

Heelal

Aanvanklik het die mens homself as die middelpunt van die **heelal** gesien en probeer om verhoudings tussen die bekende (die aardse) en die onbekende (die buiteaardse) te vind. Hieruit het mistieke wetenskappe soos die **astrologie** en alchemie ontstaan waarin die mens, die [aarde](#) en die kosmos (heelal) as één geheel beskou is.



Eers in omtrent die 17de eeu is mistiek en wetenskap van mekaar geskei en het die mens natuurverskynsels meer objektief begin beskou. Vanweë die snelle ontwikkeling van die wetenskap en tegniek het die mens 'n insig in die samestelling van die mikrowêreld (sy onmiddellike aardse omgewing) en die makrowêreld (die heelal as 'n geheel) gekry.

Die heelal blyk te bestaan uit 'n onbegrensde ruimte gevul met [materie](#) en [straling](#). Kennis van die ontstaan en die struktuur daarvan word verkry deur hierdie straling en materie te ontleed, hul plek van herkoms en ontstaanswyse te bepaal en die interaksies te bestudeer. ¹



Heelal beteken letterlik “die versameling van alles wat bestaan”. Onder hierdie “alles” word straling en materie in 'n verskeidenheid van vorme ingesluit. Omdat die mens self ook deel van die heelal vorm, beteken dit dat hierdie verskyningsvorme nooit heeltemal objektief beskou kan word nie.

Die mens is ook nie in staat om alles te kan waarneem nie: iets is óf te klein, óf te ver verwyder; of daar bestaan geen doeltreffende meetinstrument nie; of die mens gaan van 'n bepaalde standpunt uit wat nie wetenskaplik nie, maar suiwer menslik van aard is. Die mens sluit hom dus van ander standpunte af. Aangesien wetenskap en kultuur plek- en tydgebonde is, het die betekenis van die begrip *heelal* met verloop van tyd baie verander.



Die stelling kan gemaak word dat die mens se beeld van die heelal niks anders is

nie as 'n weerspieëling van sy denke gedurende 'n bepaalde tydperk van sy sosiokulturele bestaan. Die beeld wat 'n mens van die heelal vorm, is in werklikheid dus ook van sintuiglike waarneming afhanklik, en kan dus min of meer biologies bepaal word.

Hierdie afhanklikheid is dikwels vir die mens moeilik om te aanvaar, soos blyk uit die feit dat hy altyd wil weet wat “buite” die heelal lê en waarom daar 'n “grens” vir die aller kleinste is. ²



Newels en sterrestelsels.

Klassieke wêreldbeskouings

In die verre verlede is die kosmiese (dit wil sê alles wat buite-aards en onverstaanbaar was) dikwels in noue verband met die aardse gebring. Dit is begryplik omdat sommige van hierdie verskynsels die lewe op [aarde](#) sterk beïnvloed, byvoorbeeld die wisseling van dag en nag en van die [seisoene](#). Op dié manier het die astrologie, waarin veronderstel word dat alle hemelverskynsels die lewe op aarde volkome sou bepaal, byvoorbeeld ontstaan. ²



Die vroeë Griekse filosowe het probeer om die heelal te begryp deur 'n antwoord te vind op die vraag wat die sin van alle dinge is as die dinge self wel verander. Thales van Milete het veronderstel dat water die oerstof was waaruit alle dinge ontstaan het, terwyl Anaximander (611-546 v.C.) lug as die oerstof beskou het. Empédokles van Agrigentum (ongeveer 490-430 v.C.) het die teorie van die vier elemente (aarde, water, lug en vuur) aangevoer, waarvolgens enige stof met behulp van verskeie verbindings gevorm sou kon word en waarvoor kragte nodig sou wees wat gedeeltelik deur die mens beheer kon word.



Dit het gelei tot die ontstaan van die alchemie waarin **kosmos**, **materie** en gees tot een hegte eenheid saamgebind is. Behalwe hierdie suiwer spekulatiewe wêreldbeskouing was daar ander wat gegrond was op waarnemings. Hierdie

stroming het sy oorsprong by Thales van Milete, Anaximander en Anaximenes (ongeveer 610-540 v.C.) gehad. Pythagoras het saam met Heraklides en Aristarchos beweer dat die aarde 'n bol is wat om 'n as draai.

Volgens Aristoteles se teorie was die heelal 'n bol met die aarde as onbeweeglike middelpunt. Alles wat bestaan, was binne-in hierdie bol, en buite die bol was daar niks; nie een leë ruimte nie. Al die hemelliggame was volgens hom verbind met die bolle wat om die aarde draai.

