees (die meganistiese denkbeeld), oorheers. Vandag het die kontingente plek in ons wetenskapsvorming omdat ons die toevallige moet aanvaar, bv. die verval van 'n radioaktiewe atoom en die indeterminisme (onbepaaldheid) van kwantummeganiese prosesse, wat ons later in hierdie hoofstuk bespreek. Aanvaarding van die oerknalteorie en daarmee dat tyd, ruimte en natuurwette 'n begin gehad en daarom nie altyd daar was nie, is 'n aanvaarding van die kontingente.

Die Christelike begrip van skepping en die onderhouding daarvan deur God, het by die vroeë Christene 'n wysiging van die Grieks-wysgerige denke meegebring en daarmee het kontingsie ook 'n plek in hulle wetenskaplike denkraamwerk gekry. God as skepper en onderhouer het die wêreld aan alles omvattende skeppingsordeninge onderwerp. God sou dan nodige oorsake vir gebeure, wat volgens Sy wil moet plaasvind, voorsien, terwyl gebeure, wat Hy wil om vry van Hom plaas te vind, deur 'kontingent-aktiewe oorsake' volgens Thomas van Aquino plaasvind, d.w.s. oorsake wat 'n gebeure ook anders kon laat verloop het.

Newton se wetenskaplike metode was om beginsels en veronderstellings af te lei uit eksperimentele metings op waarneembare verskynsels, en om dan weer hierdie beginsels en veronderstellings deur verdere eksperimente terug te herlei tot waarneembare verskynsels. Newton was oortuig dat deur hierdie metode van eksperimentele bevraging van die natuur, vasstaande kennis omtrent die heelal verkry kan word. Hy het nie die heelal as 'n volledig-meganiese masjien, wat konsistent in homself en verklaarbaar uit homself is, gesien nie aangesien God die aktiewe heerser en onderhouer van alles is. Vir Newton was die rasionaliteit en die stabiliteit van die heelal gevestig in ewige rasionaliteit en stabiliteit van God, die Skepper en Onderhouer van alles. God se ewige bestaan en alomteenwoordigheid was vir Newton die basis vir ordelikheid en onveranderlikheid (o.a. natuurwette) in die heelal.

Volgens Newton kan ordelikheid nie uit meganiese oorsake afgelei word nie. Die ordelikheid in die heelal moet 'n andersoortige oorsaak hê. Dit beteken dat die wette van die natuur nie die oorsaak van alles, wat in die heelal bestaan, is nie, maar dat die wette van die natuur slegs betrekking het op waarneembare prosesse wat voortdurend plaasvind. Hierdie punt is baie belangrik, want dit beteken dat, volgens Newton, die heelal nie volledig tot 'n meganiese stelsel, wat selfgenoegsaam en konsistent (nie-strydig) in homself is, herlei kan word nie, want sy immanente (inherente) orde kan nie volledig uit homself verklaar word nie. Die heelal is egter wel konsistent soos dit deur die lewende God onderhou en bestier word. Hiermee het Newton kontingsie as deel van sy werklikheidsbeskouing aanvaar.

Newton se wiskundige beskrywing van beginsels en veronderstellings was altyd geldend (tydloos) in karakter. In die hande van Newton se opvolgers het sy metode gelei tot 'n heelal wat deur meganiese oorsake met wiskundige presiesheid verloop. Hiervolgens is die heelal 'n geslote stelsel, waarvolgens veranderlikhede en gebeurtenisse uitsluitlik deur oorsaak en gevolg bepaal word. Volgens bv. Laplace kan die heelal volledig beskryf word deur self-regulerende en ewiggeldende wette sodat die 'hipotese' 'God' nie nodig is nie. Die interne stabiliteit van die heelal het Laplace probeer aflei uit die veronderstelling dat die heelal volledig en konsistent in homself is. Hierdie siening van Laplace het mettertyd tot 'n dogma ontwikkel, wat die wetenskap in sy totale omvang oorheers het en wat geen ruimte vir kontingente gebeure gelaat het nie. Hierteenoor was Newton se vertrekpunt dat dit onmoontlik is om die heelal volledig tot 'n meganiese stelsel te herlei, waaruit noodwendig volg dat daar 'n ongebonde agent, 'n bonatuurlike krag of opperwese wat nie deel van die meganiese stelsel is nie, moet bestaan. Interessant dat die jongste ontwikkelinge in natuurwetenskaplike denke ons vandag dwing om opnuut weer te besin oor kontingensie (nie-kousaalbepaalde gebeurlikhede) in die natuur.

8.2 Indeterminisme en kontingensie

Kwantumteoretiese beskrywing van gebeurtenisse op die vlak van atome en van atoomkerne het 'n onvoorspelbaarheid in die posisie van 'n deeltjie en in die tydstip van 'n gebeurtenis meegebring (kyk Afdeling 7.7). Daardeur het kontingensie deel van die fisiese beskrywing van die natuur geword. Dit het 'n geheel en al nuwe wetenskaplike benadering nodig gemaak deurdat fisiese en chemiese prosesse nou deur waarskynlikheidsteorie en kansteorie indeterministies beskryf word. Om die volle betekenis van indeterminisme in die beskrywing van die fisiese natuur te verstaan, kan die volgende vrae vir bespreking gestel word:

Vraag 1: Is alle prosesse in die natuur in wese deterministies (of meganisties) sodat indeterminisme (onbepaaldheid) die gevolg is van 'n eksperimentele onvermoë om fisiese prosesse noukeurig op atomêre en subatomêre vlakke waar te neem? 'n Bevestigende antwoord beteken dat 'n indeterministiese beskrywing 'n (voorlopige?) benadering is van 'n natuur met 'n afgebakende (of rigiede) struktuur, waarvan veranderinge (gebeurtenisse) deur natuurwette kousaal-deterministies beheer word. Dit beteken dat die natuur in wese geslote (nie-kontingent) is met prosesse wat eenduidig deur oorsaak en gevolg bepaal word en dat ons huidige kennis nog onvoldoende is om die kousaalbepaalde natuurwette op atomêre en subatomêre vlakke te kan ontrafel. Soos ons kennis en insig ontwikkel, sal die huidige indeterminisme dan na determinisme oorgaan.

Vraag 2: Of verwys indeterminisme na prosesse wat willekeurig volgens statistiese toevalswette verloop? 'n Bevestigende antwoord hierop beteken dat prosesse in die natuur as 'n geheel wel volgens kousale wette verloop, maar dat individuele veranderinge (gebeurtenisse) statisties bepaal word. Dit beteken dat individuele veranderinge toevallig plaasvind volgens 'n statisties-bepaalde kousale verloop, bv. radioaktiewe verval van atoomkerne met 'n vervalkonstante wat 'n konstante vir 'n versameling van atome van 'n stof in geheel is en wat eksperimenteel vir elke stof noukeurig bepaal kan word. So 'n siening bevraagteken die ordelikheid van individuele prosesse en daarmee die grondslae van ordelikheid wat die basis van die moderne natuurwetenskap is. Dit beteken verder dat die beginsels van klassieke meganika, wat as fisiese wette geformaliseer is, nie vir individuele radioaktiewe kerne geldig is nie, maar slegs 'n statisties-afgebakende toepassingsveld en geldigheid het.

Vraag 3: Beteken indeterminisme, toevalligheid en die hieruit voortvloeiende kontingensie dan dat die natuur in terme van sy eie kontingente orde verstaan moet word? Vir Christene het kontingente orde die betekenis dat die ordelike heelal (kosmos in natuurwetenskaplike sin) nie selfgenoegsaam of selfverklarend in oorsprong, in voortgang en in sy eindbestemming is nie, maar dat daaraan 'n rasionaliteit en toerekenbaarheid in terme van ordelikheid gegee is, 'n ordelikheid wat van God se ewige rasionaliteit en toerekenbaarheid afhang en dit weerspieël (vgl. Newton se siening in Afdeling 8.1). Vir die New Age het die kontingente orde die betekenis van 'n lewens- (religieuse) beginsel wat deel van die natuur is (kyk Afdeling 8.3).

8.3 Oosterse mistisisme

Mense wil leef met 'n doel. Die Bybel beklemtoon dat daar 'n Goddelike doel en bedoeling met die skepping is, en aan die mens is 'n skeppingsopdrag gegee. Vir die Verligting gaan dit in die menswees om 'n mondige mens, 'n mens wat vry is om sy hede en toekoms self te bepaal (kyk Afdeling 10.4). Vir die hedendaagse mens is die betekenis van sy bestaan geleë in sukses, self-ontploffing en selfbeleving. Dit is dinge wat die mens gelukkig maak. Dit sluit aan by die evolusionistiese grondmotief van vooruitgang. Die Oosterse godsdienste weer glo dat daar 'n bonatuurlike alles omvattende en volledige werklikheid is wat

onderliggend aan alles wat ons waarneem en ervaar is en wat al die uiteenlopende dinge tot 'n eenheid saamsnoer. Hierdie werklikheid noem die Sjinese die *Tao*, wat *Die Weg* beteken (Capra, 1975).

Taoïsme gaan primêr uit van waarneming en die ontdekking van die Weg van die natuur deur intuïtiewe kennis. Hierdie Oosterse god sou inwonend in (inherent deel van) die natuur wees en kan deur die mens se verstand nooit volledig geken word nie. Capra (1975:144) sluit aan by woorde van Heisenberg: "Ons neem nie die natuur self waar nie, maar die natuur soos dit deur ons metode van bevraging aan ons bekend word".

Oosterse godsdienste hou steeds die volgende voor (Capra, 1975:30): "Uit nuusberigte in koerante blyk dit dat die mensdom die afgelope 2000 jaar geensins wyser geword het nie, ondanks die enorme toename in intellektuele (verstandelike) kennis. Hierdie feit getuig onteenseglik dat dit onmoontlik is om absolute (ewige) kennis in woorde weer te gee.....Absolute kennis is geheel en al 'n nie-intellektuele ervaring van die werklikheid, 'n ervaring wat voortkom in 'n ongewone toestand van die bewussyn, wat 'n meditasie of mistiese toestand genoem kan word".

Die *New Age* sluit by die idee van 'n god inwonend in die natuur, soos die taoïste en ander Oosterse godsdienste glo, aan deur 'n aktiewe en rigtinggewende lewensbeginsel as deel van die natuur aanvaar. Vir evolusie vanaf die oerknal tot vandag word so 'n lewensbeginsel, 'n geloof in die "self-organisasie van materie" dikwels aanvaar. Dit alles vloei voort uit die feit dat teoretiese strukture in kwantumfisika nie volgens die metodes van negentien-eeuse Fisika regstreeks met eksperimentele waarnemings gekoördineer kan word nie, aangesien die posisies van deeltjies in die wêreld van die atoom nie in ruimte noukeurig bepaal en in tyd noukeurig gevolg kan word nie (lees Capra, 1975: hfst. 10). Trouens, op hierdie vlak kan deeltjies dan nie meer as punte beskou word nie en moet hulle teoreties-wetenskaplik op 'n ander wyse as op die makroskopiese vlak beskryf word.

Daar is in die kwantumteorie egter nog baie vrae wat beantwoord moet word. Kwantumfisika het oortuigend aangetoon dat die natuur grondige kontingente eienskappe besit, wat in wese nie irrasioneel of wanordelik is nie. 'n Natuur wat deur vereniging van relatiwiteits- en kwantumteorieë met kontingente verbande en begrippe as inherente deel van basiese fisiese wette beskryf word, openbaar 'n oopheid wat dui op 'n verborgenheid buite die rasionele orde van die empiriese wetenskap. Dit is hier waar *New Age* en panteïstiese Oosterse godsdienste hulle aansluiting vind en hulle vestig deur 'n lewensbeginsel as deel van die natuur te aanvaar (Capra, 1975).

Hierteenoor moet gestel word dat die Bybel ons duidelik leer dat ons as mense "ken ten dele en ons profeteer ten dele. Maar as die volmaakte gekom het, dan sal wat ten dele is, tot niet gaan.Want nou sien ons deur 'n spieël in 'n raaisel, maar eendag van aangesig tot aangesig. Nou ken ek ten dele, maar eendag sal ek ten volle ken, net soos ek ten volle geken is" (1 Kor 13:9-12).

Erkenning dat die werklikheid veel meer omvat as die inhoudelike van die natuurwetenskappe maak 'n nuwe benadering tot uitbouing van Christelike wetenskap moontlik. Vir 'n Christen is vorming van wetenskap 'n deelname aan waarheid. Waarheid vereis van elke wetenskaplike 'n oopheid tot alles wat wetenskaplik benaderbaar is, en in die geval van 'n Christen-wetenskaplike, 'n oopheid ook vir wat die openbaring van God in Sy Woord voorwetenskaplik vir die beoefening van die wetenskap te sê het.

Om die mens wetenskaplik te beskryf moet hy uit sy bomenslike (transendentale) en persoonlike (geestelike) verbande uitgehaal word en moet hy slegs in sy gemeenskapsbestaan beoordeel word. Daardeur verlaag ons die mens as persoon tot 'n funksie of amp in 'n gemeenskapstelsel - dan beoordeel ons die mens na die mens se beeld. Die huidige nie-outroritêre opvoeding is 'n klassieke voorbeeld van hierdie soort van mensgemaakte mensbeeld.

Volgens die Bybel is God self deur sy Heilige Gees in die mens - dit maak die mens geestelik/heilig. Vir taoïstiese mistisisme is die Mens deel van die Natuur self (Tao = Die Weg in die Natuur). Die Mens word een met die Natuur. Gevolglik bestaan daar geen strewe tot saligheid in 'n wêreld hierna nie. Net soos Tao is die Natuur self nie kenbaar nie. Daarom word kennis omtrent die natuur nie as belangrik gegag nie. Gevolglik het daar geen eie natuurfilosofie en natuurwetenskappe by die Oosterse volke ontwikkel nie.

