

Wat is Tyd?

Prof. P.H. Stoker

Synopsis

Epistemologically the primary and most fundamental evidence of time is the association and coherence of time with movement and change. Evidence of the content and form of time is seen in changes everywhere, also in consciousness and societies. Time is part of all aspects of the universe. The physical concept of time is generally considered to supersede the testimony of time-experience. Due to Galileo, time has become a measurable quantity. Clock time governs and orientates today all of human life, be it social, cultural, the sciences, commerce, production. It tells us the time, but not what time is. In the Newtonian world clock time is extended linearly from the present to the future and to the past by believing that the complex world is determined by simple dynamic non-dissipative systems, which are in equilibrium. The natural world outside our laboratories and industries is, however, dissipative and far from equilibrium. According to the theory of the Nobel laureate Prigogine (1980, 2003) energy transfer in dissipative structures becomes a source of order, creativity and growth, introducing a new conceptualisation of physical time. He replaced time as a mathematical parameter by a time operator, T , to describe bifurcations in real events such as geological strata, volcanic landscapes and river gorges. This T -time is to be understood as the internal age of a system, which expresses irreversibility, directionality and an essential difference between past and future.

1. Inleiding

Volgens Plato (~380 v.C.) en Aristoteles (~350 v.C.) behoort tyd tot die beweeglike, sigbare en tydelike wêreld. Vandag verbind ons tyd met

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, en 'n entiteit in eie reg. Dit is ook hoe Galileo (1564-1642) die tydsbegrip hanteer het in die beskrywing van beweging.

Teoreties word prosesse beskou om in ewewig te wees. In ewewigsprosesse 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. Wiskundig kan veranderinge maklik beskryf word as infinitesimale stappies in infinitesimale verskille tussen die eksterne krag wat die stelsel in ewewig hou, en die interne krag van die stelsel. Deur hierdie sogenaamde 'kwasi-statische' veranderinge met tyd as 'n wiskundige parameter, word byvoorbeeld entropie as 'n termodinamiese parameter verkry.

Aan professor Ilya Prigogine (1917-2003), 'n Belg, is die Nobelprys in Chemie in 1977 toegeken, vir sy bydraes tot termodinamika en fisiese en chemiese stelsels, wat ver van ewewig is. 'n Fluktuasie in so 'n stelsel kan onbeheerbaar groei totdat die stelsel in 'n nuwe onvoorspelbare toestand oorgegaan het. Struktuurveranderinge in dergelike stelsels is nie in tyd omkeerbaar nie, met ander woorde, so 'n stelsel kan nie weer tot dieselfde strukture van die verlede terugkeer nie. Termodinamiese veranderinge in stelsels met ewewigstoestand is ook nie in tyd omkeerbaar nie, maar verskynsels, wat deur Newton se meganika en Maxwell se elektromagnetiese vergelykings beskryf word, kan in tyd terugloop as daar nie verkwisting van energie, byvoorbeeld deur wrywing, is nie.

Prigogine se beskrywing van verskynsels, wat nie in tyd kan terugloop nie, gee 'n nuwe perspektief op die vraag: Wat is tyd? (Prigogine, 2003:8 e.v.) Hierdie nuwe perspektief is van besondere belang vir die idee van tyd in ons leefwêreld, in kosmologie, en met betrekking tot self-organisasie in die biologiese wetenskappe. Tyd in ons leefwêreld, in die kosmologie, en in die biologiese en sosiale wetenskappe kan ook nie omgekeer word nie en verloop slegs in een rigting: van die hede na die toekoms. Dit is aan hierdie nuwe tydsidee van Prigogine, waaraan in hierdie artikel aandag gegee word, nadat bestaande tydsidees bespreek is.

2. Verandering en tyd

Die tydsbegrippe van primitiewe bevolkings was in 'n sikliese lewenstroom gesetel, waarvolgens lewende dinge in 'n sirkelgang steeds weer tot hulleself terugkeer: byvoorbeeld saad ontkiem, 'n boom kom op, groei en gee saad, gaan dood en verrot, saad ontkiem ... Deur hierdie lewenstroom ontstaan dan telkens opnuut individuele gedaantes (vorme)

van plante, diere en mense, wat tot ryping kom, kwyn, en vergaan tot vormloosheid, om dan weer gebore te word. Alles wat individuele vorme het (plante, diere en mense) is tot vormlose ondergang gedoem, omdat die lewenstroom sonder ophou voortgaan (Dooyeweerd, 1959:15). Daarvolgens is tyd as 'n kringloop gesien en nie as 'n reglynig-voortgaande verloop, soos Newton tyd gesien het nie.

Die geloof aan 'n sikliese gang van veranderinge, wat deur antieke kulture aanvaar is, is onherroeplik verbreek deur die Christelike geloof in die eenmaligheid van die skeppingsgebeure en die vleeswording en opstanding 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).

Alhoewel tyd 'n rol gespeel het in die denke van wysgere voor Plato, het niemand, vir sover bekend, 'n uitgewerkte tydbeskouing nagelaat nie. Tyd was as 'n faset van wording en verandering beskou (Spier, 1953:7). 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 meetkunde tuishoort. By Plato en Aristoteles behoort tyd tot die beweeglike, sigbare en tydelike wêreld, terwyl die wêreld van die wet, die ideëwêreld by Plato, tydloos en ewig is, en bo die sigbare kosmos met al sy veranderinge verhewe is (Spier, 1953:10,11).

Augustinus (354-430 nC) toon in sy tydsbegrip Skriftuurlike trekke. Uitgaande van die Woord van God stel hy dat die ewigheid alleen aan God toekom, en dat die tyd wat deur God geskep is, slegs tot die skepsel behoort. Veral die onderskeid tussen verlede, hede en toekoms hou Augustinus besig. Die verlede is in die teenswoordige geheue, terwyl die toekoms in die teenswoordige verwagting geleë is (Spier, 1953:14 e.v.).

Dit is aan Galileo te danke dat tyd as 'n fundamentele meetbare grootheid deel van ons wetenskapsvorming geword 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 tydsverlope.

Nadat Galileo se werk bekend geword het, het filosowe en wetenskaplikes langamerhand begin besef 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 (*Discourse on method*, 1637) 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 verlede ontwikkel het na 'n nimmereindigende toekoms (Nickel, 2001:159). Die idee van 'n kosmiese evolusie het daarom sy oorsprong by Descartes gehad.

3. Veelvuldige manifestasies van tyd

Tyd, soos ons dit ken, word geleef, ervaar, geken, verteoretiseer, geskep, gereguleer, gekoop en beheer. Dit is kontekstueel en histories, dit word verpersoonlik en geobjektiveer, geabstraheer en gekonstrueer, afgebeeld en verhandel. Dit is volgens Adam (2004:1) enkele van die meerduidige manifestasies van tyd in die sosiale lewe en kulturele bestaan van die mens.

Mitologieë van verskillende volke vertel van 'n tyd wat daar was voor ons huidige tydelike bedeling¹. Dit was 'n tyd voor daar nag en dag was, voor geboorte en dood, groei en aftakeling. Dit was 'n eenvormige of eenledige tyd, dit wil sê tyd wat nie deur herhalende siklusse verbygaan nie. Eenledige tyd sou bestaan het voor die ontstaan van tyd in ons lefwêreld met sy afwisselende tweeledige vorme soos nou lig en dan donker, nou bestaan en dan nie-bestaan (bv. van 'n plant), nou somer dan winter, nat en droog, vloed en droogte. Volgens die mitologieë het hierdie dualistiese tydsbedeling uit die eenledige tyd te voorskyn gekom (Adam, 2004:102).

Vir die ontleding van tyd wat homself manifesteer in herhalende dualistiese vorme benodig 'n samelewing spesifieke insig en spesiale kundigheid om die herhalings te benaam en numeriese waardes daaraan te verbind. Byvoorbeeld, die tydsduur van die opeenvolgende dag en nag word numeries onderverdeel in 12 ure ligdag en 12 ure nag. Aan jaarwisselinge word name gegee soos winterseisoen en somerseisoen, met lente en herfs, en ook maande as verdere onderverdelings.

Die ontleding van byvoorbeeld die ritme van herhalings maak voorspellings in terme van tyd moontlik. 'n Voorbeeld is die voorspelbare opkoms van die son elke dag. 'n Verdere voorbeeld is die seisoene van winter en somer. Deur hierdie kennis kan oeste beplan en beheer word deur in die lente te plant en in die herfs te oes. Dit gee 'n besef van beheer

1 Adam (2004: hfste. 1 & 2) verhaal stories en mitologiese vertellings by verskillende primitiewe volke.

van tyd. Hierdie beheer en voorspelbaarheid maak beplanning moontlik en gee 'n besef van eienaarskap aan 'n samelewing. Verder, die herhaling van seisoene elke jaar bring mee dat ouderdomme in jare getel kan word.

