Het probleem van de tijd

Binnen de theoretische natuurkunde zijn wetenschappers bezig met het verzoenen van de quantummechanica (het allerkleinste) en de algemene relativiteitstheorie (het allergrootste). Hier komt echter een conceptueel probleem bij kijken: het probleem van tijd. Tijd wordt binnen de quantummechanica gezien als universeel en absoluut, terwijl in de algemene relativiteitstheorie de richting en beweging van tijd als maakbaar en relatief wordt gezien. De twee theorieën hebben dus een geheel ander concept voor de voortbeweging van de tijd. Dit grote verschil in opvatting zorgt voor veel vraagtekens bij wetenschapsfilosofen en brengt de vraag met zich mee wat tijd eigenlijk *is.*



Een zandloper. Een zandloper maakt duidelijk dat de tijd verstrijkt. Afbeelding via PickPic.

Binnen de standaard natuurkunde is tijd een van de zeven fundamentele fysische grootheden in zowel het Internationale Stelsel van Eenheden (SI) als het Internationale Stelsel van

Hoeveelheden (ISQ), met uiteraard als basiseenheid de *seconde.* Deze benaming is afkomstig van het Latijnse *pars minuta secunda,* wat letterlijk 'het tweede kleine deel' betekent – het 'eerste kleine deel' (van een uur) is de minuut. Tot 1967 werd de seconde gedefinieerd in relatie tot een etmaal (de periode van 24 uur waarin de aarde eenmaal om haar as draait), maar tegenwoordig worden atoomklokken gebruikt voor een nauwkeurigere definitie: een seconde is de duur van 9.192.631.770 perioden van de straling die correspondeert met de overgang tussen de twee niveaus van de hyperfijnstructuur van de grondtoestand van een cesium-133-atoom in rust bij een temperatuur van 0 Kelvin. (Zie voor een nauw hiermee verbonden verhaal het artikel 'Is alles spectraal?' dat Jort de groot twee weken geleden schreef.) Metrologen van het *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM) willen echter nog dit decennium de definitie van de seconde aanpassen, waarmee deze nog nauwkeuriger zal worden.

De seconde is echter maar een duur van iets wat *tijd* wordt genoemd. Vragen als welke structuur achter de seconde schuilgaat en hoe die seconde zich 'voortbeweegt', laten ons denken aan het verloop van tijd; tijd verloopt, maar hoe? Er bestaan meerdere standpunten over hoe we hiernaar moeten kijken. De meest voor de hand liggende is dat tijd een continue beweging is van alles dat er is, bewegende van het verleden naar het heden, uitkomend bij de toekomst. Dit is een onomkeerbaar proces en wordt vaak gelinkt met de tweede wet van de thermodynamica – entropie neemt toe, dat wil zeggen: een systeem loopt van orde naar chaos, maar niet de andere kant op. In het universum zou je kunnen zeggen dat tijd begon bij de Oerknal, en sindsdien door het "nu" voortbeweegt naar een potentieel einde in de toekomst.

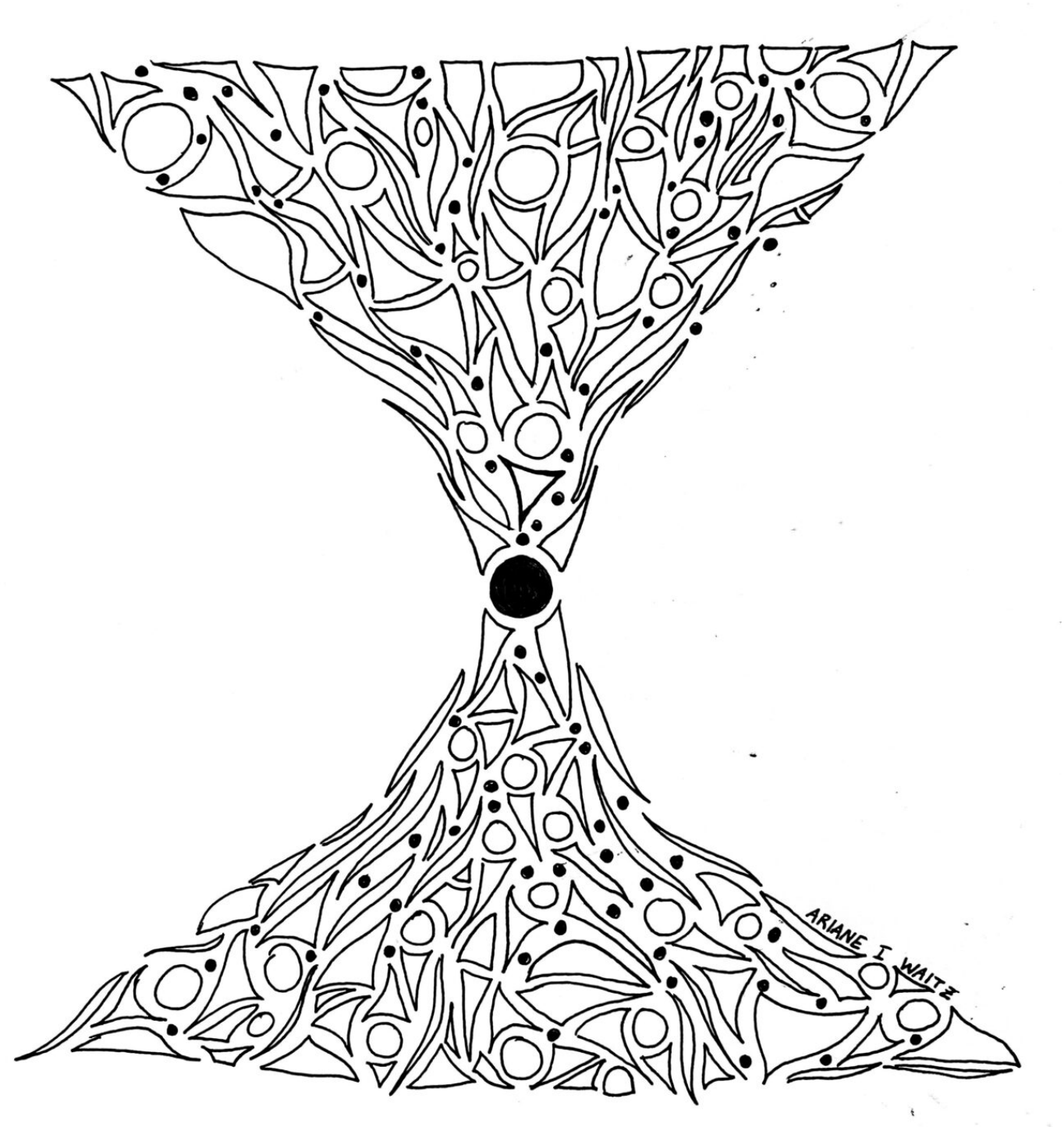
Die voortbeweging kan filosofisch op meerdere manieren worden gezien. Het kan het zijn dat alleen alles wat *NU* is, bestaat. Alles wat *was* en *gaat zijn* bestaat dan niet. Dit wordt "*presentism*" genoemd. Dit doet erg denken aan verstrengeling in de quantummechanica. Er is daar namelijk een gevoel van gelijktijdigheid, doordat twee of meer quantummechanische objecten zodanig verbonden zijn dat het ene object niet meer volledig beschreven kan worden zonder het andere specifiek te benoemen, ook als deze twee objecten ver van elkaar verwijderd zijn. Wanneer een meting wordt gedaan aan een van de objecten, is ook de uitkomst voor het andere object gelijktijdig, dus NU, bekend.