In 'n tyd van krisis wat ons vandag beleef - 'n tyd waarin mense weer na waardes soek waaraan hulle hul kan verbind nadat materialistiese ideologieë hulle magteloos gelaat het - vind baie mense vandag aansluiting by Oosterse mistisisme vir hulle geestelike kwelling en vrae.

HOOFSTUK 9. MEERVLAKKIGE STRUKTURE

9.1 Vereenvoudiging van die werklikheid

Fisiese en chemiese wetenskappe word soms as wetenskappe van benaderings beskryf. Die werklike natuur is eintlik baie meer ingewikkeld (kompleks) as wat ons met laboratoriumeksperimente kan ondersoek. Dit is 'n onmoontlike taak om die natuur in sy volle ingewikkeldheid te kan verstaan. Daarom vereenvoudig ons die werklikheid deur die werklikheid in klein stukkies te verdeel (Descartes se advies). Elke stukkie kan dan in terme van 'n vereenvoudigde teorie beskryf word en in die laboratorium onder beheerde en ideale omstandighede ondersoek word. Ons vereenvoudig die werklikheid nog verder deur in die ondersoek faktore, wat die analise bemoeilik, buite rekening te laat, of deur ideale omstandighede vir die ondersoek te skep:

(1) Ons isoleer 'n stelsel van sy omgewing. As voorbeeld kan die probleem van 'n ysblokkie, wat in 'n glas water geplaas word, genoem word. Die glas word goed van sy omgewing geïsoleer om te verseker dat warmte nie uit die omgewing na die glas met water sal invloei soos die ys smelt nie. Selfs met baie goeie isolasie sal daar nog steeds warmte uit die omgewing na die glas met water en ys vloei. Agterna kan die bykomende warmte by benadering bereken word en as 'n korreksie in die berekening van die resultate bygebring word. Die werklike natuur bestaan nie uit eenvoudige, geïsoleerde, ideale stelsels nie. Dit is ons wat die natuur in eenvoudige geïsoleerde stelsels opdeel om teoreties te beskryf en eksperimenteel te ondersoek. Byvoorbeeld die wet van Boyle geld slegs vir 'n geïsoleerde gas wat in temperatuurewewig is en nie vir die atmosfeer nie, wat 'n oop stelsel is en dikwels nie in ewewig is nie. Laboratoriumresultate kan gewoonlik nie sonder meer op prosesse in die werklike natuur toegepas word nie, maar is wel van toepassing op prosesse in die nywerheid, waar dieselfde beheerde omstandighede in die aanleg ingebou kan word as waaronder die metings in die laboratorium uitgevoer is.

In die werklike natuur vind prosesse nie plaas in geïsoleerde stelsels nie, maar in oop stelsels. Die atmosfeer, byvoorbeeld, is nie 'n geïsoleerde stelsel nie, want dit is van onder en van bo oop. Nogtans het die basiese Fisika en Chemie merkwaardige mooi strukture vir die werking van die natuur met behulp van laboratoriumeksperimente onder beheerde en geïsoleerde omstandighede blootgelê. Deur laboratoriumeksperimente onttrek (abstraheer) ons "wette" (reëlmatighede) uit die werklikheid. Hierdie "wette" geld slegs in daardie geïsoleerde omstandighede. Hierop bou die biologiese en aardwetenskappe voort, terwyl ingenieurswese, mediese en landbouwetenskappe, en tegnologie, hierdie kennis met groot ekonomiese sukses toepas.

(2) Teoreties word prosesse beskou om in ewewig te wees. In ewewigprosesse moet daar 'n eksterne krag wees wat 'n stelsel in ewewig hou, bv. 'n gas (die stelsel) in 'n silinder met 'n suier, waarop 'n eksterne krag die druk van die gas op die suier balanseer). Teoreties kan veranderinge maklik beskryf word as dit in infinitesimale stappies plaasvind met infinitesimale verskille tussen die eksterne krag wat die stelsel in ewewig hou, en die interne krag van die stelsel. Dit is hierdie sogenaamde 'kwasi-stasiese' veranderinge, wat wiskundig maklik hanteerbaar is en waarvoor entropie 'n termodinamiese parameter is. In die praktyk sal hierdie 'kwasi-stasiese' veranderinge 'n oneindige tyd in die makroskopiese werklikheid neem om plaas te vind. Ewewigstelsels met beskrywing deur bogenoemde ewewigstermodinamika, wat die gewone termodinamika is wat in Fisika en in Chemie onderrig word, kan nie veranderinge in die vrye natuur beskryf nie. In die alledaagse werklikheid vind prosesse in 'n eindige (kort) tyd plaas en veranderinge geskied deur nie-ewewigprosesse, bv. druksveranderinge in die atmosfeer, waardeur winde ontstaan. Stelsels in die vrye natuur bereik 'n ewewigstoestand deur onomkeerbare nie-ewewigprosesse en nie deur 'n proses waar infinitesimale verskille tussen eksterne en interne kragte volgens die kwasi-stasiese benadering probeer om 'n stelsel in ewewig te hou nie.

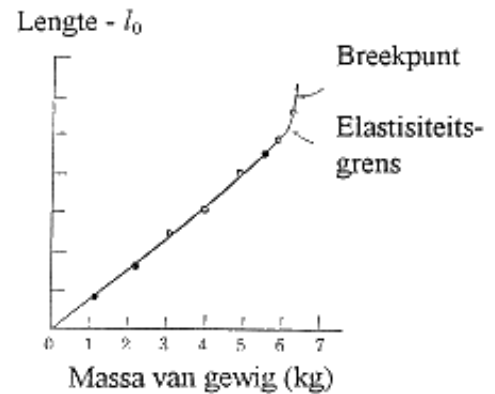
(3) Stelsels word in lineêre verbande ondersoek. Meganiese en termodinamiese stelsels, waarop ons in die laboratorium eksperimenteer, is by toestande van ewewig of naby-ewewig. As veranderinge in hierdie stelsels ook omkeerbaar is, word hulle deur lineêre vergelykings beskryf. Lineêre vergelykings kan analities opgelos word. Wanneer in vergelykings van chemiese, termodinamiese en meganiese stelsels nie-lineêre terme voorkom, soek ons eers oplossings sonder die nie-lineêre terme en sal daarna die invloed van hierdie terme op 'n benaderingsmetode bybring. Wrywing is 'n voorbeeld van so 'n nie-lineêre term wat 'n proses nie-omkeerbaar maak.

Onomkeerbaar is prosesse waarin energie vrykom, wat nie weer na sy oorspronklike vorm teruggeskakel kan word nie, bv. warmte-energie, wat deur wrywing ontstaan, kan nie weer as bewegingsenergie in 'n stelsel teruggeplaas word nie; of 'n vlam, waarin stowwe verbrand; of stralingsenergie vanaf 'n ster; of veroudering in lewendige dinge is onomkeerbaar. Onomkeerbare prosesse is nie-lineêr in wiskundige beskrywings.

Word nie-lineêre terme nie buite rekening gelaat nie, is die bewegingsvergelyking gewoonlik nie analities oplosbaar nie. Byvoorbeeld, wanneer die versnelling van 'n liggaam deur 'n krag beskryf word en die wrywingsterm is 'n funksie van die snelheid van beweging, is 'n analitiese oplossing dikwels nie moontlik nie omdat daar dan geen lineêre verband tussen bewegingsenergie en energie-invoer bestaan nie. In fluïedynamika is die snelheid, druk, digtheid en viskositeit van die fluïde van belang. Laasgenoemde (viskositeit) is die nie-lineêre term in bewegingsvergelykings van fluïede, en maak volledige oplossings moeilik.

Definisie: 'n Lineêre stelsel is 'n stelsel waar oorsaak en gevolg op 'n eweredige wyse met mekaar verbind is.

Laat ons as praktiese voorbeeld die uitrekking van 'n draad beskou. In die elasticiteits eksperiment van Fisika 1 hang ons gewigte (oorsaak) aan 'n draad, wat van die dak afhang. Die lengte (gevolg) van die draad neem eers lineêr toe met die trekkrag (die gewig). Nadat die draad verby die elasticiteitsgrens gerek is, verloor die draad sy elasticiteit deurdat die metaal bros word. Die draad rek nou vinniger as die lineêre verloop.



Die uitrekking is omkeerbaar voor die elasticiteitsgrens bereik word, m.a.w. die draad gaan terug na sy oorspronklike lengte as die gewigte verwyder word. Verby die elasticiteitsgrens is die uitrekking nie meer omkeerbaar nie. Voor die elasticiteitsgrens word die uitrekking beskryf deur die lineêre vergelyking $y = kx + l_0$, waar l_0 die oorspronklike lengte, x die uittrekkrag (die gewig) en k die elasticiteitskonstante is. Verby die elasticiteitsgrens gaan die uitrekking oor in 'n nie-lineêre gebied.

'n Lineêre stelsel kan beskou word as 'n stelsel waarin die werking van die geheel gelyk is aan die som van die werking van die afsonderlike dele van die stelsel. Dit beteken dat, al is die stelsel hoe kompleks, 'n lineêre stelsel altyd beskou kan word as 'n lineêre superposisie van die elemente, waaruit die stelsel saamgestel is. So 'n stelsel kan in sy dele opgedeel word en elke deel kan op sy eie, onafhanklik van die ander dele, ondersoek word. Bv. geluidsgolwe vanaf 'n viool kan in golwe van verskillende frekwensies opgedeel word. Voortplanting van elke golf by sy frekwensie kan dan afsonderlik ondersoek word.

In 'n nie-lineêre stelsel is die geheel baie meer as die som van sy onderskeie dele. So 'n stelsel kan nie as die som van sy dele weergegee of beskryf word nie, en is wiskundig moeilik of gladnie hanteerbaar nie, omdat dit nie in afsonderlike dele opgebreek kan word nie. Voorbeelde van nie-lineêre stelsels is prosesse waarin wrywing (en viskositeit, wat bestaan as gevolg van wrywing) 'n rol speel. Hierdie prosesse is onomkeerbaar, want energie wat deur wrywing verkwis word, kan nie weer in die proses teruggebring word nie. Daar bestaan in die werklikheid nie 'n beweging, selfs onder die mees ideale omstandighede, waar nie-lineêre terme nie 'n rol speel nie. Meeste prosesse in die natuur is buitendien oop en nie in ewewig nie. Met die koms van kragtige rekenars, kon nie-lineêre stelsels die afgelope 10 jaar bestudeer word. Selfs baie eenvoudige nie-lineêre stelsels, veral dié wat nie in ewewig is nie, vertoon 'n ryke verskeidenheid van gedrag en eienskappe.

9.2 Orde en chaos

'n Wêreld waar ewewigstoestande bestaan, word termodinamies as 'n geslote stelsel beskryf. In so 'n wêreld verloop stelsels onder die werking van lineêre termodinamiese kragte tot 'n statische toestand, wat 'n toestand van minimum energie en maksimum entropie (=maksimum chaos) is. Die alledaagse werklikheid verskil egter dramaties van hierdie geïdealiseerde wêreld. In ons alledaagse ervaring is daar 'n subtiële wisselwerking tussen eenvoud (van stelsels wat in substelsels verdeel kan word) en kompleksiteit (van die werklike wêreld).

Maxwell en Boltzmann het 'n statistiese element in die beskrywing van die eienskappe van gasse, uitgaande van die beweging van atome en molekule, ingevoer (Dink aan kinetiese gasteorie en statistiese meganika). Op mikrovlak beweeg atome en molekule volgens die deterministiese wette van meganika op 'n willekeurige, chaotiese wyse. Uitgaande van statistiese metodes kan die gaswette op makrovlak afgelei word uit hierdie chaotiese bewegings op mikrovlak.

Die gasse wat so beskryf word, is in 'n geslote stelsel wat in 'n statiese ewewigstoestand is. Dit geld nie vir die gasse (die lug) in die atmosfeer of vir gaswolke in die tussenruimtes nie. In die aarde se atmosfeer bestaan daar drukgradiënte, wat beweging en allerlei fluktuasies in digtheid veroorsaak. Hierdie stelsels is ver van ewewig en die gewone gaswette geld nie meer nie.

Die atmosfeer gedra hom soos 'n fluïde wat van onder verwarm word, want die son se strale verwarm die aarde, wat weer die lug deur geleiding en konveksie van onder af verwarm. Dit beteken dat die atmosfeer 'n oop stelsel is, want energie word in hierdie stelsel ingevoer (vanaf die son en die aarde) en uitgestraal (deur die aarde+atmosfeer as 'n swart stralingsliggaam). Wolke en waterdamp in die atmosfeer speel ook 'n belangrike rol in verwarmings- en afkoelingsprosesse. Dit alles gee aanleiding tot nie-lineêre terme in die bewegingsvergelyking, wat slegs deur benaderings opgelos kan word. Gevolglik is die oplossings van uiteenlopende aard. Oplossings is ook baie gevoelig vir beginvoorwaardes, wat vanaf gemete data verkry moet word. In wese is die atmosferiese stelsel daarom onvoorspelbaar.

Dit is onmoontlik om vir die ontsaglike atmosfeer enigsins 'n noukeurige en volledige datastel as beginwaardes vir die oplossings van die dinamiese bewegingsvergelykings te verkry. 'n Onvolledige datastel met foute maak ook betroubare voorspellings onmoontlik. Verder kom daar ook voortdurend fluktuasies op mikrovlak in die atmosfeer voor. Dergelike fluktuasies veroorsaak dikwels eksponensiële groei in fluktuasies in 'n stelsel wat nie-lineêre en ver van ewewig is. So 'n stelsel is in wese chaoties en gevolglik onvoorspelbaar (bv. 'n orkaan). Uit waarneming weet ons dat die atmosfeer die eienskappe van 'n chaotiese stelsel het, 'n stelsel wat dikwels ver van ewewig is. Dink maar aan sterk winde en orkane waarin geen ewewigstoestand heers nie. Om dieselfde redes is die hele heelal nie 'n lineêre Newtonse meganiese stelsel nie, maar 'n chaotiese stelsel met 'n toekoms wat onvoorspelbaar is.