Die mens gebruik kosmiese ritmes om hulle samelewings te orden. Maar kosmiese ritmes beïnvloed ook die wyses waarop samelewings hulleself vorm en struktureer. Hiervan is daar talle voorbeelde uit die argeologie bekend. Seisoenale tydsreëlmaat is dikwels deur antieke volke gebruik om 'n jaarkalender met werks- en feesdae saam te stel. Die kalender moet die werksdae en feesdae van 'n samelewing reël, asook godsdienstige rituele waardeur die samelewing opgeroep word en waardeur die staat en godsdiensteiers gesag oor onderdane kan uitoefen.

Verskillende antieke kulture² het elkeen op hulle besondere wyse 'n kalender saamgestel vir gebruik in terme van sy eie unieke kulturele en godsdienstige behoeftes. Byvoorbeeld, die Maja³ het gedurende die hoogtepunt van hulle kulturele ontwikkeling, bekend as hulle klassieke periode van 300 tot 900 n.C., die sonjaar in 18 maande van 20 dae elk ingedeel, 'n totaal van 360 dae. Die ooreenkomstige 5 dae van die jaar is tussen die 18 maande vir kulturele en godsdienstige rituele ingevoeg (Adam, 2004:109).

Gode en hemelse liggame, godsdienste en geskiedenis, praktyke en mistieke uit die verlede is in volkere se kalenderstelsels byeengebring, waarvolgens op 'n ritmiese wyse datums, werksweke en godsdienstige rituele en kulturele feesdae bepaal is. Hierdie volkere het die ritmes van hulle dae in 'n sonjaar laat bepaal deur fisiese gewens, wat hulle deur astronomiese waarnemings ontdek het.

Die mens is nie net ontdekker nie, maar hy is ook uitvinder. Hy het ontdek dat die seisoenale reëlmaat 'n periode van 365,24 dae het, maar hy het uitgevind hoe om hierdie reëlmaat deur middel van 'n kalender te gebruik, om samelewingskulture te struktureer en te orden. Hierdie uitvinding, om tyd in hulle diens vir hulle eie doeleindes in hulle samelewing te gebruik, het later gelei tot die meting van die verloop van tyd, waardeur wetenskaplike beskrywing van beweging moontlik geword het.

4. Uitvinding van meganiese kloktyd

Die sonwyser is 'n instrument, wat oor eeue tot presisie ontwikkel is om die twaalf uur ligdag vanaf sonop tot sonsondergang in ure van gelyke

2 Maja, Sumeriese, Babiloniese, Egiptiese en Indiese kulture (Adam, 2004:107)

3 Hulle het in die gebied wat vandag vanaf Guatemala tot El Salvador en Suidelike Mexiko strek, gewoon (Adam, 2004:108)

duur te verdeel. Volgens ons huidige kennis is die eerste sonwyser in ongeveer 1500 v.C. gemaak (*Colliers encyclopedia*, vol. 21, 1964:634). Die ontwikkeling van die sonwyser het enersyds saamgegaan met ontwikkelinge in wiskunde en astronomie, maar andersyds het die verskyning van die meganiese klok daartoe gelei dat sonwysers deur ambagsmanne verder gepresiseer is om die uurlesings van die sonwyser te laat saamval met die ure van die meganiese klok. Waar die sonwyser die ure van ligdag bepaal het, het die meganiese klok die volle dag van 24 uur in ure van gelyke duur verdeel.

Die meganiese klok (horlosie) het die betekenis van tyd vir die menslike samelewing verander. Ons het hierdie masjien se tydsbepaling deel van ons lewe gemaak maar dit het nie ons ervaringstyd (of gevoelstyd) tot niet gemaak nie. Ons sit byvoorbeeld nog steeds en wag vir 'n koppie koffie om voldoende af te koel om dit te kan drink. As ons egter haastig is, voel hierdie wagtyd nog steeds lank.

Aristoteles het die aandag gevestig op die onmiskenbare samehang wat bestaan tussen tyd en beweging. Wanneer 'n voorwerp langs 'n baan beweeg, kan ons dele waarop daar beweeg word, onderskei tussen baangedeeltes waarop eers en dan daarna beweeg is. Hiermee het Aristoteles tyd in vroeër en later verdeel (Spier, 1953:12,13).

Kloktyd het hierdie samehang tussen tyd en beweging vervang met beweging in tyd, met tyd 'n meetbare parameter. Met ander woorde, beweging word nou in terme van gemete tyd beskryf. Net so word ervaringstyd, die wagtyd dat 'n koppie koffie afkoel, deur die meganiese beweging van die wysers van 'n klok of horlosie gemeet en word ervaringstyd 'n numeriese getal.

Wanneer beweging wiskundig beskryf word, is tyd 'n wiskundige parameter, wat 'n positiewe of 'n negatiewe getal kan wees. Ons interpreteer dan positiewe tyd as tyd wat na die toekoms verloop terwyl negatiewe tyd terug na die verlede gerig is.

Die mens het daarmee ontdek dat hy tyd as 'n wiskundige parameter in beweging en in verandering kan gebruik, met die positiewe tyd 'n gerigtheid na die toekoms en die negatiewe tyd 'n gerigtheid na die verlede. Ons ervaring van verlede en toekoms word nou vervang deur 'n numeriese getal.

Toe Isaac Newton (1642-1727) se *Philosophiae naturalis principia mathematica* (*The principia*) in 1687 verskyn het, het kloktyd alreeds 'n houvas op wetenskap en handel gehad en het dit begin om algemene veranderinge in die sosiale lewe aan te bring. Newton het die idee van kloktyd na die heelal uitgebrei. Deur die gebruik van kloktyd in die

planetestelsel, kan byvoorbeeld met 'n presiese noukeurigheid die tydstippe waarop die vier mane van Jupiter agter die planeet verdwyn, gemeet en voorspel word.

Soos Aristoteles het Newton tyd nie as 'n entiteit in eie reg gesien nie, maar in sy operasionele waarde as 'n metriek van beweging (Adam, 2004:30). Vir Newton was tyd as 'n grootheid onveranderlik, infinitesimaal verdeelbaar in ruimte-soortige eenhede⁴, meetbaar in duur en uitdrukbaar in 'n getal. Newton het geglo dat alle dinge bepaalde posisies in die ruimte het en dat gebeurtenisse op unieke tydstippe, wat absoluut bepaalbaar is, plaasvind. Vir Newton was beweging omkeerbaar in tyd en simmetries met betrekking tot toekoms en verlede.

5. Newton en Einstein se tydsbegrippe

Die aarde en die heelal is nie staties nie, maar dinamies. Die voortdurende beweging en veranderinge op aarde, die beweging van die aarde om sy eie as en om die son saam met planete, en die beweging van en gebeurlikhede in die sterreruimte word alles gekenmerk deur tyd wat verbygaan. Tyd as verbygaandheid het nie slegs betrekking op beweging en veranderinge 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 ingesteldheid op tyd, wat verbygaan.

Newton se tyd is in wese wiskundig van aard. Newton se meganika gaan uit van die aanname dat materiële liggame langs voorspelbare paaie of bane beweeg, met kragte wat voortdurend op die liggame werksaam is. 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. Hierdie fisiese benadering is in wese 'n abstraksie en verwiskundiging van tyd wat met verandering in die werklikheid kongruer (ooreenstem). Hierdie redusering van tyd tot 'n wiskundige parameter beroof tyd van sy oorspronklike natuurlike en menslike inhoud en betekenis, en leer ons niks omtrent die eie aard van tyd nie.

Newton se heelal was 'n absolute ruimte waarin beweging in terme van absolute tyd beskryf word. Hierdie tyd het Newton slegs gebruik as 'n wyse om beweging wiskundig te beskryf. In so 'n heelal is Newton se tyd oral dieselfde (sinchron) en verloop tyd oral teen dieselfde tempo (dit wil

4 Beweging langs 'n baan geskied in terme van tyd, 'n voortgangsparameter.

sê lineêr⁵) vanaf 'n ver verlede tot in die toekoms. Gevolglik kan Newton se tyd in 'n verlede, hede en toekoms verdeel word (Davies, 1995:32).