Het kan ook zijn dat er een verleden bestaat tot aan het nu, en dat het verleden in

herinneringen wordt opgeslagen —deze herinneringen bestaan niet alleen in onze hersenen, maar wellicht ook in materie. (Als je dit interessant vindt is het leuk om Sarah Jansens artikel '[Heeft het universum een geheugen?]' eens te lezen.) We kunnen vanuit het heden echter alleen "terugkijken" naar het verleden – je er kunt nooit fysiek terugkeren; het is dus niet meer tastbaar aanwezig. Denk maar eens aan het bekijken van een sterrenhemel. Wanneer we 's nachts naar de sterren kijken, zien we het verleden. We kijken als het ware terug in de tijd, aangezien het licht dat uitgezonden wordt door de betreffende sterren zo'n grote afstand moet afleggen dat zelfs het licht van de dichtstbijzijnde ster er ruim vier jaar over doet om ons te bereiken. De toekomst is in deze opvatting van tijd altijd onbekend en bestaat (nog) niet – niet in realisatie en niet in herinnering. Deze manier van denken aan tijd is het meest gangbaar en wordt in het dagelijks leven gebruikt door jou en mij.

De derde mogelijkheid is dat er een groot canvas bestaat waar alles wat *was*, *is,* en *zal zijn,* op bestaat. Tijd zou hier als het ware als een schijnwerper het "nu" verlichten, telkens voortbewegend op het canvas. In de algemene relativiteitstheorie wordt dit principe aangehouden. Het canvas heet dan een *ruimtetijd-variëteit,* met tijd als vierde dimensie.

Er zijn dus ook op filosofisch gebied veel verschillende opvattingen van tijd. Deze opvattingen reflecteren de verschillen in zienswijze van tijd tussen de quantumtheorie en de zwaartekrachtstheorie.



Emergentie. Artistieke impressie van een emergente structuur

De onenigheid tussen het allergrootste en allerkleinste binnen de theoretische natuurkunde is dus niet alleen een wiskundig probleem, maar laat ons ook veel vragen na over het begrip tijd. Het is hier niet voldoende om de seconde uit de standaard natuurkunde als definitie van tijd te nemen, aangezien tijd een veel bredere definitie verdient. De filosofische onduidelijkheid helpt echter niet bij het verzoenen van de twee theorieën, aangezien die juist

laten zien dat er conceptueel nog iets structureel niet in orde is met het bepalen van wat tijd nu eigenlijk *is*. Wel kunnen we concluderen dat tijd opdoemt, ofwel emergent is. Daarbij zijn nog steeds alle drie de zienswijzen mogelijk: het heden doemt op uit het verleden, het nu doemt op uit het “niets”, of wat altijd zou gebeuren doemt op vanuit het onderliggende canvas waar tijd zich over beweegt. Emergentie is een onderwerp dat in de moderne natuurkunde veel bestudeerd wordt; misschien dat de emergentie van de tijd ons ook wel een stap dichter bij een verzoende quantumzwaartekrachtstheorie kan brengen.