



Entropie: het masterplan van het universum

Beschrijving

Heeft het universum wel een masterplan? Om daar achter te komen moeten we eerst eens ingaan op het concept van entropie, een hoeksteen van de thermodynamica. In de kern is entropie een maatstaf voor wanorde of willekeur in een systeem. Naarmate de tijd verstrijkt, heeft het universum de neiging om van orde naar wanorde te evolueren. Dit geeft weinig hoop op een prachtig masterplan.

Wat is Entropie?

In de kern verwijst entropie naar een maat voor **wanorde** of **willekeur** binnen een systeem. Het begrip komt uit de thermodynamica, een tak van natuurkunde die zich bezighoudt met warmte, energie, en hun uitwisselingen. De tweede wet van de thermodynamica stelt dat in een gesloten systeem de entropie altijd zal toenemen. Dit betekent dat systemen van nature neigen naar chaos, tenzij er energie van buitenaf wordt toegevoegd om orde te behouden of te creëren.

Hoe werkt het?

Stel je voor dat je een nieuw, opgeruimd huis hebt. Alles heeft een plek, en er is orde. Maar na verloop van tijd, zonder dat je enige inspanning levert, raken dingen verspreid, vuilnis hoopt zich op, en het huis wordt minder georganiseerd. Dit is een voorbeeld van entropie in actie: systemen bewegen naar meer wanorde als er geen energie wordt gestoken in het behoud van orde.

In een fysisch systeem kan dit idee worden toegepast op moleculen en atomen. Denk bijvoorbeeld aan een gas dat zich uitbreidt in een kamer. Eerst zijn de gasmoleculen geconcentreerd op één plek, maar al snel verspreiden ze zich willekeurig door de ruimte, waardoor de entropie toeneemt.



Entropie neemt toe van links naar rechts

De Tweede Wet van de Thermodynamica

Een van de belangrijkste principes in de natuurkunde is dat entropie in een gesloten systeem altijd toeneemt. Dit betekent dat systemen spontaan evolueren van een staat van lage entropie (ofwel orde) naar hoge entropie (en dat is wanorde). Dit verklaart waarom warmtesystemen altijd neigen naar een gelijkmatige temperatuur: warmte verspreidt zich dusdanig dat er een evenwicht (gelijkmatig verdeelde warmte) is bereikt. Dat is dan een toestand van maximale entropie.

Entropie in het Dagelijkse Leven

Entropie gaat niet alleen over natuurkunde en moleculen; het is een concept dat we in het dagelijkse leven ook terugzien. Denk aan het verval van oude gebouwen of het verouderen van het menselijk lichaam. Het kost energie om deze processen tegen te gaan (zoals onderhoud aan gebouwen of lichaamsbeweging om fit te blijven). Interessant genoeg is het leven zelf een strijd tegen entropie. Levende organismen putten voortdurend energie uit hun omgeving (zoals voedsel of zonlicht) om orde in hun systemen te behouden en te groeien. Zonder deze constante energie-invoer zou het leven snel ten prooi vallen aan de natuurlijke neiging van entropie om alles in wanorde te laten vervallen. Entropie is ook van toepassing op informatietheorie, waar het kan verwijzen naar onzekerheid in gegevens.

Entropie en de richting van de tijd

Ikzelf ben er van overtuigd dat entropie niet alleen de richting van de tijd aangeeft, maar in wezen Δt is. Zie daarvoor elders op deze site.

Entropie en het Universum

Op kosmologische schaal speelt entropie een enorme rol in de evolutie van het universum. Het universum begon volgens de Oerknaltheorie in een toestand van zeer lage entropie, maar naarmate het uitdijt, neemt de wanorde toe.

Gedurende eonen¹ branden sterren uit, drijven sterrenstelsels uit elkaar en uiteindelijk worden we geconfronteerd met het onheilspellende vooruitzicht van de **warmtedood**, waarbij het universum een

â??â??staat van maximale entropie bereikt. In deze laatste fase is alles zo verspreid en is energie zo gelijkmatig verdeeld dat er niets meer kan gebeuren: geen leven, geen beweging, alleen eeuwige stilte.

Dat klinkt pas echt deprimerend en heeft geleid tot het filosofisch kosmisch nihilisme.

Kosmisch nihilisme

Kosmisch nihilisme: het universum maakt het niet uit â?? de â??onverschillige wreedheid van het universumâ?• â?? is de filosofische visie dat het leven en het universum uiteindelijk geen doel, betekenis of inherente waarde hebben. Dit is cruciaal voor de filosofie van het nihilisme: het universum is onverschillig voor ons lijden omdat het geen bewustzijn bezit. Het is alsof je een steen de schuld geeft dat die er niets om geeft als je erover struikelt. De steen bestaat gewoon. Dus als we bang zijn voor de â??wreedheidâ?• van een onverschillig universum, reageren we eigenlijk op ons ongemak met het feit dat dingen gebeuren zonder reden of intentie â?? het universum is niet kwaadaardig; maar het volgt gewoon de wetten van de fysica, namelijk entropie.

Boltzmann-brein: de ultieme kosmische grap

Ludwig Boltzmann, een 19e-eeuwse natuurkundige, speculeerde dat als het universum eeuwig is en wordt bestuurd door de wetten van entropie, willekeurige fluctuaties in het universum gedurende lange tijd korte stukjes orde zouden kunnen produceren. In theorie zou een van deze stukjes orde een geïsoleerd brein kunnen zijn â?? compleet met valse herinneringen, zintuiglijke ervaringen en een gevoel van eigenwaarde â?? dat zweeft in een anderszins chaotisch universum. De â??jijâ?• die dit leest, zou op dit moment een Boltzmann-brein kunnen zijn: een onwaarschijnlijke blip van bewustzijn in een oceaan van entropie. Hoewel dit volkomen belachelijk klinkt (en dat is het ook), is Boltzmanns theorie eigenlijk een manier om te illustreren hoe onverschillig het universum is voor ons bestaan. Het probeert ons niet te creëren of te vernietigen; we zijn hier gewoon als onderdeel van de chaotische ontvouwing van tijd en ruimte. En als we slechts willekeurige fluctuaties zijn, nou, dan is het geen wonder dat het universum er niets om geeft!