Die sterrekundiges Hipparchos en Ptolemaeus het die aarde ook as die middelpunt van die heelal beskou, maar het geglo dat die hemelliggame in sirkelbane van bykringlope en leisirkels om die aarde beweeg. Alles anderkant die [maan](#) het tot die ewige en onverganklike behoort, terwyl alles duskant die maan tot die aardse of ondermaanse behoort het. Hierdie opvatting het tot in die Laat [Middeleeue](#) bly voortbestaan en sy stempel op elke aspek van maatskaplike bestaan afgedruk. ²



Moderne beskouings

Tydens die [Renaissance](#) het groot veranderings in denkrigtings ingetree. Eerstens is die aarde nie meer as die middelpunt van die heelal beskou nie, maar tot 'n planeet wat om die [son](#) beweeg, "afgegradeer". Die poging om die wêreld volgens meganiese wette te beskryf, was veral te danke aan die werk van [Galileo Galilei](#) en Johannes Kepler, wat hul afleidings uit die ellipsbeweging van die planete gemaak het. ¹



Newton het daarin geslaag om hierdie [bewegings](#) volgens die teorie van [swaartekrag](#) te verklaar, en hy kon die beweging van hemelliggame suiwer teoreties voorspel. Tweedens het die geesteswetenskappe en die natuurwetenskappe hulle van mekaar losgemaak, waarna die mens die wêreld om hom meer objektief kon beskou. Navorsing oor materie (die mikrokosmos) het veral die taak van die fisici en chemici geword, en die bestudering van die heelal as 'n geheel (makrokosmos) die werk van sterrekundiges (in besonder kosmoloë).



Met die koms van moderne wetenskaplike apparaat het ook die besef gekom dat die heelal ontsaglik groot is, maar terselfdertyd ook baie “yl”. Nadat reeds in die 17de eeu besef is dat die afstande tussen hemelliggame geweldig groot moet wees, het Friedrich Bessel in 1838 uiteindelik daarin geslaag om die afstand na ’n nabygeleë ster te meet. In 1925 het [Edwin Hubble](#) daarin geslaag om die afstand na die nabygeleë sterrestelsels te bereken. ²



Daarmee het die magtige son skielik net een van 200 miljard sterre van die [melkwegstelsel](#) geword, terwyl daar waarskynlik minstens 100 miljard sulke melkwegstelsels in die heelal aanwesig is. Die groot aantal sterre en sterrestelsels kan vergelyk word met die reuse-afstande tussen hierdie hemelliggame sodat die gemiddelde [digtheid](#) van die heelal nog baie kleiner is as die volmaakte **vakuüm** wat op aarde geskep kan word. ¹

Dieselfde geld ook vir die samestelling van materie wat bestaan uit [atome](#) waarin byna al die [massa](#) in die baie klein kerns gekonsentreer word. Atome bestaan grotendeels dus ook uit “leë” ruimte.



’n Radioteleskoop met die Melkweg in die agtergrond.

Analise van waarnemingsmateriaal

Volgens moderne opvatting is die heelal ’n onbegrensde ruimte wat met materie en elektromagnetiese [straling](#) gevul is. Kennis van die samestelling van die heelal is verkry deur hierdie materie en straling te ontleed en hul plek van herkoms te bepaal. ³

Materie wat van buite die aarde kom, kan ontleed word aan die hand van meteoriete wat op die aarde val en deur mikro-meteoriete en stofdeeltjies wat deur die kunsmatige satelliete opgevang word, te ondersoek. Die kosmiese **straling**, wat uit snelbewegende deeltjies bestaan, word met behulp van stratosfeer-ballonne en vuurpyle bestudeer, maar veral ook vanuit satelliete.

Optiese straling (die sigbare lig) wat deur hemelliggame na die aarde uitgestraal word, word sedert die antieke tye bestudeer. Behalwe dat hierdie ligstrale die posisie van hemelliggame aandui, verskaf dit ook inligting oor die chemiese samestelling, die afmetings, die temperatuur en die snelheid daarvan. Danksy tegniese ontwikkeling kan daar in die hedendaagse tye deur middel van satelliete ook straling uit ander golflengtegebiede opgevang word: [radiostraling](#), infrarooi- en ultravioletstraling, en röntgen- en gammastraling. Dit het gesorg vir 'n groot bron van aanvullende inligting oor die prosesse wat in die heelal afspeel. ³



Ordering van materie

Die kleinste [materie](#)-eenhede is die elementêre deeltjies, waarvan die belangrikste die proton, die neutron en die elektron is. Hierdie deeltjies kan vry voorkom, maar is gewoonlik gebonde in die vorm van atome. Wanneer atome hulle in groot hoeveelhede saamgevoeg het, word daar van 'n element (wat uit een soort atoom bestaan) of van 'n verbinding (wat uit verskillende soorte atome bestaan) gepraat.