Fisiese en chemiese wette wat ons uit laboratoriumeksperimente aflei, voorsien daarom nie 'n voldoende en volledige verklaring van dit wat in die atmosfeer en ander deelstelsels van die wêreld gebeur nie omdat die wette in ewewigsomstandighede geïsoleerd ondersoek is. Ons kan die beweging van die aarde en planete om die son met wette wat ons uit laboratoriumeksperimente aflei, noukeurig beskryf. Die son en planete is 'n eenvoudige stelsel. In ons leefwêreld is daar egter baie meer ingewikkelde stelsels soos die atmosfeer. Weervoorspellings is hiervan 'n voorbeeld. Weervoorsigte kan hoogstens vir 'n paar dae vooruit voorspel word en dan slegs met 'n lae betroubaarheid. Reënval op 'n bepaalde plek en tyd kan eensins voorspel word nie. Hierdie prosesse is te ingewikkeld om in terme van 'n wiskundige model noukeurig beskryf te word. Daar is te veel onbepaalbare faktore in groot stelsels soos die atmosfeer aanwesig. Maar ons vind tog dat uit skynbaar chaotiese prosesse ordelikheid tevoorskyn kan tree, bv. reënvalpatrone oor jare en dekades.

Die natuurwetenskaplikes het tot die besef gekom dat baie natuurlike stelsels op aarde en in die sterruimte eintlik chaoties is, maar dat uit wanorde (chaos) weer nuwe komplekse strukture kan ontstaan, Dit kan in laboratoriumeksperimente en met behulp van rekenaarprogramme gedemonstreer word. In die natuur word sterre, byvoorbeeld, in gaswolke gevorm. Daar moet in die natuur 'n mate van oophheid en onvolledigheid wees, met 'n statistiese waarskynlikheid dat hierdie nuwe strukture kan vorm.

In die nuwe benadering en toepassings van die termodinamika van oop en nie-lineêre stelsels word entropie nie met wanorde gelyk gestel nie, maar met waarskynlikheid. Hierdie nuwe wyse van denke berus op fluktuasies in stelsels, wat ver van ewewig is en wat nie in chaos verval nie, maar waaruit nuwe en ryker vorme van orde na vore kom. Hierdie prosesse werk teen die toename in wanorde soos beskryf deur toenemende entropie van geslote stelsels, en soos beskryf deur die tweede wet van die termodinamika.

Dit is die wêreld waarin ons leef: 'n wêreld met 'n subtiële vervlegting van ordelikheid en chaos, 'n wêreld waarin veelvuldige chaotiese gebeure opbou tot 'n voorspelbare orde, 'n kontingente wêreld met 'n onderlinge spel van kans (waarskynlikheid) en noodwendigheid (natuurwette).

9.3 Deelteorieë in 'n geheelsverband

Die uiteindelijke doel van die wetenskap is om 'n enkele teorie te vind wat die heelal (kosmos, wêreldstelsel) in al sy fasette beskryf. Dit blyk baie moeilik, indien nie onmoontlik te wees nie om 'n teorie te vind, wat alles tegelyk en bevredigend beskryf. Gevolglik breek ons 'n probleem in stukkies op (Descartes se metode, kyk Afdeling 2.8) en verkry dan 'n aantal deelteorieë in 'n vakgebied. In elk van die vakgebiede (oa. fisiese, chemiese, aardkundige, biologiese, psigologiese vakwetenskappe) beskryf 'n

deelteorie 'n beperkte aantal waarnemings, waaruit nuwe voorspellings gemaak word. Elk van hierdie deelteorieë in 'n vakgebied verteenwoordig 'n bepaalde invalshoek of teoretiese benadering of sienswyse van die werklikheid. Deur hierdie benadering het die natuurwetenskappe tot nog toe baie kon bereik. 'n Eenvoudige voorbeeld van hierdie benadering is Newton se swaartekragteorie, waarmee die bane van planete om die son bereken word deur slegs puntmassas vir planete en son te aanvaar. Die vorme, samestellings of strukture van hierdie liggame hoef nie vir hierdie berekeninge in berekening gebring te word nie. Die baan van elke planeet in sy beweging om die son word afsonderlik bereken omdat dit te ingewikkeld is om die kragte tussen planete ook in berekening te bring. Die invloed van ander planete word dan as steuring in berekening gebring.

Deur die wetenskaplike metode van analise word 'n betrokke geheel in kleiner spesifieke 'dele' ondersoek. In ons huidige era van spesialisasie word die dele so in diepte ondersoek dat dit 'n verbrokkeling van die geheel tot gevolg het. Sintese van hierdie dele is beperk tot dit wat deur analise gevind is. Die opdeel van die fisiese werklikheid in 'n groot aantal wetenskaplike deelteorieë kan as 'n meervlakkige struktuur van die werklikheid gesien word. Die onderlinge aaneenskakeling tussen die vlakke (deelteorieë) tot 'n geheel geskied dan in terme van kontingente ordening en van oopheid vir wisselwerking tussen vlakke. Dit open nuwe perspektiewe tot verklaring van geheelsproesse en sluit aan by Christelike wetenskap, wat op geheelsperspektief gerig is.

9.4 Veelvlakkige ordening van die empiriese werklikheid

Die fisiese heelal word volgens die hedendaagse Fisika op die 'laagste' vlak begrens deur die nulpunt van temperatuur en die kwantumtoestand met laagste energie. Op die 'hoogste' vlak word ons kennis van die heelal beperk deur die eindige spoed van lig, wat 'n grens aan die empiriese werklikhede stel. By hierdie grens van ons rasonale kennis bly die heelal as 'n dinamiese stelsel oop vir beheer van buite. By die laagste vlak lê die grens van ons kennis in ons onvermoë om die empiriese werklikhede van kwantum- en deeltjiefisika te deurgrond. Hierdie grens van ons kennis by die 'laagste' vlak of kwantumvlak van die werklikheid maak kontingente rasonale orde 'n noodsaaklike deel van die dinamiese struktuur op daardie vlak.

Op hierdie laagste vlak ontstaan elementêre materiedeeltjies (elektrone, protone, neutrone, kwarke en neutrino's) en kwantums (fotone en gluone) deur wisselwerking uit velde soos die kwantumveldteorie dit beskryf. Tussen hierdie laagste vlak en die hoogste vlak, die kosmologiese, lê daar nog baie ander vlakke met onderlinge koppeling volgens rangorde. Op die kwantumveldevlak volg die kernfisiese vlak, soos die binding tussen proton en neutron. Dit bring in kernfisika nuwe strukture by, wat nie uitsluitlik deur kwantumveldteorieë bepaal kan word nie. Daarna volg die vlak van die atoom wat weer sy eiesoortige strukture het, wat deur die elektron in die elektriese veld van die kern bepaal word. Sowel die samestelling van die kerne van atome as kwantumveldteorie bepaal hierdie eiesoortige strukture waardeur aan atome hulle fisiese en chemiese eienskappe gegee word. Daarna volg die molekulêre vlak, wat die studieveld van Chemie is, en materiaalwetenskappe, wat weer op die atomiese en molekulêre vlakke voortbou, gebruikmakend van kwantumteorie en die periodieke indeling van elemente, kennis wat eie aan die vorige vlakke is. Voortvloeiend uit die kernfisiese en atomiese vlakke is daar verskillende stralingsvlakke, waardeur die wisselwerking tussen straling en materie vanaf gammastrale tot radiogolwe op verskillende vlakke beskryf word. Interessant is dat die oerknalteorie die vorming van die heelal vanaf die laagste vlak, die kwantumveldteoretiese vlak, met opeenvolgende vorming van strukture in dieselfde rangorde van vlakke beskryf. Strukture van die laere vlakke vorm steeds deel van die strukture wat in elke hoër vlak bykom. Fisiese en chemiese prosesse van al die laere vlakke word in die huidige heelal waargeneem sodat kosmologie vandag 'n wetenskap is wat op al die vlakke in Fisika en Chemie berus.

Dat eksperimentele waarneming die natuurwetenskaplike denke dwing om teoretiese strukture vir verskillende vlakke van die werklikheid te aanvaar onderhewig aan die intrinsieke rasionaliteit van die natuur, is nie beperk tot die Newtonse en kwantumfisika nie. Natuurwetenskaplike denke kan nie biologiese strukture slegs uit fisies-chemiese vlakke verklaar nie. Nuwe teoretiese strukture moet op die hoër liggende vlak van biologiese lewe bykom. Hierop volg weer die vlakke van menslike intelligensie, psigologie, sosiale bestaan en geloof. Hierdie meervlakkige strukture word ook in terme van modaliteite in die Christelike wysbegeerte beskryf.

Uit die hedendaagse fisiese en chemiese wetenskappe blyk dit dat die heelal 'n veelvlakkige en multiveranderlike kompleks van rasonale orde moet wees, met die verskillende vlakke wat in rangorde

met mekaar koppel. Teoreties het hierdie vlakke 'n oop, onbepaalde (indeterministiese) struktuur na 'bo' sodat organiserende beginsels van 'n hoër vlak die organiserende beginsels van die laer vlak kan beïnvloed of selfs kan beheer, maar die hoër vlak kan nie tot die organiserende beginsels van die laer vlak gereduseer word nie. So is biologiese lewe afhanklik van fisiese en chemiese prosesse en biologiese lewe beheer ook hierdie prosesse, maar ons kan nie biologiese lewe tot fisiese en chemiese prosesse reduseer (herlei) nie.

Lewende organismes het morfologiese strukture wat nie in terme van oorsaak en gevolg beskryf kan word nie, want lewensprosesse is oop strukture, wat van buite af beïnvloed word (soos die grond om plante te voed, en die lug en lig vir groei). Gevolglik kan die aktiwiteite van lewende organismes nie meganies beskryf word deur wette wat van oorsaak-gevolg-verbande vir geslote stelsels afgelei is nie. Hierdie aktiwiteite funksioneer op die hoër vlak van lewensfunksies en is gekoppel met fisiese en chemiese prosesse op die laer vlak. Vandag neem ons 'n uiteenlopende verskeidenheid van lewensvorme vanaf die eensellige tot die mees ingewikkelde vorme waar, wat weer in die biologie in 'n groot verskeidenheid van laer tot hoër vlakke verdeel kan word.

Daar bestaan 'n gerigte beheer tussen die veelvuldige vlakke, elkeen met sy eie ordelikheid. Die ordelikheid van elke vlak word nie deur deterministiese noodwendigheid bepaal nie, maar is kontingent in eie aard. Die wisselwerking tussen opeenvolgende vlakke is van wesentlike belang vir die ordelikheid op elke vlak. Hierdie wisselwerking werk in twee rigtings, soos dit duidelik blyk uit die wisselwerking tussen fisies-chemiese en biologiese vlakke. Kyk ons vanuit die 'laer' vlak van fisiese en chemiese strukture, vind ons dat die volle potensiaal van fisiese en chemiese prosesse eers bereik word wanneer daar wisselwerking met die 'hoër' vlak van biologiese strukture is. Die fisiese en chemiese ordelikhede is daarom nie tot hulself gekeer nie, maar dra wesentlik by tot die basiese toestande van die meer komplekse ordelikheid van lewende organismes.

Kyk ons egter vanuit die 'hoër' vlak van biologiese strukture, vind ons dat die biologiese strukture in wisselwerking tree met en beheer uitoefen op die randtoestande van die 'laer' vlak en sodoende 'n organiese ordelikheid daaraan voorskryf, 'n ordelikheid wat aan fisiese en chemiese prosesse 'n funksie en boweal 'n doel gee, wat die prosesse nie vanuit hulle self kan verwesentlik nie. Die wisselwerking van die hoër vlak met die laer vlak beperk gevolglik die omvang van prosesse in die laer vlak, maar bevorder tegelykertyd die voortgang van fisiese en chemiese prosesse. Dit is wat, byvoorbeeld, met 'n vliegtuig gebeur.

'n Vliegtuig word volgens ingenieursbeginsels ontwerp, wat uitgaan van die wette van Fisika (stukrag, beginsels van vlieg en stuur) en Chemie (verbranding van brandstof). Die ontwerpbeginsels van vlieg en beheer van die vliegtuig lê op 'n hoër vlak as die vlieg- en beheerprosesse wat op fisiese en chemiese vlakke is. Of anders gestel: die vlieënier se beheer van die vliegtuig lê op 'n hoër vlak as die wette van Fisika en Chemie waarvolgens die vliegtuig vlieg. Die fisiese en chemiese prosesse word in die vlieg van die vliegtuig en in die beheer van die loods gebruik en daar word aan die prosesse 'n doel gegee wat hulle nie deur hulleself alleen kon bereik het nie.

'n Verdere voorbeeld is die rekenaar. Haal ons die rekenaar uitmekaar, het ons elektroniese en magnetiese komponente. Elke komponent het nie 'n doel in homself nie. Bou ons die komponente in stroombane in, kan ons prosesse aan die gang sit, wat aan elke komponent 'n funksie en doel gee. Dit is 'n hoër vlak van funksionaliteit as die vlak van afsonderlike komponente. Laai ons 'n program in die geheue van die rekenaar, voeg ons intelligensie toe deurdat prosesse in die rekenaar nou daarvolgens gelei word. Nou word die vlak van funksionaliteit nog verder verhoog deur selfaangedrewe prosesse.