Met die wenteling van die negentiende na die twintigste eeu het Newton se 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 (Feynman, 1965:15-3). Hierdie probleme is opgelos deur Einstein, wat geheel en al nuwe tyds- en ruimtebegrippe vir sy relativiteitsteorie aanvaar het (Feynman, 1965:17-1 e.v.). Einstein het tyd egter steeds as 'n wiskundige parameter, wat fisies meetbaar is en wat in rigting omgekeer kan word, gebruik (Feynman, 1965:17-4).

Einstein het die teenstrydige eksperimentele resultate teruggevoer tot beperkinge op die meetproses (Feynman, 1965:16-2), wat die gevolg is van 'n onvermoë van eksperimentele waarneming, wat in ruimte en tyd uitgevoer word. Hierdie onvermoë het uit sy analyses van ruimte en tyd⁶ na vore gekom, en hy kon daarvan teoreties rekenskap gee deur te aanvaar dat ligsnelheid oral in die heelal dieselfde waarde, nl. 3×10^8 meter per sekonde in vakuum, het, en dat niks vinniger as dit kan beweeg nie (Feynman, 1965:15-9). Vir hierdie aanvaarding bestaan daar geen logiese gronde nie behalwe pragmaties dat eksperimentele resultate deur sy relativiteitsteorie korrek beskryf word. Die alternatiewe Galileaanse ruimte-tyd met oneindige ligsnelheid lewer 'n teoretiese beskrywing wat teenstrydig is met 'n aantal eksperimentele resultate.

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. Einstein het deur sy algemene relativiteitsteorie 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 egter nie in ewewig nie, en kon daarom nie altyd daar gewees het nie. Einstein het ewewig bewerkstellig deur die aanvaarding van 'n kosmologiese konstante, maar hy het dit later tersyde gestel nadat Hubble in 1929 die rooierverskuiwing van spektraallyne van ver galaksies deur 'n uitdyende heelal verklaar het. Gevolglik moes tyd, en daarmee alle fisiese werklikhede, 'n definitiewe begin in die verlede gehad het.

Die oomblik waarop die heelal begin het om te bestaan, moet die tydstip wees waarop tyd as inherente deel van Einstein se algemene relativiteitsteorie 'n begin gehad het. Die misterie hoe tyd self met die

5 Ons kan dit ook 'n eenparige verloop van tyd noem.

6 In die formulering van sy spesiale relativiteitsteorie in 1905.

oerknal as begin ontstaan het, word nie deur die relatiwiteitsteorie aangespreek nie. Teoretici probeer tans om 'n antwoord vir hierdie misterie te vind deur kwantumfisika vanaf 'n teorie vir materie uit te brei tot 'n teorie vir die heelal.

'n Verdere probleem is dat tyd van plek tot plek verskillend verloop omdat tyd sowel van beweging as van swaartekrag afhang. Daar bestaan dan in beginsel geen rede waarom tyd nie ook van tyd tot tyd verskillend sal verloop in 'n bepaalde koördinaatstelsel nie. Die revolusie in die paradigma van tyd, wat Einstein begin het, is vandag nog nie afgehandel nie (Davies, 1995:33).

Ons verstaan ook uiters min van tyd in die mikrofisika, waar verskynsels kwantumdinamies beskryf word. Tyd verdwyn in die kwantumdinamika, omdat ons geensins 'n atoom in 'n oorgangsproses kan waarneem, of in Chemie wanneer twee atome met mekaar verbind nie. Die gebruik van relatiwiteitsteorie in kwantumdinamika bring mee dat tyd, wat deur beweging en swaartekrag beïnvloed word, van plek tot plek in die mikrofisiese ruimte verskillend kan verloop.

Die idee dat tyd lineêr (teen dieselfde tempo) van 'n vroeë verlede na 'n verre toekoms verloop, het Prigogine (1980) teruggebring na beweging en verandering, na 'n werklikheid wat ons waarneem. Prigogine se tydsidee kom na vore in die gedrag van stelsels wat ver van ewewig is, dus in gebeurtenisse van onbeheerbare stelsels. In die beskrywing van sodanige stelsels funksioneer tyd soos 'n wiskundige operator en nie soos 'n wiskundige parameter nie. Tyd as 'n wiskundige parameter beskryf 'n lineêre verloop van tyd tussen 'n vroeë verlede en die verre toekoms. Indien daar gebeurtenisse tussen die vroeë verlede en vandag was, is 'n lineêre tydsverloop iets onwerkliks.

6. Tydsidee van Dooyeweerd en Stoker

Die studie van J.M. Spier (1953) het getoon dat hierdie vraag wysgere vanaf die vroegste tye tot in die moderne tyd besig gehou het, en daar was geen sprake van eenstemmigheid oor die wese, eienskappe en vorme van tyd nie. Wat tyd is, het Augustinus (in sy 11e boek, *Confessions*) soos volg saamgevat: “As niemand my vra, weet ek wat tyd is, maar as ek aan iemand dit moet verduidelik, weet ek dit nie” (Spier, 1953:5).

In wysbegeerte word tyd en ruimte dikwels saam bespreek, omdat albei gelyklik eienskappe van één tyd-ruimtelike werklikheid sou wees, óf soos Kant dit stel, gelykwaardige vorme van ons menslike aanskouing sou wees. In hierdie verband skryf Dooyeweerd dat een van die mees inge-

wortelde vooroordele van die gangbare tydsopvatting is dat tyd hom slegs in beweging openbaar (Spier, 1953:102). In die algemene relativiteits-teorie het Einstein tyd en ruimte ten nouste met mekaar verbind deur tyd as 'n vierde dimensie met ruimte saam te voeg tot 'n vierdimensionele kontinuum.

Die Wysbegeerte van die Wetsidee (WvdW) leer dat tyd deel van die skepping is. Volgens die WvdW omvat en deurdring tyd albei grondstrukture van die skepping: die individualiteitstruktuur, waarin die konkrete dinge, gebeurtenisse, handeling en samelewingsvorme onderskei word, en die modale struktuur van die aspekte, wat in die individualiteitstrukture hulle eiesoortige rol vervul. Hierdie volle werklikheid is immanent aan die tyd, genoem kosmiese tyd. Ook al die denke en doen van die mens is van tydelike aard, maar nie die religieuse wortel van sy bestaan nie. Dit transendeer, volgens Dooyeweerd, die tyd (Kalsbeek, 1970:151,152).

Dooyeweerd betoog dat in die getallereeks 'n onomkeerbare tydsorde van vroeër en later bestaan. Tyd openbaar hom weer anders in die ruimtelike en wel as gelyktydigheid in dele van die ruimte. In die kinematiese aspek word tyd weer gekwalifiseer deur bewegingsuksesie. Die meet van tyd met 'n horlosie berus op hierdie bewegingsuksesie en op die tydsorde in die modale betekenis van die getal (Kalsbeek, 1970:154,155).

Vollenhoven (1992) aanvaar nie Dooyeweerd se beskouing van tyd in alle opsigte nie. Sy benadering van tyd is veeleer vanuit die perspektief van geskiedenis, van *wording*, wat hy op verskillende lewensaspekte (modaliteite) en hulle onderlinge verhoudinge (afhanklikhede) betrek (Vollenhoven, 1992:207,208).

Stoker (2007:hfst. 1, §3.1) het tot die slotsom gekom dat in 'n kosmos, waarin die raadsplan van God verwesenlik moet word, dit noodsaaklik is dat die primêre vorm van tyd verbygaandheid moet wees. “Want in die ontwikkeling van die wêreld is ons nie 'n sinlose proses gegee nie, maar 'n gang en progressie na 'n definitiewe doel toe, waarin die wêreld sy hoogste volheid van syn sal bereik. Hieraan gee die sin en doel van die geskiedenis van die mens (van sy kerklike, staatkundige, etnologiese, ekonomiese, kunsskeppende, sedelikeheidsvormende, wetenskapbouende, taalvormende, geskiedenis, ens.) die mees adekwate uitdrukking” (uit Stoker, 2007:hfst. 8, §4).

Volgens Stoker is “verbygaandheid VAN die werklikheid geen tydsvorm nie, maar verbygaandheid AAN die werklikheid is die *primêre* tydsvorm wat met die kosmos geskep is en noodsaaklik is vir 'n kosmos wat word,

ontwikkel en 'n bestemming (teologies: die raadsplan van God) verwesenlik” (Stoker, 1948a: 32). “Kragtens hierdie verbygaandheid AAN die werklikheid met sy veelheid van entiteite (mense, diere, plante en stof) en met sy veelheid van gebeurtenisse (ontstaan – vergaan, bewegings en veranderings) verkry hierdie entiteite en gebeurtenisse attributiewe tydsbepalings, d.w.s. temporele eienskappe (die *sekondêre* tydsvorme), soos duurte, tydstep, duur, voortduurte, oorgangstydstep, oorgangsduur, suksessie, voor-na, herhaling, soms-dikwels, ritme, volgorde en beurt. Hierdie tydsvorme is temporele attribute *VAN* die werklikheid self. Die sekondêre tyd is dus polichronies, soos die bogenoemde voorbeelde aantoon en voorts omdat elke entiteit en elke gebeurtenis sy besondere en afsonderlike attributiewe tydsbepaling (bv. duurte, tydstep, en duur) deelagtig is.” (uit Stoker, 1948: 51).