Ludwig Boltzmann

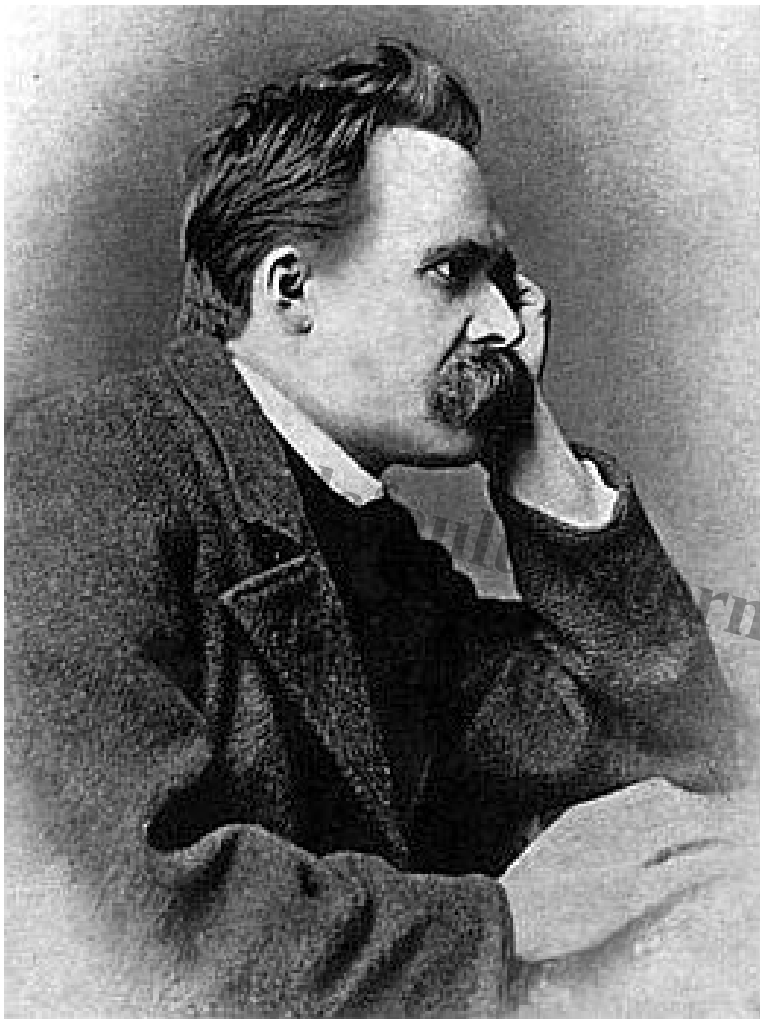
Nietzsches eeuwige herhaling

Ook *Friedrich Nietzsche* heeft hier een bijdrage geleverd: het universum herhaalt zich. Volgens Nietzsche wordt het nihilisme gekenmerkt door:

- Ongeldigheid van moraal, in de zin dat morele waarden geen absolute geldigheid hebben; moraal is subjectief, zo bestaat er een slavenmoraal die geleid wordt door ressentiment en een heersersmoraal. Als laatste bestaat er ook nog het moraal van de $\frac{1}{4}$ bermensch, de mens die dit spel doorziet en hier zelf een moraal van schept.
- Ongeldigheid van waarheid: objectieve eeuwige waarheden zijn niet kenbaar; waarheid is subjectief.
- Er is geen god: een eeuwige macht bestaat niet; de mens staat alleen.
- *Eeuwige herhaling*: de geschiedenis heeft geen doel.

Nietzsches eeuwige herhaling past goed bij kosmisch nihilisme. Nietzsche opperde dat tijd cyclisch zou kunnen zijn, wat betekent dat elke gebeurtenis in je leven, oneindig vaak op exact dezelfde manier zal worden herhaald, keer op keer, tot in de eeuwigheid. Stel je voor dat elk moment van je bestaan ∞ voor altijd doorloopt: elke vreugde, elk gebroken hart, elke maaltijd. Voegt dit betekenis toe aan het leven, of lijkt het leven juist zinlozer? Nietzsche dacht dat dit idee een lakmoesproef zou kunnen zijn

voor hoe we ons eigen leven zien. Als je precies hetzelfde leven herhaaldelijk zou kunnen leiden en er nog steeds â??jaâ?• tegen zou kunnen zeggen, heb je een pad naar betekenis gevonden in een onverschillig universum.



Friedrich Wilhelm Nietzsche

Niezscheâ??s gedachte-experiment zou kunnen worden ondersteund door de theorie dat het universum na zijn maximale expansie weer samentrekt en alles terugkeert naar zijn oorsprong volgens de wetten van de natuurkunde.

¹ Een **eon** is een zeer lang tijdperk in de geologische tijdschaal en zijn de grootste onderverdelingen van de tijd sinds het ontstaan van de Aarde, waarbij vaak de tijdseenheid Ma (â??mega-annumâ?• of miljoen jaar) gebruikt wordt. Soms wordt ook de eenheid â??Gaâ?• (â??giga-annumâ?• of miljard jaar) gebruikt. Het gaat dan om het aantal jaar voor het heden.

Datum aangemaakt

2024/10/23