Toegepas op die heelal: dit kan as 'n algemene beginsel gesien word dat binne die samehangende strukture van die heelal, die ordelikheid van die 'laer' vlakke ten volle blootlê word wanneer die 'hoër' vlakke skeppend in wisselwerking met die laer vlakke is. Meer nog, deur hierdie wisselwerking word aan die prosesse in die laer vlakke gerigtheid en doel binne die sinvolle organisasie van die veelvlakke heelal gegee.

HOOFSTUK 10. NORMATIEWE BEPALINGS EN DIE NATUURWETENSKAPPE

10.1 Die kultuurmandaat en menslike gawes

Onder *kultuur* word alle menslike handeling verstaan, dit wat die mens doen en wat hy dink, ook sy kennis en wetenskap. In die konteks van Genesis 1 het God aan die mens volmag gegee met die mandaat: “onderwerp die aarde” (Gen 1:28). Dit is die *mandaat* van God aan die mens om as God se medewerker te “heers oor die visse van die see, en die voëls van die hemel en die vee en oor die hele aarde” (Gen 1:26). Om hierdie *mandaat* te kan uitvoer, “(het) God die mens na sy beeld geskape...; man en vrou het Hy hulle geskape” (Gen 1:27). God se verdere mandaat in Gen 1:28: “Wees vrugbaar en vermeerder en vul die aarde” vloei voort uit die spesifiek-menslike taak om oor die aarde te heers en dit te onderwerp. Daar moet ‘n taakmag oor die hele aarde ontplooi word. God bly die oppermagtige Heerser oor die werke van Sy hande nadat Hy die skepping op die sesde skeppingsdag voltooi het. Die mens is verantwoording aan Hom verskuldig.

Om die kultuurmandaat te kan uitvoer het God aan die mens baie gawes geskenk: 'n verstandelike gawe om te abstraher en logies te dink en daarmee saam sintuiglike waarnemingsvermoëns om te hoor, te sien, te praat, te voel, te proe en te ruik. Op 'n hoër vlak as hierdie verstandelike en sintuiglike gawes het God ook aan die mens (1) 'n *denkende vermoë* gegee om te kan onderskei tussen waarheid en onwaarheid, (2) 'n *sedelike vermoë* gegee om te kan onderskei tussen goed en kwaad, en (3) 'n *estetiese (skoonheids-) vermoë* gegee om te kan onderskei tussen mooi en lelik. Hierdie hoër gawes kan nie deur sintuie, wat diere ook besit, waargeneem word nie, maar slegs deur die hoër kenvermoë van die mens.

Die mens se gedagtes, skeppinge en handeling (sy vermoë tot kultuurvorming) geskied in terme van hierdie hoër gawes van waarheid, goedheid en skoonheid. Sy gedagtes, skeppinge en handeling word gerig deur *norme (maatstawwe)*. Norme het 'n outeur: óf die mens bepaal self wat die norme moet wees óf die mens aanvaar God van die Skrifte as die outeur en beoordeel sy gedagtes, skeppinge en handeling in die lig van Sy Woord.

Waar die *ware* en *goeie* onderskeidelik op die denkende en die sedelike in die lewe betrekking het, het die *skone* geen eie inhoud nie, maar verkry sy inhoud altyd deur aanskouing of aanhoring van die ware en die goeie. Skoonheid openbaar hom in 'n groot verskeidenheid fasette in die daaglikse lewe van die mens. Skoonheidsgewaarwording sluit dan altyd skoonheidsgenietinge in, bv. natuurtonele, skilderye en musiek. Mense is tog nie bloot onaandoenlike toeskouers en aanhoorders in die wêreld nie. Alles wat ons deur ons sintuie waarneem, waardeur en beoordeel ons ook: Op die laer vlak deur die maatstaf (norme) van nuttigheid, bruikbaarheid, aangenaamheid, en op die hoër vlak volgens die norme van waar en onwaar, goed en kwaad, en mooi en lelik. So 'n beoordeling in die hoër sfeer vind weerklank in ons hart: daardeur word 'n gevoel van vreugde en instemming verwek of 'n gevoel van teleurstelling en afkeur. Die Skepper van alle dinge het 'n kostelike gawe in die waardering van skoonheid en die goeie aan sy mense geskenk.

Die *estetiese* (die skone, die mooie) is 'n norm, waarvolgens nie slegs menslike kultuurskeppinge beoordeel kan word nie, maar dit is ook 'n norm, waardeur die wetenskap as skeppinge van die mens uit ervaring en kennis beoordeel moet word (Afdeling 10.2). Die normatiewe word nader uitgewerk in 10.3, vanuit die skepping, die aard van kennis en die mens se mandaat tot verantwoordelike besluitneming¹ in 10.4-10.6. Voorts, vandag word allerweë erken dat die aarde deur die skepping (evolusie?) voorberei is as tuiste vir biologiese lewe en in besonder vir die mens. Dit is die *antropiese beginsel*, waaruit norme vir die beoordeling van die bestaan en werk van die mens afgelei word (Afdeling 10.7). Hierdie beginsel spruit voort uit die goedheid van God, wat die mens as Sy medewerker geskape het, en sluit aan by die *funksionele*. Laasgenoemde word toegelig in Afdeling 10.8, waar dit gaan om die aarde as woonplek van die mens. Daarna volg rentmeesterskap in 10.9.

10.2 Die estetiese (die skone, die mooie) en die ekonomiese (die eenvoud)

Die estetiese is 'n deel van die skepping. In Genesis 2:9a vind ons: “Die Here God het verder allerlei bome, mooi om na te kyk en lekker om van te eet, uit die grond laat uitspruit”. God se skepping is daarom nie alleen funksioneel (“lekker om van te eet”) nie, maar ook esteties genotvol (“mooi om na te kyk”). Die mens kan die skepping van God geniet, ook deur sy natuurwetenskaplike ondersoeke en beskrywings.

¹ *Beginsel*: Eenvoudigste eienskap, grondslag, grondbegrip

Estetika: Wetenskap wat die beginsels van skoonheid in die kuns en in die natuur probeer aantoon; skoonheidsleer

Feit: Iets wat werklik plaasgevind het, wat vasstaan

Logika: Wetenskap omtrent die dinkwette; denkleer

Logies: Volgens die logika

Norm: Maatstaf, reël, voorskrif. Iets volgens die norm beoordeel

Sowel in die eksperimentele natuurwetenskappe (soos atomiese en molekulêre fisika/chemie en biochemie) as in die waarnemende natuurwetenskappe (soos kosmologie en gedrag van diere), soek natuurwetenskaplikes die beste beskrywing uit 'n groot hoeveelheid en soms verwarrende data en gegewens. So 'n 'beste beskrywing' sal deur empiriese toereikendheid in ooreenstemming met algemene beginsels, ekonomie (eenvoud), elegansie (die estetiese), en standhoudende (konsistente) bruikbaarheid bepaal word. So is bv. wiskundige eenvoud en skoonheid 'n erkende beoordeling van 'n juiste beskrywing van fisiese en chemiese prosesse en strukture. Telkens weer vind ons dat dit die getalmatige en die wiskundige beskrywing is, wat deur skoonheid, eenvoud en elegansie gekenmerk word, wat die wese van die fisiese en chemiese wêreld die beste beskryf. Die ekonomiese in God se skepping (niks oordadig, niks te veel, niks te min, uiters doelmatig) lê in sy eenvoud. Die skepping is mooi (esteties) in sy eenvoud.

In die natuurwetenskappe word die mens oorweldig deur die orde, meesterlike strukture en uitnemende skoonheid in die skepping van God, waarvan die geheimenisse daarin vervat, die menslike verstand vër te bowe gaan. Die grootste gawe aan die mens is 'n rasonale en 'n logiese denkvermoë, waardeur die mens die vermoë, alhoewel gebrekkig en deur die sonde benewel, besit om die rasionaliteit van die skepping te kan verstaan, en waardeur die mens sy roeping om die skepping te *beheers*, kan nakom. Daarmee saam het die mens die estetiese vermoë om God se skeppingswerk in sy oorweldigende skoonheid te geniet en God daarvoor te loof.

Die skepping van God is in terme van die simboliese logika van die wiskunde 'n majestueuse kunswerk. Wiskunde is 'n wetenskap van die logika met die getal as skeppingsgegewe. Die verbasend mooi wiskundige strukture wat die mens op grond van die logika ontwikkel, gebruik die wetenskappe in hulle beskrywing van eksperimentele waarnemings en lewenswerklikhede in terme van modelle (of metafore). In die eksakte wetenskappe is wiskunde die (abstrakte) taal vir die beskrywing van eksperimentele waarnemings, gebruikmakende van modelle (bv. die atoommodel vir materie of die golfmodel vir lig). Die rasionaliteit van die menslike denke moet daarom deel wees van (harmonies ingestem wees op) die rasionaliteit waarmee God die wêreld geskape het. Die rasionaliteit van God se skepping voorsien 'n asemberowende eenvoud en skoonheid in die skepping, vir sover die mens dit kan deurgrond en verstaan, en waarvan die mens gebruik kan maak in die nakoming van sy kultuurmandaat.

10.3 Die normatiewe in wetenskapsbeoefening

Die wetenskap wat ons vorm (kyk Afdelings 6.2 en 6.10) en toepas, moet aan maatstawwe voldoen. 'n Maatstaf is iets waarvolgens menslike handeling beoordeel word. Kriteria, norme en standarde is vorme van maatstawwe. 'n Verdere voorbeeld van 'n maatstaf is mate (bv. die maatband, die maatfles). Daar is onder andere ook letterkundige, juridiese, artistieke, sedelike en etiese maatstawwe.

Menslike handeling word volgens morele standarde beoordeel. Morele standarde hou verband met en is gebaseer op die beginsels of reëls onderliggend aan goeie en korrekte gedrag. Sedes is gewoontes, gebruike, en georgeloofde gedrag, terwyl Sedeleer die leer is van wat goed en kwaad is; die wetenskap van sedelike beginsels en wette. Die wet van God, soos God dit in die Bybel aan die mens openbaar, omvat die morele opdragte aan die mens. Die Tien Gebooe vat hierdie opdragte saam.

Etiek (afgelei uit die Griekse woord *ethikos*, wat *sede* beteken) is die wetenskap wat oor die sedelike gedrag, pligte en waardes handel. Dit is die wetenskap van sedelike norme of wette; van sedeleer, van die leer van die ideale menslike karakter en van die ideale doel en strewe van menslike handeling (uit WAT).

Norm is dit waaraan iets getoets of gemeet word of waarvolgens iets beoordeel word, soos 'n maatstaf of standaard; terwyl Normatief beteken normgewend, die vasstelling van standaard reëls, wat voorskriftelik geld.

Normaal is die gewone, volgens die reëls, soos ons die natuur leer ken. Dit is normaal dat 'n kat vier pote het. 'n Kat met vyf pote is abnormaal. As 'n kat blind is, is dit abnormaal, maar as alle katte blind sou wees, sou blinde katte die normale gewees het. Dit noem ons *bestaans-(eksistensiële) norme*. Hierdie norme word uit ons daaglikse lewenservaring en eksperimentele waarnemings afgelei.

Wetenskaplike kennis is persoonlike kennis, omdat dit onlosmaaklik verbind is aan 'n persoon se selfstandige beoordeling. Tog is persoonlike beoordeling nie 'n saak waarvoor elke bepaalde individu volgens sy eie insigte alleen kan besluit nie, want die beoordeling word besleg binne die kader van kollegiale gemeenskappe van natuurwetenskaplikes en het 'n universele (algemeen-geldende) strekking. Daarom dat wetenskaplike kennis nie normvry (waardevry) is nie – daar bestaan reëls waaraan wetenskaplike kennis moet voldoen.

Die normatiewe bepalings in die skepping leer natuurwetenskaplikes ken deur hul ervaring, wat hulle deur waarneming, eksperiment en teoretiese beskrywing verkry. Die volgende normatiewe bepalings volg uit hierdie ervaring:

(1) Ons kennis is gegrond in ons ervaring van die werklikheid. Menslike faktore is egter medebepalers in die vorming van wetenskaplike kennis, maar hierdie faktore bepaal nie wat hierdie kennis sal wees nie. Vorming van wetenskap word sosiaal beïnvloed, maar word nie sosiaal bepaal nie (kyk Hoofstuk 6).

(2) Natuurwetenskaplikes beskryf die werklikheid vanuit hulle ervaring en 'n heersende paradigma. Geen beskrywing gee die werklikheid in alle detail weer nie, maar beskryf slegs 'n struktuur van die werklikheid op 'n beperkte skaal en uit 'n bepaalde gesigshoek. Soos ons deur ervaring (waarneming, eksperiment en teorie) die werklikheid voortgaande beter leer ken, kan ons die werklikheid in al hoe fyner detail benader, maar ons kan nooit tot die volle omvang van die werklikheid kom nie vanweë ons beperkte en gebrekkige insigte.

(3) Nuwe en onverwagte verskynsels het al dikwels 'n begripmatige wysiging of selfs 'n geheel en al nuwe denkwysing genoodsaak. Daarom dat natuurwetenskaplike bevindings slegs tydelik en voorlopig kan wees. Vir Newton met sy deterministiese-meganistiese beskrywing was die fisiese wêreld helder en duidelik. Sy gebeurtenisse het in 'n reëlmatige vloeï van tyd plaasgevind. Vir sy twintigste eeuse opvolgers is die kwantumeganiese fisiese wêreld newelagtig en onvoorspelbaar, terwyl die verloop van tyd en gelyktydigheid afhang van die toestand van beweging van die waarnemer.

(4) Natuurwetenskaplikes word in hulle ondersoekinge beloon deur ontdekking van rasonele skoonheid, die estetiese, van die fisiese en biologiese wêreld. Hierdie rasonele skoonheid, wat natuurwetenskaplikes telkens weer ontdek in fisiese en biologiese strukture, gee 'n gevoel van verwondering en gewaarwording van die bestaan van norme (waardes) in die skepping.