7. Gebruik van tyd in die natuurwetenskappe (Stoker (2007:hfst 9, §56)

Die mees fundamentele of oorspronklike wesenstrek van tyd is dat dit verbygaan AAN die werklikheid. Verbygaandheid is deel van ons lewenservaring: Waar ons in ruimte kan rondbeweeg en weer kan terugkeer tot waar ons begin het, kan ons nie in tyd rondbeweeg en terugkeer tot 'n tydstep (of tydstep) wat verby is nie. Behalwe hierdie ervaring dat tyd aan ons verbygaan, het ons ook 'n wag-ervaring, wat Stoker *duurte* noem. As ek suiker in 'n glas water gooi, sê die bekende filosoof Bergson, moet ek wag totdat die suiker opgelos is. Hierdie voorbeeld van “wag” verduidelik wat *duur* is. Die ‘wag’ self is 'n psigiese gebeurtenis en het as sodanig duurte as sy attributiewe tydsbepaling. Maar hierdie duurte het weer as attributiewe tydsbepaling die lengte of duur (van die duurte) van die ‘wag’. Dit is 'n voorbeeld van uitgestrekte of ekstensiewe tyd, wat 'n tweede (sekondêre) verskynsel is, wat in die struktuur van tyd onderskei kan word.

Ons kom nou by die vraag: Hoe gebruik ons tyd in die natuurwetenskappe? Om die vraag te beantwoord is dit belangrik om te besef dat die mens nie net ontdekker nie, maar ook uitvinder is. Hy mag verbygaandheid, duurte, tydstep, duur, gelyktydigheid, suksessie, verlede, hede en toekoms en ander *reële tye ontdek*, maar *fiktiewe tye* vind hy uit, nes hy bv. telefone, motorkarre en elektriese wasmasjiene uitgevind het. Net soos hy telefone, motorkarre en elektriese wasmasjiene in sy diens gebruik, gebruik hy hierdie fiktiewe tye in sy diens.

Om hierdie fiktiewe tye gemaklik in sy diens te gebruik, het hy waarneembare simbole gemaak, waarvan hierdie tye afgelees of gehoor kan word;

ons lees dit af van die sekonde-, minute en uur-strepies op 'n klok of horlosie, of van getals- en woorde-simbole op 'n kalender of ons hoor dit op die radio, of die slaan van 'n klok. Die betrokke strepies en die afstande tussen hulle, die betrokke woorde, syfers en klanke is waarneembare simbole van hierdie fiktiewe tyd en hulle speel so 'n belangrike rol in ons daaglikse lewe, dat ons hierdie gesimboliseerde fiktiewe tyd as die eintlike werklike tyd begin beskou, terwyl dit slegs menslike uitvindsel en nie reële tyd is nie.

Reële tyd is deel van die werklikheid. Maar is die bestaan van 'n *tydstip* 10:11:35 SAST, op 6 Maart 2008 reël, of is hierdie tydpunt fiktief omdat dit 'n menslik-gedefinieerde tydstip is, 'n tydstip wat begin met die tyd 00:00:00 SAST op 30⁰ Oos breedtegraad op 1 Januarie 0001, en daarvandaan voortgaan in opeenvolgende sonnedae van 24-uur. Maar watter sonnedag bepaal die duur van 24-uur?

“Hoe vind die mens hierdie relatiewe en lokale (liever lokatiewe) tydstippe vanaf die reële tydsbepaalde werklikheid? Dit word gedoen deur bepaalde reële tye los te maak, d.w.s. af te trek of te abstraher vanaf hul realiteitsbasis. As ons die reële tydstip losmaak van die betrokke insident, van die betrokke duurre en dus ook van die primêre tyd, dan hou ons net 'n lokatiewe tydpunt oor, 'n fiktiewe temporele lokatiwiteit sonder 'n reële of werklikheidsgrondslag; en as ons die reële duur losmaak van die betrokke duurre en die betrokke tydstippe en daardeur ook losmaak van die dinamiese werklikheid en van die primêre tyd, dan hou ons net 'n fiktiewe temporele ekstensiteit sonder 'n reële of werklikheidsgrondslag oor. Veralgemeen ons hierdie losgemaakte of fiktiewe tyd wat fiktief die reële tyd weerspieel, dan kan ons analogies 'n punt vir punt kongruensie met die reële tyd kry, bv. deur die instelling van fiktiewe tydmate. Of anders gestel, deur hierdie losmaking of aftrekking vind die mens 'n tyd wat 'n fiktiewe skema is, wat hy deur fiktiewe tydmate in te stel, op die reële tye kan toepas (kongruer). Die fiktiewe tye is sodoende gegee in 'n fiktiewe tydsgebied wat los van of bo die reële tye sweef en gebruik kan word om die verhoudings tussen hierdie tye fiktief te bepaal, bv. deur hulle te meet. Die uitvinding van hierdie tydmate van die mens lewer die merkwaardigste dienste aan die mens.” (uit Stoker, 2007:hfst. 9, §56)

8. Termodinamika

'n Geheel en al ander beeld van tyd het sowat 200 jaar na Newton verrys. Termodinamika het sy oorsprong in die werke van Ludwig Boltzmann (1844-1906) gehad, wat daarvan uitgaan het dat alle vorme van energie, soos meganiese, termiese en chemiese energie, tot mekaar omvorm kan

word. Volgens die eerste wet van die termodinamika (Feynman, 1965:44-1) bly die totale energie van alle prosesse gesamentlik behoue – energie kan nie nuut geskep of vernietig word nie, maar kan slegs van een vorm tot 'n ander omvorm word. Die tweede wet stel beperkinge op die omvorming van energie (Feynman, 1965:44-3).

Uit ons daaglikse ervaring weet ons dat meer energie gebruik word om byvoorbeeld kos gaar te maak, of om 'n maraton te hardloop, of om 'n motor te laat ry, as wat nodig is om die rou kos chemies te verander tot gaar kos, of om die liggaam oor 'n afstand van die maraton te laat beweeg, of om 'n motor te beweeg. Energie gaan as warmte-energie in die omgewing verlore met die gaarmaak van die kos, in die liggaam met spierbeweging by hardloop, en in motorry deur lugweerstand en verhitting van die enjin. Dit beteken dat, alhoewel die totale energie behoue gebly het, 'n deel van die energie verlore gaan, omdat dit nie vir gebruik herwin kan word nie. Waar energie verkwis word, kan omvorming van energie daarom nie omgekeer word nie.

Selfs al is daar geen energie wat verkwis word nie, kan nie alle energie volgens die tweede wet van die termodinamika na 'n ander vorm omgeskakel word nie. Met 'n binnebrandmotor, byvoorbeeld, kan slegs 'n gedeelte van die brandstofenergie tot meganiese energie omvorm word. Selfs by maksimale, effektiewe omvorming van brandstofenergie na meganiese energie is daar 'n gedeelte wat nie omvorm kan word nie, al is daar geen verkwisting van energie nie (Feynman, 1965:44-4 e.v.).

In sowel Newton as Einstein se beskrywing van die natuur is tyd omkeerbaar. Dit beteken teoreties dat die bewegingsvergelykings dieselfde bly wanneer die tydparameter 't' met '-t' vervang word. Met ander woorde, 'n dinamiese proses kan net sowel na die verlede verloop as na die toekoms. In termodinamiese prosesse is tyd egter nie omkeerbaar nie, want warmte vloei slegs van warm na koud in enige warmtegeleier tot daar uiteindelik temperatuurewewig in die termies-geïsoleerde warmtegeleier kom. Die tweede wet van die termodinamika formuleer hierdie onomkeerbaarheid van warmtevloei (Feynman, 1965:44-3).

Ander voorbeelde van onomkeerbare prosesse is uitstraling van lig vanaf 'n bron soos die son of 'n vlam. Ook diffusie en chemiese reaksies kan nie in tyd omgekeer word nie. Verder is energieverlies deur wrywing in meganiese stelsels ook nie omkeerbaar nie. In enige verkwistingsproses is tyd nie omkeerbaar nie.