In die daaglikse lewe het die mens net met hierdie vorms van materie te doen. Hulle word meestal aangedui ten opsigte van die aggregasietoestand waarin hulle verkeer, byvoorbeeld as [gas](#), [vloeistof](#), [vaste stof](#) of net "stof". Die ordening van groot hoeveelhede materie hou verband met die makrokosmos. Klein konsentrasies materie is byvoorbeeld stof, gruis en gesteentes in die ruimte tussen die planete, terwyl planetoïde en planete (met hul satelliete) groter konsentrasies is. Dit beweeg alles in min of meer elliptiese bane om die son, wat eersgenoemde in massa ver oortref en slegs een van die ongeveer 200 miljard sterre van ons melkwegstelsel is. ³



Hoewel hierdie aantal liggame feitlik onpeilbaar baie is, is ook die deursnee van ons melkwegstelsel só groot (ongeveer 100 000 [ligjaar](#), waarby 1 ligjaar ooreenkom met 9×10^{12} km) dat die gemiddelde onderlinge afstand tussen die sterre 100 miljoen keer groter is as die deursnee van die sterre self. Ons melkwegstelsel is op sy beurt 'n onderdeel van die sowat 1 miljard sterrestelsels

wat met 'n gevorderde [teleskoop](#) waargeneem sou kon word.



Op uitgebreide skaal is die sterrestelsels eweredig in die ruimte versprei, maar op kleiner skaal gesien, is daar 'n neiging tot groeppvorming (bundels). Die gemiddelde afstand van die sterrestelsels in een bundel is 1 miljoen ligjaar, ongeveer tien keer die deursnee van die stelsels self.

Kragte in die heelal

Die kragte wat tussen die [materiedeeltjies](#) in werking is, kan beskryf word as sterk wisselwerking, swak wisselwerking, elektromagnetiese wisselwerking en [swaartekrag](#). Die eerste twee het slegs op baie klein afstande (op atomiese skaal) enige invloed, en is daarom nie vir die samestelling van die heelal in die breë van belang nie. ⁴



Die elektromagnetiese kragte werk wel oor baie groot afstande (soos byvoorbeeld by die voortplanting van radiogolwe), maar omdat daar gemiddeld net soveel positiewe as negatiewe deeltjies is, word hulle werking meestal opgehef. [Swaartekrag](#) is dan op groot afstande die enigste werklike krag, en die materie in die heelal rangskik hulle daarom volgens die wette van die swaartekrag.

Dit beteken dat die bou van die mikrokosmos heeltemal los staan van dié van die makrokosmos. Hierdie gevolgtrekking was vir baie geleerdes, soos byvoorbeeld Arthur Eddington, moeilik aanvaarbaar. Daar is (en word) daarom probeer om 'n verband te vind tussen die wette in hierdie mikro- en makrokosmos, soos byvoorbeeld in die vorm van fundamentele konstantes (verhoudings tussen verskillende groothede).



Ontstaan en ontwikkeling van die heelal

Hubble het in 1929 ontdek dat alle sterrestelsels van ons af wegbeweeg; hoe verder hulle is, hoe vinniger beweeg hulle. Dit beteken dat die heelal aan die

uitdy is en dat daar 'n tydstip was dat alle materie hulle in een punt moes bevind het. ⁵



Op grond hiervan is aangeneem dat die heelal deur 'n ontploffing van 'n sogenaamde oeratoom ontstaan het, waarna die chemiese elemente tydens die ekspansie en afkoeling gevorm is, en die ontstaan van die sterrestelsel, sterre en planete begin het. Hoe die heelal in die toekoms sal ontwikkel, hang veral af van die sogenaamde kritiese digtheid, dit wil sê die gemiddelde hoeveelheid materie per ruimte-eenheid.



As hierdie digtheid groter is as 10^{-26} kg/m^3 , sal die uitdying as gevolg van die swaartekrag tot stilstand kom en in inkrimping oorgaan. As die waarde egter kleiner is, sal die uitdying onbeperk voortgaan. ⁵

Woordbank

astrologie	Voorspelling van hoe 'n mens se lewe gaan verloop op grond van die stand van die sterre en planete; sterrewiggelary.
kosmos	Die heelal met al die sterre, planete en hemelliggame.
materie	Materiaal waaruit alles in die heelal bestaan (alle vaste stowwe, vloeistof en gas).
straling	Uitsending van energie deur middel van golwe of elementêre deeltjies; radiasie.
vakuum	Ruimte waaruit alle materie verwyder is; lugleë ruimte; lugleegte.

Lees dié artikels om meer te leer

- [Maan](#)

- [Mars](#)
- [Sonnestelsel](#)
- [Melkweg](#)
- [Teleskoop](#)

Kyk dié video's om meer te wete te kom

Alles wat jy oor ons sonnestelsel moet weet

Wat is die heelal en hoe groot is dit?