(5) Natuurwetenskaplik word die natuur in eenvoud rationeel-logies beskryf (deur deelteorieë) te midde van 'n ondeursigtige ingewikkeldheid van strukture en prosesse.

(6) Daar is die misterie van 'n veelvlakkige werklikheid (kyk Afdeling 9.4) wat natuurwetenskaplikes vind in 'n wêreld wat tegelyk ordelik, mooi en goed is.

(7) Wiskundig word die fisiese wêreld deur elegante en ekonomiese (relatief-eenvoudige) teorieë beskryf. Telkens weer vind ons dat dit vergelykings met wiskundige skoonheid (die estetiese) en doelgerigtheid (die ekonomiese), wat die eksperimentele wêreld beskryf. Wiskundige skoonheid en doelgerigtheid blyk kenmerkend vir die beskrywing van fisiese en chemiese prosesse en strukture te wees.

(8) Agter die menslike ervaring van skoonheid en doelgerigtheid sien die Bybelgelowige die Skepper se vreugde in Sy skepping.

Behalwe vir hierdie normatiewe bepalings, wat ons uit ons waarneming en ervaring uit die natuur leer ken, bestaan daar ook reëls of norme waarvolgens ons ons kennis moet toepas. Die norme wat ons aanvaar, het 'n outeur. As dit die God van die Skrifte is, bepaal onder andere die Tien Gebooie die norme waarvolgens ons ons kennis sal toepas. Volgens die Grondwet van die RSA is dit die Beginsels van Menseregte wat ons optredes in die toepassing van ons kennis bepaal.

10.4 Meensgerigte norme

Deur die rasionalisme van die Verligting is die natuurwetenskappe tot vroeg in die twintigste eeu al hoe meer losgemaak van die vraag na die betekenis van die menslike bestaan. Gedurende die twintigste eeu het dit geblyk dat kennis verkry in die empiriese wetenskappe nie op dieselfde wyse geformaliseer kan word as logiese en wiskundige stelsels nie (kyk besprekings in o.a. Afdeling 6.6). Daardeur het belangstelling vir die menslike faktor in wetenskapsvorming ontstaan (kyk ook Afdeling 6.9). Gedurende die afgelope dekades het die mens tot die oortuiging gekom dat daar iets skort met die empiriese metode. Hierdie besef het uit die ontnugtering gegroei dat, waar die bedoeling met die wetenskap was om die mens deur die tegnologie te dien, dit tegelykertyd die wesenlike van menswees bedreig het.

Op die vraag: 'watter plek moet die wetenskap in die menslike samelewing inneem?' kan die antwoord wat die Verligting op hierdie vraag gegee het, kort saamgevat word met: 'die wetenskap moet in diens van menslike vryheid wees'. Uit hierdie antwoord blyk dit dat die beoefening van die wetenskap gerig word deur 'n selfopvatting van die mens. Vir die Verligting gaan dit in die menswees om 'n mondige mens, 'n mens wat vry is om sy hede en toekoms self te bepaal. Hiervolgens moet die wetenskap dan funksioneer (kyk Afdelings 4.1, 4.2 en 4.7).

Vryheid beteken vir die Verligting dat die oorsprong van norme (waardes) en die betekenis van menslike bestaan in die mens self, in sy bedoelings, geleë is. Vryheid is in selfbestuur en selfskepping geleë.

Rasionaliteit is enersyds instrumenteel vir die realisering van hierdie vryheid, vir die beheersing van die werklikheid. Dit bepaal die pad waarlangs die mens mondig word en sodoende vry word. Andersyds is rasionaliteit verbind met die ideaal van vasstaande kennis. Juis met die oog op die ideaal van vasstaande kennis word rasionaliteit steeds meer geformaliseer tot logiese strukture. Die voorveronderstelling is dat die werklikheid in beginsel voorspelbaar is. Onlangse wetenskaplike bevindings verseker ons egter dat die werklikheid vanuit homself in beginsel onvoorspelbaar is, en dat in die werklikheid orde steeds opnuut uit chaos vorm (kyk Afdeling 9.2). Dit beteken dat die wetenskap self in beginsel onvoorspelbaar is, d.w.s. die wetenskap kan nie die verloop van prosesse voorspel nie.

Die verligtingsdenkers het probeer om 'n suiwer rasionele basis aan die opvattinge van normatiewe te gee. Hulle het egter nie daarin geslaag nie omdat (1) deur die formalistiese benadering van die rasionaliteit in die wetenskap hulle die wetenskap losgemaak het van sy menslike verbondenheid, en (2) in 'n strewe na mag oor die natuur en samelewing 'n intrinsieke normatiewe begrening ontbreek het. Etiek was bepaal deur persoonlike voorkeure en is daarmee aan menslike willekeur oorgelaat. Die mens se selfopvatting het losgestaan van die werklikhede in die samelewing. Gevolglik is vir die hedendaagse mens die betekenis en norme vir sy bestaan geleë in sukses, self-ontploffing en selfbeleving.

10.5 Verantwoordelike besluitneming

Al die skeppende aktiwiteite van die mens is kultuur. Alles wat die mens aanraak, word kultuur: As hy wol aanraak, word dit klere; as hy fisiese klanke aanraak, word dit taal en musiek; as hy ertse aanraak, word dit minerale en allerlei materiale vir menslike gebruik; as hy grond aanraak, word dit voedsel vir mens en dier; orals waar hy die natuur aanraak, word dit kultuur. Kultuurwerk is saamgestel uit al die skeppende (en vernietigende) werksaamhede van die mens.

Vanuit die perspektief van die mens as rentmeester (beheerder – kyk Afdeling 10.9) en vanuit die korrekte etiese motief, behoort die mens se doen en late aan 'n groot aantal norme te voldoen. Dit beteken dat die mens deur sy kultuurwerk aan die skepping diensbaar moet wees en op die belang van die skepping gerig moet wees, altyd tot eer van God.

Wat ons as verantwoordelike optrede of handelinge ten opsigte van die natuur beskou, sal afhang van ons denkbild van die natuur. As ons die natuur mitologies sien, sal ons daarmee allerlei gode assosieer en die natuur met omsigtigheid benader, dikwels eers na raadpleging met 'n toordokter. As ons die natuur tot diens van die mensheid sien, sal ons dit onverskillig benader en dit manipuleer om aan ons onmiddellike behoeftes te voldoen. As die natuur die moederskoot is, wat deur evolusie aan ons geboorte gegee het, sal ons dit met gewaardeerde naverwantskap benader. As die natuur 'n skepping van God is, sal ons dit as godgegewe respekteer en dit beskerm en versorg.

Die natuur is 'n ingewikkelde werklikheid en ons begrip van ons verhouding tot die natuur moet dan ooreenstemmend ingewikkeld, uiteenlopend en genuanseerd wees. Net so is alle probleme met betrekking tot die versorging van die omgewing baie ingewikkeld. Telkens is daar twee kante: die voordeel van die mens en die impak op die natuur. Die huidige afwesigheid van enige ooreengekome morele grondslag vir besluitneming in ons hedendaagse samelewing het die debat oor etiese aangeleenthede (bv. die gebruik van kernenergie) laat ontaard in emosionele aansprake van individuele menings.

Die wetenskap het 'n wêreldbeeld aanvaar waarin daar geen plek vir God is nie. Daarmee is daar ook geen plek meer vir religieus-begronde norme nie. Jacques Monod skryf: "ons plig is nie meer êrens opgeskryf nie". Slegs die verstand kan as maatstaf aanvaar word. Mettertyd het dit geblyk dat die uiteindelijke maatstaf geheel en al van die doel waarmee dinge gedoen word, afhang. Die doel is daarom vandag dikwels die beslissende maatstaf.

Die wegdoen van die transendente, die religie, in die moderne samelewing het verder meegebring dat die samelewing nie meer kan besluit oor vrae met betrekking tot lewe en dood nie, soos vrugafdrywing, genadedood, kloning, en genetiese ingenieurswese. Daar is nie meer die religie-gebaseerde morele basis vir besluitneming nie. Wat kan nou die basis wees om sodanige besluite te neem? Is die verstand, die mening van die meerderheid, die model van die natuur of funksionaliteit voldoende?

Dit is die onbeheerste gebruik van tegnologiese vermoë wat beskikbaar gekom het deur natuurwetenskaplike ontdekkings, wat die mens se tussenkoms in die natuur op 'n wêreldwye vernietigende skaal moontlik gemaak het. Daarom het die natuurwetenskappe en natuurwetenskaplikes 'n onmisbare rol om te vervul in 'n ingeligte debat en in verantwoordelike besluitneming by vorming van kultuur, aanlê van stede, dorpe, nywerhede, ensomeer.

Natuurwetenskaplike kennis gee aan die gemeenskap 'n vermoë, wat ten goede of ten kwade gebruik kan word. Dit is egter nie die alleenreg van die gemeenskap om die kennis na goeddunke te gebruik nie. Die

natuurwetenskaplikes het ‘n ewe groot etiese verantwoordelikheid in die gebruik van die kennis. Die natuurwetenskappe is nie norm- of waardestry in die sin dat die natuurwetenskappe eties neutraal is en beperk is tot vrae in die ontginning van die kennis en ontdekkings nie. Dit is slegs die deskundiges wat ‘n ingeligte skatting kan maak van die moontlikhede en gevolge van die gebruik van natuurwetenskaplike kennis en insigte. Die etiese besluite kan egter ook nie aan die deskundiges alleen oorgelaat word nie. Daar moet ‘n breë inspraak in besluitneming wees, ook onder andere vanuit ekonomiese oorwegings.

10.6 Die skepping, menslike kennis en normatiwiteit

In Genesis 1 word verskillende uitdrukkings gebruik om die skeppende handeling van God aan te dui. Lig word tevoorskyn geroep, water word van water en lig word van duisternis geskei, grense word vasgestel tussen die see en droë grond, die aarde word opgeroep om allerlei plante voort te bring - en so het dit gebeur. In die volgende drie skeppingsdae word alle lewende wesens volgens hulle soorte geskape, ook die mens, man en vrou. In die eerste drie skeppingsdae het God die anorganiese materiale tesame met water geskep en daarna organiese materiaal (plante) uit die anorganiese stowwe laat voortkom as voedsel vir lewende wesens, wat later op die vyfde en sesde dae geskep is. Die verskillende uitdrukkings dui elkeen op ‘n eiesoortigheid van verskeie skeppingshandeling: skep uit niks, vormgewing aan rou materiaal, ordening van wat na chaos lyk, lewende prosesse volgens eiesoortighede laat begin, en die toekenning van gesag aan die mens om te heers oor ander skepsele. Maar die liefde en sorg van God is aan al hierdie fasette van die skepping verbode: ‘Toe het God gekyk na alles wat hy gemaak het, en dit was baie goed’ (Gen 1:31)

Aan die mens is ‘n spesiale plek in die skepping gegee (o.a. Ps 8). Handhawing en uitbouing van ordelikheid in die natuur, doel en voleinding in die skepping volgens die raadsplan van God, is deel van die mens se roeping. Daar bestaan ‘n diepgaande harmonie tussen die rasionaliteit van die mens se insig en begrip en die rasionaliteit van die wêreld (die heelal). Anders was die vorming van wetenskap nie moontlik nie. Die beoefening van wetenskap is daarom ‘n van God gegee roeping. Hierdie harmonie word egter verduister en dikwels vernietig deur die sondige hebsug van die mens.

Menslike kennis is self deel van die skeppingswerklikheid want vorming van kennis is self ‘n skeppingsaktiwiteit. Kennis is kennis van ‘n unieke individu en is as sodanig self uniek. Kennis is afhanklik van omstandighede, is oop in tyd en in ontwikkeling en het ook ‘n kulturele en samelewingskarakter.

Menslike kennis het ‘n eie aard wat die mens van die dier onderskei. Een van die belangrike kenmerke van die mens is dat hy ‘n besef van normatiwiteit het: van wat mag en wat nie mag nie. Dit geld nie slegs dit wat hy self doen of nie doen nie, maar dit geld die geheel van die werklikheid van sy ervaringswêreld. Ons onderskei byvoorbeeld implisiet of eksplisiet tussen wat normaal is en wat nie. ‘n Kalf met twee koppe en vyf pote is nie normaal nie. Ons onderskei ook tussen normale en abnormale gedrag. ‘Normatiwiteit’ is egter veel meer as afwykings van dit waaraan ons gewoon is of wat ons as normaal aanvaar. Ons het ook ‘n besef van die innerlike kwaliteit en betekenis van dinge en van ons eie bestaan. Normatiwiteit en kwaliteit behoort bymekaar as twee kante van dieselfde saak.

As Christus die Here van die hele skepping is, is Hy ook Here van die norme van die mens se kulturele en sosiale lewe. Sy Woord is hier die rigtinggewende gesag net soos op elke lewensterrein. Moderne sekularisme aanvaar nie die idee van ‘n universele normatiewe gesag nie omdat dit geen wet vir menslike kennis behalwe die wet van menslike ervaring aanvaar nie. Daar bestaan geen universele faktor binne menslike ervaring waarop ‘n beroep gedoen kan word om uit te maak wat normaal (normatief) is, of wat reg of verkeerd is nie. Dieselfde probleem ervaar ons as ons probeer om die Woord van God *op ‘n rasionele wyse* as ‘n gesag binne menslike ervaring te laat geld. As ons daarenteen die Woord van God *in die geloof* erken as die openbaring van skeppingsverordening, dan erken ons ‘n universele normatiewe gesag wat ons individuele en kulturele beoordelings bepaal. Dit beteken dat ons beredenerings sowel as ons oortuigings, wat oa. deur ons ervaring gevorm word, telkens weer getoets moet word aan die gesagvolle Woord van God. Die Woord van God is dan dié universele normatiewe gesag waaraan alle voornemende menslike handelings beoordeel moet word.