Daar is dan twee formuleringe van natuurwette (Prigogine, 1980:212); die een waarvoor tyd omkeerbaar en die ander waarvoor tyd nie omkeerbaar

is nie. Albei formulerings is ewe fundamenteel. Natuurwette, waarvoor tyd omkeerbaar is, kan met 'n lineêre verloop van tyd beskryf word. Prigogine (1980) het hom ten doel gestel om 'n beskrywing van tyd te vind vir natuurwette waarvoor tyd nie omkeerbaar is nie.

9. Toename in wanorde en biologiese groei

In sy toepassing op materie gee die tweede wet van die termodinamika ook uitdrukking aan die toename van molekulêre wanorde met die verloop van tyd (Feynman, 1965:46-7). Maar in die biologie en sosiologie (Prigogine, 1980:xii) word 'n groei van laer na hoër vlakke van kompleksiteit met die verloop van tyd waargeneem, presies andersom as wat die tweede wet beskryf – nou nie na wanorde nie, maar na meer ingewikkelde nuwe ordelike lewenstrukture. Hierdie progressiewe toename in organisasie vind in die biologiese ruimte plaas, waar byvoorbeeld 'n embrio in 'n bevrugte eier stap vir stap progressief ontwikkel tot die kuiken uit die eier uitkom. Hierdie ontwikkeling kan nie in die gewone meetkundige ruimte, die Euklidiese ruimte, wat invariant is ten opsigte van translasies en rotasies, beskryf word nie. Dit is die ruimte waarin Fisika beweging en wisselwerking tussen materie en energie beskryf. Byvoorbeeld die vorming van materie uit energie vanaf die oerknal gaan uit van hierdie wisselwerking. Hierteenoor vind gebeurtenisse in die biologie in 'n beperkte (biologiese) ruimte en tyd plaas en nie in die fisiese ruimte van termodinamiese prosesse waarin materie in bane in onbeperkte tyd beweeg nie.

Sowel die termodinamiese toename in wanorde as die biologiese groei na nuwe meer gevorderde strukture, impliseer 'n verloop van tyd. Dit is die vraag wat Prigogine (1980) probeer beantwoord: Hoe kan ons die verskillende manifestasies van tyd – tyd as verandering (omkeerbare tyd soos in dinamika), onomkeerbare tyd soos in termodinamika en in verkwistende prosesse, en tyd as geskiedenis, soos evolusie in biologie en sosiologie – met mekaar in verband bring? Hierdie verskillende manifestasies van tyd moet 'n eenheid vorm (dieselfde tyd wees). Anders gestel: hoe kan wetenskaplik van die verskillende tydsmanifestasies 'n eenheid verkry word? (Prigogine, 1980:13)

Verskillende fundamentele ontdekkings die afgelope tyd het ons wetenskaplike horison verbreed, soos kwarke in die fisika van elementêre deeltjies, kwasars in die sterreheem, ontwikkelinge in die molekulêre biologie, en die gedrag van makroskopiese stelsels ver van ewewig. Hierdie ontdekkings dui daarop dat die natuur nie deur eenvoudige benaderings beskryf kan word nie, want die natuur is self ingewikkeld en veelydig, sowel in die biologiese, astronomiese, en makroskopiese natuur

as in die mikronatuur (mikrofisika). Ons kan bv. die mikronatuur nie vanuit ons ervaring in die makronatuur (ons leefomgewing) beskryf nie. In die mikronatuur kan ons nie meer byvoorbeeld die bane van deeltjies as diskreet beskryf nie, maar moet van golfbewegings uitgaan. In die kwantumveldteorie is deeltjies self nie meer diskreet nie, maar is hulle kwanta van velde. Maar het ons gevorder in ons kennis van tyd?

10. Prosesse ver van ewewig

10.1 Onbeheerbare prosesse

Die gaarmaak van kos, die hardloop van 'n maraton, of die ry van 'n motor, is prosesse wat die mens beheer. Dit is prosesse met voorspelbare uitkomstes, prosesse wat beheerd verloop. Ons bedryf ook ons nywerhede met beheerde prosesse. Dit is prosesse wat teoreties op ewewigstoestande berus. In die natuur kom daar egter onbeheerbare prosesse voor soos stormwinde, orkane, aardbewings en vulkaniese uitbarstings. Dit is hierdie onbeheerbare prosesse in stelsels wat ver van ewewig is en waarin verkwisting van energie voorkom ((“dissipative structures” noem Prigogine (1980:84) hulle)), wat Prigogine (1980) sowel in die fisiese as in die biologiese wetenskappe bestudeer het en 'n wiskundige beskrywing vir die verloop gevind het.

Newton se tyd-omkeerbare wêreld is 'n wiskundig-lineêre wêreld sonder verrassings, 'n werklikheid van masjiene wat uitmekaar gehaal en weer herbou kan word. Hierteenoor is die wêreld van onbeheerbare stelsels (Prigogine se “dissipative structures”) onvoorspelbaar en wiskundig nie-lineêr (Adam, 2004:33). Dit is die beheerbare wêreld van masjiene wat energie van een vorm tot 'n ander oordra en afvalstowwe vrystel wat die natuur nie kan afbreek nie, bv. gasse wat die binnebrandmotor vrystel en plastiekmateriale, wat uit koolwaterstowwe vervaardig word. In onbeheerbare stelsels word die energie, wat meer is as die ewewigsenergie, deur vormende prosesse omgeskakel tot ordelike strukture, of bestaande ordelike strukture word platgevee, bv. deur orkane of aardbewings.

Voorbeelde van vormende prosesse vind ons onder andere in die kosmiese gaswolke. Die gravitasionele potensiële energie van gaswolke is ver bo die ewewigsenergie. Onder die werking van swaartekrag word die gasdeeltjies saamgetrek tot die vorming van sterre. 'n Verdere voorbeeld is die vorming van yskristalle aan die binnekant van vensters wanneer die buitetemperatuur onder vriespunt is en die lug binne versadig aan waterdamp is. Hierdie yskristalle kom in 'n enorme variëteit van strukture binne die vensters voor (Kyk bv. Fig. 4.3 in Prigogine, 1980:82). Elke

variëteit is as ewewigstruktuur mooi in gekunstelde fynheid. Hierdie vorming van ewewigstrukture uit toestande (hier oorversadigde waterdamp in die koue lug binne naby die venters) wat nie in ewewig is nie, is bekend as Boltzmann se ordeningsbeginsel.

Hierdie verskynsel van vorming van nuwe strukture uit onomkeerbare en onbeheerbare prosesse, is nog meer opvallend in die biologie en sosiologie. Beskou byvoorbeeld Suid-Afrika se swart bevolking se breë, maar geordende, familie op die platteland wat onder die gesag van 'n hoofman of kaptein saamleef. Met verhuising na stedelike gebiede word daar in informele nedersettings weer nuwe samelewingstrukture met 'n eie sosiale ordening gevorm deur individue uit verskillende omgewings. In die biologie en chemie is daar ook baie voorbeelde van ordening uit wanorde deur onbeheerbare prosesse. Net soos die patrone van yskristalle op vensters, vertoon die gevormde strukture 'n onderlinge variasie in hulle onderskeie ordening.

In biologie is hierdie verskynsel bekend as self-organisering, en dit verskil van termodinamiese prosesse. Selfs in die eenvoudigste selle omsluit die metaboliese funksie etlike duisende gekoppelde chemiese reaksies, met hulle onderlinge koördinerende en beheer, wat fyn afgestemde meganismes vereis. Metaboliese reaksies benodig spesifieke katalisatore, die ensieme, wat groot molekule met 'n ruimtelike ordening is. 'n Katalisator is 'n stof wat 'n bepaalde chemiese reaksie vinniger laat plaasvind, maar wat nie self in die reaksie opgebruik word nie. Elke ensiem, of katalisator, het 'n spesifieke taak om uit te voer. As ons die ingewikkelde opvolging van reaksies in 'n sel in oënskyn neem, blyk dit dat die reeks opvolgings dieselfde ekonomies-gerigte organisasie verg as 'n moderne monterband.

Biologiese ordening van chemiese reaksies in, byvoorbeeld selle, is sowel argitektonies (soos 'n bouwerk) as funksioneel. Op sellulêre en super-sellulêre vlakke kom biologiese ordening na vore as 'n reeks strukture van toenemende kompleksiteit en hiërargie met onderling gekoppelde funksies (Prigogine, 1980:83). Hierteenoor lei 'n termodinamiese beskrywing van ontwikkeling in geïsoleerde stelsels tot toestande met 'n maksimum aantal voorkomstes, en gevolglik tot wanorde. Dit geld nie vir lewe nie, wat nie 'n geïsoleerde stelsel is nie, maar 'n stelsel wat met die omgewing gekoppeld is en wat ver van ewewig is.

10.2 Chaotiese stelsels in Newton se dinamika

Soos Heisenberg se onsekerheidsbeginsel (Feynman, 1965:6-10)) beperkinge stel aan meetnoukeurighede van posisie en snelheid van atomêre deeltjies, bestaan daar ook beperkinge in voorspelbaarheid in

eenvoudige klassiek-dinamiese stelsels soos die wenteling van planeete om die son. 'n Voorbeeld hiervan is die noukeurigheid waarmee die posisie van 'n planeet in die sonnestelsel op 'n later tydstip bereken kan word. Hierdie noukeurigheid word bepaal deur die noukeurigheid waarmee ons die beginposisie en beginsnelheid van die planeet kan meet. Die onnoukeurigheid (fout) in meting van die beginposisie vermenigvuldig homself met elke omwenteling en groei eksponensieel totdat die eindposisie so onseker word dat dit nie meer met enige sekerheid bereken kan word nie, m.a.w. die eindposisie word onvoorspelbaar. Hierdie onvoorspelbaarheid is kenmerkend van 'n chaotiese stelsel.

10.3 Stelsels ver van ewewig

Stelsels wat ver van ewewig is, word onbestendig. Byvoorbeeld water uit 'n stadig-lekkende kraan is aanvanklik 'n stelsel in ewewig. Dan sal druppels reëlmatig in die wasbak val. As die kraan eeffe vinniger lek, sal bv. twee druppels kort na mekaar gehoor word met 'n langer tussenpose voor die volgende twee gehoor word. Nou is die lekkende vloei nie meer 'n stelsel in ewewig nie. Soos die druppels uit die kraan vinniger gevorm word, val druppels al hoe meer onreëlmatig totdat die druppels saamvloei in onderbroke strale en daar nie meer reëlmaat is nie. Nou is die vloei van water ver van ewewig en die waterstraal vorm dan opeenvolgend nuwe bestendige toestande, wat van straal tot straal kan verskil. As die water uit die kraan nog vinniger vloei, kan 'n laminêre straal gevorm word, wat 'n nuwe ewewigstoestand is. Vloei die water nog vinniger, kan die laminêre straal tot 'n turbulente straal oorgaan. Elke nuwe toestand kom skielik en onvoorspelbaar te voorskyn soos die vloei toeneem. Dit word in Fig. 5.2 deur Prigogine (1980:106) uitgebeeld en bespreek. Die spontane ontwikkeling van nuwe strukture is in die fisiese wetenskappe bekend as Boltzmann se ordeningsbeginsel, en in die biologiese wetenskappe as self-organisasie (Nicolis en Prigogine, 1989:8, Davies, 1995:36). Waar kennis van tyd uit veranderinge verkry word, getuig spontane veranderinge in onbeheerbare stelsels wat ver van ewewig is, dat tyd nie lineêr verloop nie.

11. Prigogine se tydsoperator

11.1 Wiskunde 'n taal van die natuur

Wiskunde is 'n wyse om God se skepping te beskryf, of soos Galileo dit gestel het: “die boek van die natuur is in die taal van die wiskunde geskryf” (Nickel, 2001:236). Deur wiskunde word aan die mens, wat na God se beeld geskep is, op 'n besondere wyse die wonderbaarlikhede, die funksionele, en die skoonheid van God se handewerke sigbaar gemaak.

Vir die natuurwetenskappe bly dit 'n misterie waarom 'n wiskundige weergawe van fisiese stelsels en veranderinge in die natuur so presies kan ooreenstem met menslike waarnemings. Deur middel van wiskundige beskrywings van eksperimentele waarnemings ontdek ons 'natuurwette', bv. die swaartekragwet van Newton, of die gaswette (bv. wet van Boyle). Hierdie 'natuurwette' kan slegs 'n afskaduwing van God se werke wees, want deur ons wetenskap vereenvoudig ons die harmonieuse ingewikkeldheid van God se skepping.

In hierdie verband het Albert Einstein opgemerk: “Die ewige misterie van die wêreld is sy verstaanbaarheid”.⁷ Vir die Bybelgelowige is dit nie 'n misterie nie, want die denke van die mens met sy wiskundige en abstraherende vermoëns en die fisiese wêreld met sy waarneembare wiskundige ordening is met mekaar verweef, omdat albei dieselfde Skepper het.

Volgens die Bybel was een van God se doelwitte met Sy skepping dat die hele skepping daar is vir die mens om te geniet, te versorg en te bewerk, dit wil sê kultuur te skep⁸ en God daardeur te verheerlik⁹. Hierin vervul wiskunde as 'n integrale deel van die skepping 'n wesentlike funksie in die ontsluiting van die werklikheid en in die gebruik van wetenskaplike kennis. Dit is hierdie punt wat die humanistiese kyk op wiskunde as 'n produk van die menslike intellek mis.

11.2 Lineêre verloop van tyd

Die sentrale uitgangspunt van die antieke Griekse wetenskap was die gedagte dat verskynsels en gebeurlikhede plaasvind as noodwendige gevolge in opeenvolgende kettings van oorsaak en gevolg. Die Westerse mens het uitgevind dat hy hierdie opeenvolgende veranderinge kan beskryf in 'n tyd wat hy losgemaak het van die werklikheid. Hy het horlosie- of kloktyd uitgevind en dit deel van sy lewe en sy wetenskap gemaak deur kloktyd te abstraher van die werklikheid. Hierdie geabstraheerde, fiktiewe tyd kan hy meet en gebruik.

Kloktyd word afgelei van eenvoudige dinamiese verskynsels soos die rotasie van die aarde om sy as en die periodiese beweging van die aarde om die son. Hierdie bewegings word deur Newton se meganika wiskundig beskryf, waarin tyd omkeerbaar is. Hierop het die klassieke Fisika

7 “The eternal mystery of the world is its comprehensibility”. Einstein, Albert. 1991. Out of my later years. New York: Citadel Press. 61.

8 Genesis 1:26-28 en 2:15.

9 Bv. Psalm 8.

voortgebou en die geloof gevestig dat die toekoms deur die hede bepaal word. Deur die hede te ken, kan ons die toekoms voorspel, byvoorbeeld: wanneer die volgende sonsverduistering sal wees en hoe die vol- en halfskaduwees van die maan oor die aarde in tyd sal beweeg. In hierdie voorspelling word 'n lineêre verloop van tyd aanvaar.

Prigogine aanvaar die kloktyd van die Westerse wetenskap as deel van die werklikheid, maar hy aanvaar nie die lineariteit van tyd wat, volgens hom, afkomstig is van 'n sienswyse wat afgelei is uit die Ou- en Nuwe-Testament nie (Prigogine, 1980:xvii). Dit is hierdie lineariteit van tyd wat volgens hom die tydsidee van die Westerse mens bepaal en bydra tot 'n tydsgerigte wetenskap en lewe van die Westerse mens. Davies (1995:33, 34) onderskraag hierdie siening van Prigogine. Die tydstop van byvoorbeeld 'n sonsverduistering word voorspel op grond van berekeninge wat van 'n lineêre tydsverloop uitgaan. Die korrektheid van so 'n voorspelling word deur die tydstop waarop die sonsverduistering waargeneem word, bevestig. Hierdie voorspellings word vir relatief kort periodes (die leeftyd van 'n mens) gedoen. Daar was nog nie 'n bewys van lineêre tydsverloop oor lang periodes nie.

Die dryfkrag van die Westerse wetenskappe vir byna drie eeue was, volgens Prigogine (1980:xiii, xv, xvii) en Nicolis en Prigogine (1989:214), die geloof dat die ingewikkelde wêreld waarin ons leef, deur eenvoudige dinamiese verskynsels bepaal word. Tyd word eenvoudig deur die rotasie van die aarde om sy as bepaal. Selfs die ingewikkeldheid van kollektiewe gedrag word afgebreek tot beweging van inherent-eenvoudige voorwerpe soos molekule en atome. Dit word dan aanvaar dat dergelike mikroskopiese beweging willekeurig is en volgens tyd-omkeerbare wette geskied. Daarvoor moet die onderlinge botsings van molekule en atome volkome elasties wees. Makroskopies-waargenome eienskappe van, byvoorbeeld gase, word dan vanuit hierdie geïdealiseerde mikroskopiese beweging beskryf.