10.7 Die antropiese beginsel

Op grond van twee algemene waarnemings het natuurwetenskaplikes tot die gevolgtrekking gekom dat die skepping sodanig gevorm is dat lewe en in besonder menslike lewe op aarde moontlik is. Hierdie gevolgtrekking word deur die antropiese of menslikheidsbeginsel ondervang. Die eerste waarneming is dat in die fisiese beskrywing van die natuur daar ‘n aantal konstantes voorkom, wat nie deur die teorieë bepaal word of bereken kan word nie maar wat uit eksperimentele waarneming volg, bv. die massa, m , van ‘n elektron, die massa van ‘n proton, die waarde e van die elektriese ladingseenheid van elektrone en

protone, Planck se konstante h , elektriese permitiwiteit ϵ_0 en magnetiese permeabiliteit, μ_0 , van die vakuum, en andere. Hierdie konstantes word fundamentele konstantes genoem.

Hierdie konstantes het presies die regte waardes sodat biologiese lewe op aarde moontlik is. Dit is hierdie konstantes wat die sterkte, waarmee atome met mekaar tot molekule verbind, bepaal, sodat biochemiese reaksies vir lewe van plant en dier en van die mens moontlik is. Hierdie verbindingsterkte word deur die energie, waarmee 'n valente elektron in 'n atoom verbind word, bepaal. Hierdie energie

word gegee deur
$$E \approx -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2 n^2}$$

Dit is die bindingsenergie van 'n valente elektron in 'n energietoestand met hoofkwantumgetal, n , aan 'n atoom met atoomgetal Z en met $Z-1$ elektrone om die atoomkern. Let op dat hierdie energie sterk afhanklik is (in die vierde mag) van die waarde van die elektronlading (e^4) en (in die tweede mag) van Planck se konstante (h^2) en van permitiwiteit (ϵ_0^2). Klein veranderinge in die waardes van hierdie konstantes sal die biochemiese reaksies in lewende wesens versnel of vertraag of glad nie meer laat plaasvind nie.

Fundamentele konstantes bepaal ook die warmte wat die son uitstraal sodat die temperatuur op aarde, met die afstand wat die aarde vanaf die son weg is, reg vir lewe is. Een hiervan is die swaartekragkonstante G van die swaartekragwet $F = G mM/r^2$.

Laasgenoemde is deel van die tweede waarneming, nl. dat fisiese omstandighede op aarde presies reg is om lewe op aarde moontlik te maak. Die samestelling van die aarde se atmosfeer met die regte mengsel van koolsuurgas, suurstof en stikstof, met spoorstowwe soos osoon en water met hul besondere eienskappe en voorkoms, is alles net reg vir lewe op aarde.

Kon alles per toeval deur natuurprosesse so ontstaan of daartoe ontwikkel het? Die antwoord van die fisiese en chemiese wetenskappe op hierdie vraag is *nee*. By ontleding van die tweede waarneming vir die antropiese beginsel blyk dit dat die kans vir omstandighede wat lewe op aarde moontlik maak, so klein is dat sou alles deur evolusie per toeval ontstaan het, die heelal nog baie grootteordes ouer moes wees as wat die huidige kosmologiese berekeninge toelaat.

Op grond van die antropiese beginsel bestaan daar 'n verband tussen die waargenome fisiese en chemiese strukture en wette en die bestaan van bewustelike menslike wesens, 'n verband wat nie toevallig kon ontstaan het nie. Dit beteken dat die aard en vorm van fundamentele wette in die Fisika en Chemie in terme van doelmatigheid verklaar moet word, nl. dat hierdie wette aan die doel moet beantwoord om die bestaan van bewustelike waarnemers van die skepping van God moontlik te maak.

Anders as in die Oosterse godsdienste vind ons dat 'n Goddelike doel en bedoeling met die skepping, en daarmee saam die skeppingsopdrag aan die mens, oorheersend in die Bybel is. Die skeppingsverhaal in Genesis 1 gee aan die antropiese beginsel 'n geheel en al ander betekenis as daar aan die einde van die eerste vyf skeppingsdae telkens gestel word: "Toe sien God dat dit goed was". Opmerklik is dat aan die einde van die sesde skeppingsdag nadat Hy die mens geskape het, daar staan: "Toe sien God alles wat Hy gemaak het, en - dit was baie goed".

10.8 Die aarde as woonplek vir die mens

Die aarde is die grootste van alle kosmologiese en wetenskaplike raaisels, het Lewis Thomas in die uitgawe van *Discover* van April 1981 geskryf. Hy vervolg dat hierdie voorwerp wat om die son wentel, sy eie suurstof, die suurstof wat ons inasem vervaardig, sy eie stikstof uit die atmosfeer haal en dit in die grond sit en wat 'n unieke weerstelsel het, waarvan ons maar min verstaan. Slegs op hierdie planeet is lewe in die ganse heelal gevind, en watter groot en wonderlike verskeidenheid van lewensvorme bestaan daar nie op die aarde nie, vanaf mikroskopiese organismes tot die mens, die mees uiteenlopende lewensvorme wat deur baie verskillende en ingewikkelde stelsels onderhou word. Indien hierdie lewensvorme vanself en toevallig uit dooie materie moes ontwikkel, sou daar miljarde jare vir hierdie ontwikkeling toegelaat moet word. Die natuurwetenskappe het egter nog geen bewys kon vind dat lewe en al die uiteenlopende lewensvorme uit lewenslose materie kan ontwikkel nie.

Die onderskeie toestande wat vir lewe op aarde noodsaaklik is, is net reg vir lewe, soos die hoeveelheid lig en warmte, wat vanaf die son ontvang word. Die aarde ontvang slegs 'n klein deeltjie van die son se energie, maar dit is net die regte hoeveelheid om lewe op aarde moontlik te maak. Oral in die aardkors is daar radioaktiewe elemente, wat deur radioaktiewe verval warmte aan die aardkors gee. Hierdie radioaktiewe verhitting van die aardkors is presies voldoende om die verlies aan warmte deur uitstraling

na die buitenste ruimtes te balanseer sodat die oppervlak van die aarde by 'n vaste temperatuur, waarby lewe moontlik is, kan bly.

Die aarde bevat 'n ontsaglike voorraad water. Water het unieke eienskappe, wat vir lewe noodsaaklik is. Geen ander stof het daardie besondere eienskappe nie, bv. dat ys op water dryf. Dit verseker dat lewe in water kan voortgaan al vries die water van 'n dam, of 'n meer of die see. Water kom in groter oorfloed as enige ander stof op die aardoppervlak voor. Een van water se talle nuttige eienskappe is dat dit as 'n gas (waterdamp), 'n vloeistof (water) en 'n vastestof (ys) voorkom - almal binne die temperatuurruiterstes van lewe op aarde. Deur sy hoë latente warmte word onder andere uiterstes in aardtemperatuur voorkom. Hierin speel ook die groen kleur van plante 'n belangrike rol. Water is ook uiters geskik om die duisende grondstowwe wat as voedsel van mense, diere en plante noodsaaklik is, in bloed of in plantsappe op te los en na lewendige selle te vervoer.

Die atmosfeer, wat die aarde omring, is ook uniek om lewe op aarde moontlik te maak. Ruimtevaarders het spesiale ruimtepakke nodig om in die buitenste ruimte aan die lewe te bly. Maar ruimtepakke is nie op aarde nodig nie. Ons atmosfeer beskerm ons van die lewensgevaarlike ruimte daar buite en bevat net die regte samestelling van gasse om lewe op aarde moontlik te maak. Sonder suurstof sal mense en diere binne minute doodgaan, maar suiwer suurstof is giftig as dit te lank ingeasem word. As daar te veel suurstof in die atmosfeer was, sou brandbare stowwe hoogs ontvlambaar word. Daarom dat suurstof met stikstof verdun moes word. Die klein persentasie koolsuurgas in die atmosfeer is noodsaaklik vir plante, maar te veel koolsuurgas is weer nadelig vir mense en diere.

Grond weer het eienskappe wat noodsaaklik vir plantegroei is. Plante omskep chemiese elemente in die grond in vorme, wat deur die liggame van mense en diere opgeneem kan word. Klein lewende organismes in die grond help hiermee. Daar is miljoene van hulle in 'n teelepel grond. Die aarde het 'n verbasende herstelvermoë na droogtes, brande, natuurrampe en besoedeling deur die mens. Die ineengeskakelde selfhandhawende stelsels van die aarde kan nie gebruik word vir ouderdomsbepalinge nie. Wat wel hieruit afgelei kan word is dat die aarde inderdaad deur die Skepper as 'n tuiste vir die mens voorberei is.

Dat alles so funksioneel geskape is, vervul ons met verwondering oor die wysheid van die Skepper van die heelal en die aarde met alles daarop. Maar dit gee ook aan die natuurwetenskaplikes saam met ander vakdissiplines die wonderlike uitdaging om die geheime in die skepping te ondersoek en te verstaan, en die kennis te gebruik volgens die skeppingsopdrag aan die mens in Genesis 1:26-28 (om te heers as verteenwoordiger van God) en Gen.2:15 (om te versorg en te bewerk).

10.9 Rentmeesterskap (beheerder)

God se skeppingswerk kom in Genesis 1 na vore as 'n majestueuse bemagtiging van orde en struktuur met inherente skoonheid. Die skepping is 'n kunswerk by uitnemendheid. Hiervan getuig byvoorbeeld die menslike en dierlike samelewings wat met hulle inherente ordening en strukture by hulle natuurlike omgewings funksioneel aangepas is, nie evolusionisties nie, maar skeppingsmatig. Benewens om te *beheers* (Gen. 1:26-28) het die mens ook die mandaat om te *bewerk* (Gen. 2:15), dit is om kultuur te vorm, en om die skepping met sy inherente skoonheid en strukture te *versorg* ('op te pas': Gen. 2:15). Dit is God se kultuurmandaat aan die mens.

Die mens het deur die kultuurmandaat 'n verantwoordelikheid van God ten opsigte van die natuur en alles en almal wat op aarde lewe ontvang. Dit beteken nie dat die mens heer en meester van God se skepping is nie. Die mens is niks meer as rentmeester, of beheerder, nie. Die rentmeesterskap behels sowel 'n persoonlike as 'n gemeenskaplike verantwoordelikheid. Die mens moet aan God verantwoording doen oor wat hy as rentmeester doen. Hierdie verantwoordelikheid is gebonde aan o.a. wetenskaplike, tegniese, ekonomiese, en politieke faktore, faktore waaraan die mens in sy doen en late gebonde is. Etiëk is die wetenskap van hierdie verantwoordelikheid van die mens en is 'n onderdeel van Filosofie. Etiëk is die leer van die ideale menslike karakter en die ideale doel en strewe van menslike handeling (Woordeboek van die Afrikaanse Taal - WAT).

'Bewerk' beteken om van die moontlikhede, wat die skepping bied, te ontwikkel en te benut, as beeldraaier van God tot eer van die Skepper. 'Op te pas' hou in dat die mens enige kwaad, die sonde, van die aarde moet afweer (weg hou). Daardeur het ons die Godgegewe taak om byvoorbeeld gesondheid (geestelik sowel as fisies) by mens, dier en plant te bevorder. Die bevordering van gesondheid by dier en plant moet eerstens gemotiveer word om te sorg vir gesonde plante en diere en tweedens om gesonde plante en diere as voeding vir mens en dier te verseker. Die motief om te oes bestaan naas die Godgegewe taak om op te pas en te versorg. Oes en nogeens oes lei tot roofbou, terwyl om op te pas en te versorg 'n gesonde grondslag vir die landbou is. In landbou is die regte etiese motief om te oes, op te pas en te versorg. Die beheersingsmandaat aan die mens hou in om aandag te skenk aan die enorme rykdom

van plante en diere in die wêreld en die verdere verryking daarvan. Ons moet ook steeds probeer om dit wat ons in die plante- en dierewêreld deur menslike aktiwiteite en deur natuurrampe verloor het, weer terug te kry.

HOOFSTUK 11. AANWENDING VAN FISIKA, CHEMIE EN TEGNOLOGIE

11.1 Die mens as heerser – ‘n oorsig

In die tuin van Eden was daar voor die sondeval nog harmonie tussen mens en natuur. Die mens het die natuur nie as 'n bedreiging ervaar nie. Na die sondeval verander dinge drasties. Die mens se verhouding met God en met die natuur is versteur. Sy medemens en die natuur word vir hom 'n bedreiging. Hierdie bedreiging word in primitiewe denke gesien, waarvolgens die natuur beheers sou word deur vreemde magte, wat in gode gesetel is. Die mens moet hom dan na die natuur skik en mag nie daarop ingryp nie, maar kan deur allerlei magies-rituele handeling sorg dat die natuurgode nie ongunstig gestem word nie. Hierteenoor is in die antieke Griekse wêreld die werklikheid as 'n organiese geheel gesien, waarin alles, ook die mens, 'n vaste plek het wat nie versteur mag word nie. Dit kom na vore in die mitologieë van die antieke Grieke. Vanaf 600 v.C. het die opvatting posgevat dat die mens met sy rede die gebeure in die wêreld kan verstaan. Dit is hierdie geloof in die mens se rede wat later in die Westerse wêreld tot 'n absolute vertroue in die wetenskap gelei het.

Na die Renaissance het die mens self skepper en beheerser van die werklikheid geword. Die abstrakte kennis van die wetenskap word as die volle en ryke kennis van die werklikheid beskou. Die mens het homself begin sien as volstrek selfstandig, beslisser van sy eie heil en bewerker van sy eie toekoms. Die gevolg was dat die natuur gesien is as 'n objek, waarvoor die mens volgens sy eie denke kan besluit. Sy tegniese mag oor die natuur het die mens begin gebruik om beter huise en voedsel te bekom, om welvaart te skep, beweegliker te word, kommunikasie te verbeter, gevare soos siektes te bekamp en om op allerlei wyses die lewe te veraangenaam en te vergemaklik. Dinge waarvoor vroeër nie gedroom is nie, is vandag alledaagse werklikhede.

Vandag is die uitgangspunt dikwels dat alles wat met die tegniek gedoen kan word, ook gedoen mag word. Op die ekonomiese terrein word die winsmotief verabsoluteer (dit wil sê dat dit nie net gaan om wins te maak nie). Onder invloed van ekonisme (oordrywing van die ekonomiese faset van die lewe) word kunsmatige behoeftes geskep deur konsumpsinisme. Hiervoor word die tegniek in diens geneem. Ook gaan politieke magte dikwels 'n verbond met nywerheidsmagte aan tot beheersing van die samelewing en tot politieke doelwitte.

Die Hervorming het die mens as 'n deur-God-geroepe mens gesien, 'n mens wat van God afhanklik is en wat aan Hom verantwoording verskuldig is. Christelike verantwoording sluit die eis tot diens en tot rentmeesterskap in. Kenmerkend van die mandaat in Gen 1:26, 28 is dat die dienskarakter voorop in die mens se kultuurmandaat staan. Onverantwoordelike uitoefening van hierdie mandaat word in die Bybel duidelik afgewys. Die mens as dienskneg en rentmeester is geen outonome (*outo*=self, *nome*=wet) heerser nie, maar is in beoefening van sy tegniek aan menslike en goddelike norme gebonde. Alles wat kan, mag nie alles nie. By wat kan, moet steeds ook gevra word of dit mag of behoort gedoen te word. Dit staan lynreg teenoor die humanistiese siening dat tegniek self sy eie norm bepaal, 'n argument wat vandag deur voorstanders van genoomkloning by die mens gebruik word.

11.2 Fisika, die natuurwetenskappe en tegnologie

Die fisiese, chemiese en tegnologiese wetenskappe staan in noue verbintenis met mekaar. Waar Fisika en Chemie kennis ontgin omtrent die fisiese en chemiese eienskappe van dinge, is hierdie kennis die basis van tegnologiese ontwikkeling. Gevolglik moet tegnoloë kennis hê van die fisiese en chemiese eienskappe van dinge voordat hulle kan begin ontwerp. Omgekeerd stel nuwe tegnologiese ontwikkelinge die fisiese en chemiese wetenskappe in staat om nuwe kennis te ontgin, wat weer tot verdere tegnologiese ontwikkelinge lei.

Fisika het tot 'n groter mate 'n universele fokus as die ander natuur- en tegnologiese wetenskappe. Fisika is ingestel op die verkryging van universele (oral geldende) kennis omtrent die fisiese dimensie van die werklikheid. Daarenteen is tegnologiese wetenskappe sterk gerig op geïndividualiseerde kennis, d.w.s. kennis omtrent 'n spesifieke voorwerp en van die omgewing wat dien ontwikkel te word.

Die natuurwetenskaplike basis vir tegnologie en tegnologiese wetenskappe is nie slegs Fisika nie. Fundamenteel is ook die modellering volgens reëls van wiskundige wetenskappe wat Rekenaarwetenskap insluit, asook inligtingswetenskappe, Chemie, Biochemie, Biologie, Ekologie en aardkundige wetenskappe. Biologie en Ekologie moet ook by die natuurwetenskaplike basis ingesluit word, omdat

tegnologie altyd in 'n omgewing, in wisselwerking met die lewendige natuur, ontplooi word. Ons lewe vandag in 'n wêreld met omgewingsbesoedeling. Ons sien hoe die natuur agteruit gaan en selfs tot niet gaan. Opleiding aan tegniese skole bied dikwels slegs vakke uit die basiese natuurwetenskappe aan wat nodig is vir uitbreiding en voortsetting van tegnologie sonder om die gevolge vir die omgewing in ag te neem. Opleiding moet ook kursusse insluit hoe om basiese kennis te gebruik sodat daar nie besoedeling voorkom en die natuur nie nadelig versteur word deur tegnologiese ontwikkeling en voortgesette tegnologiese impak nie. Basiese kennis uit Fisika en Chemie kan baie suksesvol gebruik word om dit te bereik. Die probleem is 'n foutiewe benadering, miskien onbewustelik, om uit die natuur te haal en niks in die natuur terug te sit om versteuring te voorkom of so min as moontlik te maak nie. Basiese natuurwetenskaplikes soos fisici, chemici en inligtingswetenskaplikes het 'n besondere verantwoordelikheid om te sorg dat hulle kennis sodanig aangewend word dat tegnologie nie die natuur nadelig versteur nie.

Tegnologiese ontwikkeling, gegrond op die basiese natuurwetenskappe, moet egter nie net negatief beoordeel word nie. Hierdeur word ons lewensverwachting verleng, natuurrampe word afgeweer of hulle gevolge verminder, beveiligingstelsels, huise en voedsel word voorsien, inligting kom in groter omvang en meer effektief beskikbaar, met die hulp van elektronika en mikroprosessors kan dowes hoor, blindes sien, en verlamdes kan weer loop.

Baie tekstielweefsels (bv nylon, terlenka, poliëster, akriel) en kunsstowwe soos plastieke word deur middel van chemiese prosesse uit aardolie en steenkool gemaak. Hierdie brandstowwe word ook op groot skaal gebruik vir opwekking van elektrisiteit in kragentrales, vir warmteopwekking, en in binnebrandmotors vir oa. die vervoerwese. Hierdeur het die persentasie voorkoms van koolsuurgas in die atmosfeer sedert die industriële revolusie verdubbel. Dit lyk baie waarskynlik dat die gemiddelde temperatuur op die aardbol toeneem as gevolg van hierdie toename van koolsuurgas in die atmosfeer, met gevolglike verandering in klimaat. Dit is daarom dringend noodsaaklik dat 'n alternatiewe, maar skoon energiebron gevind moet word, ook om die reserwes van aardolie en steenkool te bewaar vir die nageslag en vir die tekstielnywerhede en kunsstofvervaardiging.

Baie vraagstukke spruit vandag voort uit die groeïende behoefte van die mensdom vir energie. As fisika en tegnologie die probleem kan oplos hoe om uit kernsamesmelting benutbare energie te verkry, sal ons oor 'n skoon energiebron beskik, 'n energiebron wat nóg die atmosfeer nóg die omgewing sal besoedel, en wat uit 'n feitlik onuitputbare bron van grondstowwe energie sal voorsien. Die aangewese bron is swaarwaterstof (deuterium), waarvan daar voldoende voorraad in die oseane is om energie vir die behoeftes van die mensdom vir die volgende miljoen jaar of meer te voorsien. Swaarwaterstof kan deur kernsamesmelting (-fusie) tot helium omvorm word, met vrystelling van kernenergie. Dit is 'n proses wat in die son en sterre plaasvind en wat aan hierdie hemelliggame en vir die aarde deur die son energie verskaf. Die wyse waarop hierdie energie in die son en sterre gelykmatig vrygestel word, is nog 'n geheim, wat fisici probeer ontrafel. In die waterstofbom word die energie met 'n ontploffing vrygestel.

11.3 Chemie en tegnologie

Chemie is belangrik veral vir die voorsiening van die primêre lewensbehoefes van die mens, soos voedsel, kleding, huishouding, gesondheidsorg en skeiding en verwerking van mensgeproduseerde afvalstowwe. Die voedselproduksie, bv., het sterk toegeneem deur die gebruik van kunsmis in die landbou. Ook die bereiding en toepassing van chemiese bestrydingsmiddels bevorder die voedselproduksie. Daar bestaan egter ernstige besware teen chemiese bestrydingsmiddels, aangesien baie van die middels giftig is vir mens en dier, terwyl sommige middels kankerverwekkend is en ander middels in voedselkettings kan ophoop en die uitsterf van plant- en diersoorte kan veroorsaak. Dit maak die soeke na alternatiewe gewasbeskermingsmiddels baie belangrik.

Die maak van kunsstowwe uit aardolie en steenkool deur middel van chemiese reaksies is belangrik vir die bounywerhede, terwyl aardolies ook 'n belangrike basis van medisynevervaardiging in die farmaseutiese nywerhede is. Baie chemiese nywerhede produseer afvalstowwe, wat nie in die natuur afgebreek kan word nie. Hierdie afvalstowwe veroorsaak daardeur lugbesoedeling, waterverontreiniging en bodemverontreiniging, met gepaardgaande gesondheidsgevaar vir mens, dier en plant. Ons natuur kan nie 'n voortdurende stroom van onverwerkbare chemiese afval bly absorbeer sonder dat groot en selfs permanente skade aangerig word nie. Dit is teenstrydig met die skeppingsopdrag aan die mens om die

skepping te versorg en op te pas. Daarom moet sulke produksieprosesse gewysig word of vervang word met nuwe vervaardigingsprosesse, waarby afval ontstaan wat omgewingsvriendelik is.

Deur die sterk groei van die chemiese nywerheid word die gevaar dat die wêreld se voorraad grondstowwe uitgeput sal word, al hoe groter. Aardolie en steenkool is 'n mengsel van stowwe wat nie slegs vir brandstof (energiebron) gebruik word nie, maar ook in die petrochemiese nywerheid. Daar is daarom 'n groot gebruik van aardolie en steenkool, waarvan die voorrade oor 'n 100 jaar uitgeput kan wees. Die soeke na alternatiewe grondstowwe vir energie en menslike gebruik is daarom dringend. Herwinningsprosesse vir hergebruik van stowwe is ook baie belangrik. Herwinning en hergebruik is egter nie vir alle stowwe moontlik nie.

11.4 Mens en masjien

'n Mens word vandag omring deur masjiene (sy slawe) wat sy werk doen. Masjiene kan ook 'n mens se baas word. Dink aan die telefoon, wat 'n skyn-teenwoordigheid van die spreker aan die ander kant van die lyn skep - asof die spreker by jou staan. Die telefoon reduseer ook die mens se stem tot iets "fonies". Die telefoon kom tussenin by enige taak waarmee ons besig is - as die telefoon lui, word 'n gesprek gestaak of die werk word net daar gelos om eers die oproep te beantwoord. 'n Motorkar laat ons toe om baie vinniger te beweeg as wat ons liggaam in staat is. Dit skep by baie mense 'n valse gevoel van veiligheid en 'n gevoel dat die wêreld (die pad) aan hom behoort --- totdat iets onverwags breek en die motor langs die pad gaan staan.

Meeste mense dra vandag 'n horlosie saam met hulle. Vroeër was die werksdag van sonop tot sononder, 'n dag wat volgens die stand van die son in twaalf ure verdeel is. Die duur van 'n uur het met seisoene gewissel. Vandag reël die horlosie ons lewe.

In mens en sy masjien kom twee onderskeidings na vore: (1) (mens-instrument)-wêreld, en (2) mens-(instrument)-wêreld. In die eerste beliggaam die masjien die mens, m.a.w. die mens se ondervinding word deur masjiene bepaal; die masjien word deel van die mens in sy alledaagse lewe. Tel 'n slag hoeveel "masjiene" daar in 'n gewone huishouding is. In die voorbeelde hierbo genoem "beliggaam" die telefoon, die motor (behalwe as die motor skielik langs die pad gaan staan!) en die horlosie die mens (is deel van die mens). In die tweede onderskeiding gebruik die mens die masjien om die wêreld te beheers en te verken, bv. fabrieke, of ondersoekings- en navorsingsapparaat, of satellietkarterings. Hier kom hermeneutiek (uitlegkunde) te pas. 'n Tandarts gebruik 'n sonderingspen om vir gaatjies in 'n tand te soek. Verdere voorbeelde is 'n mikroskoop, elektronmikroskoop, en so meer. Die beelde wat verkry word, moet vertolk en verklaar (uitgelê) word.

Ons het vandag 'n vertegniseerde wêreldvisie. Die gevolge hiervan is onder andere:

- (1) Met tegniese ontwikkeling word daar gewoonlik vergeet dat die mens moet aanpas. As die mens nie aanpas nie, voel hy hom bedreig deur die masjiene, wat sy lewe verander.
- (2) Inligting, wat met instrumente verkry word, word as meer gesaghebbend beskou as ander waarnemings of as menslike ervaring of geloof.
- (3) Instrumente bepaal velde van ondersoek en daarom menslike kennis.

11.5 Inligtingswetenskappe en inligtingstechnologie

Ons leef vandag in 'n era wat deur kommunikasie- en inligtingstechnologie bepaal word. Baie dinge soos produksieprosesse, sosiale dienste en selfs politieke aktiwiteite het dramaties verander deur die gebruik van die rekenaar en rekenaarnetwerke. Deur nuwe en bestaande inligtingstelsels kan elkeen, wat toegang tot die stelsel het, allerlei dinge monitor, beheer en moontlik selfs manipuleer. Nie almal is hiermee gelukkig nie. Die uitgebreide gebruik van die rekenaar op alle terreine van die samelewing en tegnologie besorg aan baie mense 'n gevoel van magteloosheid en minderwaardigheid omdat mense voel dat hulle nie meer in beheer van dinge is nie.

Hierteenoor het die gebruik van die rekenaar 'n optimistiese verwagting vir die toekoms gekweek. Dit volg uit die optimistiese en vereenvoudigde beeld wat die media en inligtingswese van die rekenaar en rekenaarnetwerke skets. Hiervolgens sal alle menslike aktiwiteite eersdaags deur elektronies-beheerde rekenaarsstelsels bepaal word. Dit behels twee-rigting televisie, elektroniese bank- en inkoopstelsels,

gerekenariseerde onderrig, elektroniese nuusmedia, elektroniese posdiens, en so meer. Dit beteken dat elkeen oombliklike toegang tot 'n enorme hoeveelheid waardevolle inligting en intydse kommunikasie het, waardeur sake beplan en die toekoms beheer kan word. Daar bestaan blykbaar geen grense aan groei- en ontginningsmoontlikhede nie, waardeur 'n beter wêreld moet voortspruit.