11.3 Die tydsoperator

Dit is al lankal bekend dat tyd nie omgekeer kan word in termodinamiese prosesse en in chemiese reaksies nie, en dat tyd slegs in een rigting verloop. Dit is ook deel van ons daaglikse ervaring. Water uit 'n glas wat omgeval het, sal nie weer in die glas terugloop en die glas weer laat regop staan nie. Dat tyd slegs in een rigting verloop, sien ons ook in die biologie en die kosmologie. Hierby sluit die evolusionêre biologie en die evolusionêre kosmologie aan. Laasgenoemde begin met 'n oerknal waaruit materie voortkom, om dan sterre, planete en galaksies vervolgens te vorm. So 'n proses kan nie in tyd omgekeer word nie.

Prigogine (1980:88, 104) het verder gegaan en gevind dat tyd in stelsels wat ver van ewewig is, nie alleen nié omkeerbaar is nie, maar anders in tyd verloop as die lineêre kloktyd waarmee veranderinge in ewewigstoestande van eenvoudige stelsels beskryf word. Daar is verskillende astronomiese gegewens wat aandui dat die heelal in geheel ver van ewewig is. Dit verklaar volgens Prigogine (2003:59, 64) waarom die vorming van nuwe strukture steeds in die sterreheem waargeneem word. Dit is hierdie vorming van nuwe strukture wat Prigogine met 'n tydsoperator wiskundig beskryf.

In fisiese teorieë stel 'n wiskundige operator 'n waarneembare grootheid voor. Wanneer die operator van 'n waarneembare grootheid op 'n wiskundige funksie van 'n fisiese stelsel werk, is die eiewaardes van die operator die moontlike waardes wat die waarneembare grootheid in die fisiese stelsel kan aanneem. As tyd ons waarneembare grootheid is, beteken dit dat die eiewaardes van die tydsoperator die moontlike waardes van tyd waarby 'n gebeurtenis in die stelsel plaasvind, gee.

'n Stelsel wat ver van ewewig is, sal in tyd normaal (deterministies) verloop totdat 'n fluktuasie in die stelsel voorkom. Die fluktuasie groei dan onbeheerd tot die stelsel oorgaan tot 'n nuwe (onvoorspelbare) toestand. In die nuwe toestand sal tyd in die stelsel, wat nog ver van ewewig is, weer normaal verloop totdat 'n nuwe fluktuasie weer onbeheerde groei in die stelsel veroorsaak en 'n verdere nuwe toestand bereik is (Prigogine, 1980:123). Hierdie moontlike nuwe toestande word deur die eiewaardes van die tydsoperator, 'T', gegee.

Die resultaat is 'n geheel en al ander manifestering van tyd as kloktyd, wat lineêr verloop. Dit beteken dat tyd in energie-verkwistende stelsels wat ver van ewewig is, normaal verloop tot 'n onvoorspelbare nuwe toestand ontstaan. 'n Stelsel kan in so 'n nuwe toestand nog ver van ewewig wees en verdere nuwe toestande kan ontstaan. Hierdie voorkoms van nuwe (onvoorspelbare) toestande vra 'n nuwe beskouing vir die voortgang van tyd. Prigogine (2003)¹⁰ pas hierdie opeenvolgende vertakkinge tot die vorming van nuwe toestande toe op werklike gebeurtenisse soos geologiese stratums, vulkaniese landskappe en ravyne van riviere. Prigogine verstaan hierdie T-tyd as die interne ouderdom van 'n stelsel.

Dit is bekend dat katastrofes dikwels in die aarde se verlede voorgekom het. Geologie gebruik lineêre kloktyd om byvoorbeeld die ouderdom van

10 Kyk ook Adam, 2004:33.

gesteentes te bereken. Die oudste gesteentes het daarvolgens sowat 4000-miljoen jaar gelede ontstaan. Gedurende die ses groot geologiese katastrofes (Leaky & Lewin, 1999) was die toestande op aarde ver van ewewig. Dit is hierdie gebeurtenisse wat Prigogine deur middel van die tydsoperator beskryf. Die vraag is nou of beskrywinge van geologiese veranderinge in terme van kloktyd tot in die verre verlede nie 'n ooreenvoudiging van die werklikheid is nie. Het 'n lineêre tydsbeskouing in stelsels ver van ewewig en waarin katastrofiese gebeurtenisse voorkom, nog 'n betekenis? Indien nie, wat moet die tydsbeskouing dan wees?

12. Bergson se tydsbeskouing (Stoker, 2007:hfst. 15, §91)

Die meganistiese natuurbeskouing was algemeen aanvaar toe die bekende Franse filosoof Bergson (1859-1941) sy loopbaan begin het. Daarvolgens moes alles meganisties in terme van materie en beweging verklaar word. Bergson kon hom nie vereenselwig met so 'n geslote natuurbeskouing, wat geen ruimte laat o.a. vir menslike vryheid nie. Dit het hom opgeval dat denkers van sy tyd sondermeer die opkomende verskynsel van evolusie materialisties benader. Hy het sowel hulle aannames as hulle interpretasie van evolusie bevraagteken.

Met behulp van intensiewe biologiese, fisiologiese en veral psigologiese analyses het Bergson tot die oortuiging gekom dat alles voortdurend verander, dat die werklikheid steeds verander. Verandering en die bestaan van dinge is vir hom identies. Materie is deel van die veranderende werklikheid en word deur fisika beskryf.

Lewe is vir Bergson iets anders as materie. Hy maak dan die belangrike onderskeid dat materie en lewe wesenlik verskillend is. Omdat die mens 'n geheue, 'n bewussyn het, word sy lewe nie deur meganistiese kragte en impulse bepaal nie. Sy lewe word ook nie deur die verlede bepaal nie, omdat die mens in die hede veranderinge ondergaan deur eie wilsbesluite. Daarom is die mens werklik vry.

Die heelal is die werklikheid, en die werklikheid is vir Bergson verandering, wat innig met tyd verbind is. Die veranderende heelal (werklikheid) is vir hom lewende tyd. Hy noem hierdie reële konkrete, vloeiend-lewende tyd *durée*. Introspektief vanuit sy psigiese ervaringe toon hy aan wat *durée* is: “Die *durée* is die vloeiende; ons dink nie die *durée* nie, ons leef dit want die lewe oorstroom die verstand, ... dit kan nie in begrippe vasgevat word nie” (Zeit und Freiheit, Diederichs, Jena, 1920:176). “Daar bestaan geen sielstoestand, hoe eenvoudig ook al, wat nie elke oomblik wissel nie; elke toestand as sodanig is selfs reeds verandering, 'n onophoudelike worde; ons innerlikste lewe is suiwer

durée; die psigiese toestande rol in die tyd af en konstitueer die durée” (Einführung in die Metaphysik, Diederichs, Jena, 1920:27,28).

Hierdie vereenselwiging van durée met psigiese veranderlikheid maak Bergson se tydsbegrip psigologiesies. Hieraan bly hy getrou. Hy wil deur die intuitiewe indringing in sy eie psigiese ervarings die tyd nie subjektief gesien hê nie, maar hy wil daardeur die wese van die absolute tyd self begryp. Vir hom is *durée* objektief en absoluut; en leef met ons. Alles is in *durée* en verander van binne af; dis vir die *durée* self essensieel om gedurig te word; die vloei van die *durée* is die realiteit self; *durée* is universeel; die universum, elke lewende wese, die hele lewe is *durée*; *durée* is die grond van ons wese, die substansie van die dinge, die ‘stof’ van ons lewe en van die werklikheid; dit skep, besit krag, is krag (Zeit und Freiheit, Diederichs, Jena, 1920:93).

13. Evolusionêre biologie

Die vorming van nuwe strukture in stelsels wat ver van ewewig is, is bekend as self-organisasie. Veral in die evolusionêre biologie word hierdie term gebruik by die tevoorskyn tree (“emergence”) van nuwe meer gevorderde strukture. Dit is hier waar Prigogine (2003:60) aansluit by Bergson se idee dat die veranderende werklikheid lewende tyd is, wat Bergson *durée* noem. Bergson se bekende boek *Evolutionary creation* spruit voort uit sy gedagte dat *durée* alles van binne af verander.

Die idee van nuwe strukture wat in toestande ver van ewewig te voorskyn tree, het Prigogine deur ’n tydsoperator op fisiese (insluitend chemiese) stelsels wiskundig beskryf. Nou pas hy Bergson se idee van lewende tyd toe op biologiese self-organisasie. Lewende stelsels, soos byvoorbeeld plante, wat voeding uit die grond en ligenergie deur fotosintese tot lewende selle transformeer, is ver van ewewig. Ook die mens is dan ’n produk van self-organisasie in die lewende natuur. In self-organisasie speel fisiese prosesse wat met die omgewing gekoppel is, asook oorlewing van die sterktes, ’n rol (Prigogine, 1980:124).

Volgens Prigogine, 2003:66) het die heelal, as ’n self-georganiseerde stelsel, nie God of ’n ander eksterne krag nodig vir sy ontwikkeling in die tyd nie. Sowel fisiese as biologiese evolusie verklaar Prigogine (2003:19, 20) met tyd as ’n operator, wat op ’n funksie van die heelal in sy toestand ver van ewewig werk. Hierdie funksie sluit dan ook die lewende natuur in, om dan die ontstaan van nuwe meer gevorderde biologiese strukture, insluitend die mens, in tyd te verklaar deur die werking van tyd as ’n operator. Daarmee wil hy biologiese evolusie vanaf die eenvoudigste lewe tot die huidige biodiversiteit beskryf in aansluiting by Bergson se sogenaamde lewende tyd, die *durée*.

14. Wat is tyd dan?

Afgesien van vakwetenskaplike, modale analises van tyd soos die psigologiese, fisiese (insluitend die geologiese) en die teologiese, weet elke mens dat sy lewe op aarde tydelik is – sy/ haar dood is onafwendbaar. Teologies leer ons dat daar ’n ewigheid is, dat aardse tyd slegs in die lig van die ewigheid sy eintlike betekenis kry, dat tyd saam met die wêreld (die kosmos) geskep is en dat tyd van óns bedeling saamhang met die verwesenliking van God se raadsplan op aarde. Gevolglik moet aardse tyd ’n struktuur hê wat moet verskil van die struktuur van tyd van die herskape kosmos (Stoker, 2007:hfst. 1, §2.2).

Kenteoreties is die primêre en mees fundamentele tydsgegewe die verbintenis en saamhang van tyd met beweging en veranderinge (Stoker, 2007:hfst. 2, §4). Veranderinge is orals, ook in die psigiese belewenisse van die mens (McLure, 2005:9 e.v.). Daarom moet tyd deel wees van elke faset van die skepping.¹ Dit is opvallend dat filosofiese werke oor tyd sterker steun op wat basiese Fisika te sê het oor reële tyd as enige ander vertakking van filosofie. Filosofiese analises van tyd is dan ook dikwels fenomenologies gerig (bv. McLure, 2005) .

Deur die werk van Galileo het tyd ’n meetbare grootheid geword en het dit deel van ons daaglikse lewe, wetenskap en tegnologie geword. Ons het metodes ontwikkel om tyd te meet en om die verloop van dinamiese prosesse in terme van tyd te bereken. Daarmee het ons tyd losgemaak van sy veelvuldige kontekstuele verbondenhede met die werklikheid, soos beliggaam in die skepping. McLure (2005:170) bespreek die vraag of tyd, wat meetbaar is, beteken dat tyd ’n kwantitatiewe grootheid is, en dus, of meetbare tyd reële tyd is. Kwantitatiewe tyd kom voor in alle vertakkinge van Fisika.

Vir meer as 200 jaar het Newton se Fisika ’n wêreldbeskouing gevestig dat die wêreld voorspelbaar, beheerbaar en uiteindelik ten volle geken kan word. Enige onsekerheid in ons kennis sou tydelik wees, totdat navorsing die legkaart verder voltooi deur die blootlegging van nog onbekende natuurwette. Dit was ’n wêreld waarin ingewydes wat natuurwette verstaan, in beheer was. In die wêreld ná Newton is simmetrie (soos omkeerbaarheid in tyd), stabiliteit (soos ’n oneindig-groot heelal met sinchrone tydsverloop oral), en determinisme (presiese berekenbaarheid) vervang deur asimmetrieë (soos tyd wat net in een rigting verloop), onstabiliteite (soos eindige heelal met waarnemergebonde tydsverloop), en onbepaaldheid (Heisenberg se onsekerheidsbeginsel). Dit het ’n revolusie in die verstaan van die fisiese wêreld tot gevolg gehad. Die gevolglike herformulering van kennis het ’n nuwe idee van tyd vereis.

In ons wetenskapsbeoefening sedert Galileo is tyd iets wat vanaf die huidige reglynig na die verlede en na die toekoms uitstrek. Hierdie idee van lineêre tyd volg uit die geloof dat die ingewikkelde wêreld waarin ons leef, deur eenvoudige dinamiese verskynsels bepaal word. Laboratoriumstudies van dinamiese verskynsels word onder ewewigtoestande gedoen en in nywerhede toegepas onder dieselfde ewewigtoestande. Dit het tot selfaangedrewe tegnologiese ontwikkelinge gelei, wat deel van die daaglikse lewe geword het. Eers betreklik onlangs, na die koms van kragtige rekenaars, is begin om toestande in die natuur wat ver van ewewig is, te bestudeer. Dit het tot _ nuwe idee van tyd gelei.

In die vereenvoudiging van dinamiese verskynsels het die wetenskap sedert die Renaissance ewewigtoestande bestudeer. Hierteenoor gaan Prigogine (1980, 2003) daarvan uit dat fisiese en chemiese stelsels in die natuur ver van ewewig is. In dergelike stelsels ontstaan van tyd tot tyd spontaan nuwe strukture. Deur tyd as _ wiskundige operator op fisiese stelsels te laat werk, het hy waargenome veranderinge in stelsels ver van ewewig kon beskryf. Dit beteken _ geheel en al ander tydsverloop as _ lineêre (eenparige). Sy benadering superponeer tydstippe van vorming van nuwe strukture op _ normale verloop van tyd, wat nie lineêr is nie. In fisiese verskynsels is daar dan twee verskillende manifestasies van tyd, _ normale en _ gebeurtenis-gebonde verloop. Die betekenis van hierdie nuwe wiskundige beskrywing van tyd moet nog verder deurdink word, veral in die biologie. Die revolusie in die verstaan van tyd wanneer nuwe fisiese, chemiese en biologiese strukture uit toestande ver van ewewig spontaan ontstaan, het so pas begin. Tyd manifesteer in baie skakeringe van die werklikheid. Ons weet dus nog nie regtig wat tyd is nie.

Bibliografie

- ADAM, B. 2004. Time. Cambridge: Polity Press.
- DAVIES, P. 1995. About time, Einstein's unfinished revolution. London: Viking, published by the Penguin Group.
- DOOYEWEERD, H. 1959. Vernieuwing en bezinning, om het reformatorisch grondbegrip. J.B.van den Brink & Co., Zutphen.
- FEYNMAN, R.P., LEIGHTON, R.B. & SANDS, M., 1965. The Feynman lectures on Physics, vol. 1, mainly mechanics, radiation and heat. New York: Addison-Wesley Publ. Co.
- KALSBEK, L. 1970. De Wijsbegeerte der Wetsidee: proeve van een christelijke filosofie. Amsterdam: Buijten & Schipperheijn.
- LEAKY, R. & LEWIN, R. 1999. The sixth extinction, biodiversity and its survival. UK: Guernsey Press.
- MCLURE, R. 2005. The philosophy of time. New York: Routledge.
- NICKEL, J. 2001. Mathematics: Is God silent? USA, California: Ross House Books.

- NICOLIS, G. & PRIGOGINE, I. 1989. Exploring complexity. New York: W H Freeman Co.
- PRIGOGINE, I. 1980. From being to becoming. San Francisco: W H Freeman Co.
- PRIGOGINE, I. 2003. Is the future given? Singapore: World Scientific Publishing Co. Ltd.
- SPIER, J.M. 1953. Tijd en eeuwigheid, een wijsgerige onderzoek bij het licht van Gods Woord. J.H. Kok, Kampen.
- STOKER, H.G., 2007. Die formele struktuur van tyd. Manuskrip 2.1.17.1 Op: CD-ROM, Werke van prof. dr H.G. Stoker (4 April 1899 - 16 Mei 1993). _ Akademiese Publikasie. Bloemfontein: Die Vereniging vir Christelike Hoër Onderwys.
- STOKER, H.G. 1948. Die problematologie van die tydsvorme. Tydskrif vir wetenskap en kuns, VIII(1): 47-61.
- STOKER, H.G. 1948a. Gelyktydigheid. Tydskrif vir wetenskap en kuns, VIII(2): 32-53.
- VOLLENHOVEN, D.H.Th. 1992. Problemen van de tijd in onze kring (1968). In: Tol, A. & Brill, K.A., Vollenhoven als Wijsgeer. Amsterdam: Buijten & Schipperheijn. pp. 199-211.