Daar word vandag baie tyd en energie vir die daarstelling van gerekenariseerde onderrig, insluitend telematiese onderrig bestee. Publikasies van rekenaargebruik in onderrig is volop. Rekenaar-gesteunde onderrig word gesien as waardevolle en selfs as die aangewese metode om swak onderwys deur onvoldoende-opgeleide onderwysers te ondervang en om intelligente leerlinge tot hoër vlakke as die gemiddelde te ontwikkel. Trouens, kinders word vandag voor die rekenaar- en televisieskerms groot. Om onderrig op die skerm te ontvang, is nie vir hulle vreemd nie. Die vraag is of onderrig op 'n skerm die onderwyser en dosent voor 'n klas kan vervang?

Die natuurwetenskappe werk met abstraksies. Daarom dat die metode van die natuurwetenskappe 'n beperkte werklikheid omvat. Dit beteken dat wetenskaplike kennis, wat in 'n rekenaar deur programme hanteer word, altyd onvolledig is. Die gevaar bestaan dat leerlinge onkrities die beperkte en onvolledige wêreld, wat die rekenaar uitbeeld sy eie maak. Dit wat nie op die rekenaarskerm uitgespel word nie, bestaan dan nie vir die leerlinge nie.

Rekenaarprogramme bevat slegs daardie inligting wat betrekking het op metings, groottes en statistieke. Rekenaarinligting omvat 'n spesifieke vorm van menslike kennis: dit is daardie wetenskaplike kennis wat deur wiskundig-logiese formulerings geprogrammeer kan word. Alles wat nie meetbaar is nie en wat nie programeerbaar is nie, soos geloof, hoop en liefde, word dan as onwerklik beskou omdat dit nie in rekenaarprogramme voorkom nie. Dit is totaal anders gesteld met 'n onderwyser voor 'n klas. Die onderwyser onderrig volgens die voorgeskrewe leerplan, maar hy voed ook op deur sy houding tot die kind en sy begrip vir hulle persoonlikhede en individuele leerprobleme. 'n Gesonde mens-tot-mens verhouding kan nie deur rekenaarprogramme verkry word nie. 'n Rekenaar kan nie opvoed nie en kan daarom nie 'n onderwyser vervang nie.

Hoe moet die rekenaar verantwoordelike gebruik word? Wanneer rekenaars altyd gebruik word oral waar hulle gebruik kan word, gaan baie sosiale (mens-tot-gemeenskap-) en baie mens-tot-mens-kontakte en -geleenthede vir onderlinge ondersteuning, bemoediging en kreatiwiteit verlore. Inligtingstelsels, wat geprogrammeer word om belangrike besluite self te neem, dra by tot die gevoel by mense dat hulle nie meer in beheer is nie. Die mens kry dan 'n gevoel van nutteloosheid. Dit beteken dat rekenaars se gebruik krities en versigtig beplan moet word. Dit is daarom baie belangrik, dat wanneer rekenaars gebruik word, nagegaan moet word watter lewens- en wêreldbeskouing die grondslag van die gebruik is. Dit sal help om te bepaal of en tot watter mate die rekenaar wel in 'n spesifieke situasie gebruik moet word.

In die opvoedkundige prosesse, by voorbeeld, kan rekenaars verantwoordelik gebruik word deur die voorsiening van aanvullende materiaal tot die onderrig in die klaskamer of in die huis. Dit kan ook vir vaslegging van lesmateriaal en van kennis gebruik word met inagneming van die rekenaar se tekortkominge.

'n Probleem is egter dat die rekenaar 'n nuwe kultuur, 'n toring-van-Babel-kultuur met 'n universele taal skep. Dit gebeur wanneer dieselfde beeldmateriaal in televisieprogramme in alle huise oor die hele wêreld vertoon word en wanneer op internet soektogte gedoen word. Die boodskap wat die sigbare beeldmateriaal wêreldwyd kommunikeer is universeel. Dit bevorder globalisme.

Rekenaars kan op baie maniere aangewend word om die lewenskwaliteit van mense te verbeter. Die liefdesgebod vereis dat die rekenaar gebruik moet word om diegene met 'n gebrek soos dowes, blindes en verlamdes te help. Rekenaars vervul 'n noodsaaklike funksie in lugvaart en baie nywerhede. Rekenaars kan ons waarsku teen omgewingsbesoedeling. Rekenaars kan ons help om energiebronne en roumateriale meer effektief te benut. Mense moet bereid wees om hulle lewe verantwoordelik in te rig en om die rekenartegnologie nie sodanig uit te buit dat dit 'n bedreiging vir menslike verantwoordelikheid word nie.

HOOFSTUK 12. 'N EPILOOG

Natuurwetenskap word gekenmerk deur 'n distansiëring tot die werklikheid, deur begrippe uit die konkrete daaglikse ervaring te onttrek, te abstraher. Dit beteken nie dat die natuurwetenskaplike hom buite die kosmos as 'n objektiewe waarnemer plaas nie. Intendeel, die mens is deel van die kosmos en kyk na die kosmos van binne uit. Dit bepaal die kennis, wat die mens deur ervaring van die kosmos kan bekom.

'n Teorie is mensewerk en dit word bepaal deur die wyse waarop die mens die waarneembare werklikheid beskryf. Aristoteles se twee-ruimtebeskouing was die basis vir sy beskrywing van die onderskeie ondermaanse en bomaanse bewegings. Daarenteen het Christene sedert die Hervorming aanvaar, o.a. op grond van die skeppingsverhaal in Genesis, dat die bo- en ondermaanse dieselfde ruimte is. God het één ruimte geskep. Daarom moet dieselfde swaartekragwet oral geld en dieselfde elemente op aarde moet ook in sterre wees. Sedert Newton is Aristoteles se twee-ruimtebeskouing vervang deur 'n enkele oneindig-groot vaste (absolute) ruimte, want God is absoluut (almagtig) en alomteenwoordig. Vandag weer aanvaar ons Einstein se relativistiese ruimte-tyd-beskouings. Waar tyd vir Newton onafhanklik van die ruimte verloop het, het Einstein tyd en ruimte in 'n vierdimensionale kontinuum gekoppel. Ook ons beskouing van materie het verander: Die Grieke het materie vergoddelik (selfs die Griekse natuurgode het uit materie - uit "Moeder Aarde" - voortgekom) en dit as ewig beskou; vir Newton was materie vas (wet van behoud van materie) en vir Einstein was materie ekwivalent aan energie.

Die feit dat die aarde 'n klein en onaansienlike planeet in 'n geweldige groot heelal is, beteken nie dat die mens onbelangrik is nie. Trouens, alle kennis dui daarop dat die kosmos slegs verstaan kan word as sy gerigtheid op die bestaan van die mens aanvaar word. Die wetmatighede wat die mens in die fisiese natuur ontdek, dui daarop. Selfs in die uitbouing van die evolusiemodel vir die kosmos het die mens hierdie gerigtheid moes aanvaar - 'n evolusie vanaf die eenvoudigste vorme van lewe tot die mens. Hiervoor word dikwels 'n aktiewe en rigtinggewende lewensbeginsel as deel van die natuur aanvaar, 'n panteïsme. Paul Davies (1995:131) beskou die aarde as 'n holistiese self-regulerende stelsel waarvan die biosfeer nie van die komplekse prosesse in geologie, klimatologie en atmosferiese fisika losgemaak kan word nie.

Kwantummeganiese en relativistiese-meganiese natuurwette word weer as rigtinggewend vir die fisiese evolusie vanaf die oerknal tot die heelal van vandag aanvaar. Nog die rigtinggewende beginsels van hierdie fisiese nog dié van die biologiese evolusieteorie is eksperimenteel kontroleerbaar nie. Die mens mag hom ook nie aanmatig om te dink dat God Sy skepping vanaf die oerknal tot vandag tot stand gebring het volgens deur die-mens-uitgedinkte evolusieteorieë nie. Dat daar 'n oerknal was, is ook nie bewysbaar of eksperimenteel kontroleerbaar nie.

Vroeër (voor die twintigste eeu) is die onafhanklikheid, die objektiwiteit van die natuurwetenskaplike navorser sterk beklemtoon. Objektiwiteit is te weinig as 'n norm en te veel as 'n feit beskou (Stafleu, in van Woudenburg, 1996:185). Die navorser is dikwels so sterk by sy eie werk emosioneel betrokke dat die aanvaarde veronderstellings nie meer raakgesien word nie, bv. in metodes waarvolgens ouderdomme tot miljarde jare deur radioaktiewe verval bepaal word. Hierdie houding word aangemoedig deur eie- en groepsbelange, om deel te wees van 'n internasionale vakgemeenskap. In die twintigste eeu het die fisiese wetenskappe indeterminisme in natuurbeskrywings moes aanvaar, waarna chaosteorie getoon het dat strukture uit chaos tevoorskyn kan kom. Sowel indeterminisme as chaosteorie het bevestig dat die mens nie objektiewe waarnemers van die skepping kan wees nie.

Erkenning dat die werklikheid veel meer omvat as die inhoudelike van die natuurwetenskappe, is 'n erkenning dat ons kennis en waarneming begrens word deur menslike moontlikhede. Vir 'n Christen is vorming van wetenskap 'n deelname aan waarheid. Christelike wetenskap is op geheelspespektiewe gerig, met 'n oopheid na God as Onderhouer en Voleinder. Daarom dat van elke wetenskaplike 'n oopheid tot alles wat wetenskaplik benaderbaar is, vereis word in die beoefening tot waarheid. In die geval van 'n Christen-wetenskaplike word 'n oopheid ook vir dit wat die openbaring van God in Sy Woord voorwetenskaplik vir die beoefening van die wetenskap te sê het, aanvaar.

Die mens is geskape as aktiewe medewerker van God in die ontplooiing van die skepping. Die heel basiese grondslag van hierdie aktiewe ontplooiing is die aktiewe vormgewing van die patrone van ons kennis, o.a. deur wiskundige metodes. Vandag weet ons dat wiskundige teorieë na behoefte ontwerp kan word om enige stelsel of materiaal te omskryf en by 'n besondere waarneming aangepas te kan word. Dit is daarom nie die 'natuurwet' wat die mens uit sy waarnemings en deur sy rasonale wetenskaplike werke ontdek nie, maar die wiskundige teorie is 'n faset van die ordelike wyse waarop God die skepping onderhou en bestier.

BRONNE

- Boeyens, J.C.A., *Red shifts in a curved space*, S.A. Tydskrif vir Wetenskap, **91**, 220, 1995.
- Capra, *The Tao of Physics, an exploration of the parallels between modern physics and Eastern Mysticism*, Wildwood House, London, 1975
- Davies, P., *The cosmic blueprint*, Penguin Books, U.K., 1995
- Davies, P., *About time, Einstein's unfinished revolution*, Penguin Books, U.K., 1995.
- Dreckmeyr, T., *Towards Christ-centred education*, CcE Books, Pretoria, 1997.
- Dooyeweerd, H., *Reformatie en scholastiek in de wijsbegeerte, Boek 1: Het Griekse Voorspel*, Wever, Franeker, 1949
- Dooyeweerd, H., *Vernieuwing en bezinning, om het reformatorisch grondbegrip*, J.B.van den Brink & Co., Zutphen, 1959.
- Flew, A., *A Dictionary of philosophy*, MacMillan Press, 1979
- Fowler, S., *A Christian voice among students and scholars*, Wetenskaplike Bydraes, Series F, P.U. vir C.H.O., Potchefstroom, 1991.
- Gardiner, P.L., *Nineteenth Century Philosophy*, Collier-MacMillan, New York, 1969.
- Geertsema, J.C., Reinecke, C.J. en Ouweneel, W.J., *Wetenskapsleer vir Natuurwetenskappe, Farmasie en Ingenieurswese*, Sentrale Publikasies, PU vir CHO, 1996
- Hooykaas, R., *Religion and the rise of modern science*, Scottish Academic Press, London, 1972.
- Miller, H., *An historical introduction to modern philosophy*, The MacMillan Co., New York, 1949.
- Motz, L. en J.T.Weaver, *The Story of Physics*, Plenum Press, New York, 1989.
- Ouweneel, W.J., *Jeugd in een stervende eeuw*, Buijten & Schipperheijn, Amsterdam, 1982.
- Ouweneel, W.J., *Woord en Wetenschap*, Buijten & Schipperheijn, Amsterdam, 1987.
- Schuurman, E., *Geloven in wetenschap en techniek*, Buijten & Schipperheijn, Amsterdam, 1990.
- Stafleu, M.D., *Theories at work*, University Press of America, 1987
- Stoker, H.G., *Oorsprong en rigting, band I*, Tafelberg, Kaapstad, 1967.
- Stoker, H.G., *Oorsprong en Rigting, band II*, Tafelberg, Kaapstad, 1970.
- Stoker, H.G., *Beginsels en metodes in die wetenskap*, De Jong, Johannesburg, 1969.
- Van den Beukel, *De dingen hebben hun geheim - gedachten over natuurkunde, mens en God*, Baarn, ten Have, 1994
- Van Vliet, Redakteur, *Christendom onwijs*, Kok, Kampen, 1996
- Van Woudenberg, R., Redakteur, *Kennis en werkelijkheid*, Uitgeverij Kok, Kampen, 1996.
- Wolterstorff, N., *Van zekerheid naar trouw*, Uitgeverij Boekencentrum, Zoetermeer, 1996