

Een tijdreis voor Kerstmis

In een van de bekendste kerstverhalen, *A Christmas Carol* van Charles Dickens, reist Ebenezer Scrooge op de avond voor Kerstmis naar het verleden en de toekomst. Wat zegt de natuurkunde eigenlijk over tijdreizen? En hoe kunnen we Einsteins relativiteitstheorie en zwarte gaten gebruiken om een sprong naar de toekomst te maken?



Afbeelding 1. Een klok. Foto: [Jason Zhang](#).

Tijdreizen is de normaalste zaak van de wereld. Althans, als je het over reizen naar de toekomst hebt. Dit doen we namelijk op elk moment van de dag: met iedere seconde die er op de klok verstrijkt reizen we allemaal een seconde de toekomst in. Dat is natuurlijk een beetje flauw, en niet helemaal wat mensen bedoelen met tijdreizen. Dan gaat het er namelijk om dat de tijd voor de reiziger anders verloopt dan voor de rest van de wereld. Als de tijd

voor de reiziger bijvoorbeeld iets trager verloopt – door gebruik te maken van een tijdmachine – zorgt dit ervoor dat de reiziger als het ware een sprong naar de toekomst maakt. Is tijdreizen van deze soort mogelijk in de natuur?

Naar de toekomst?

Volgens de *relativiteitstheorie* van Albert Einstein is tijdreizen naar de toekomst niet alleen mogelijk, maar zelfs noodzakelijk! De slogan ‘tijd is relatief’, die vaak wordt gebruikt om Einsteins theorie te beschrijven, zegt eigenlijk precies dat verloop van tijd afhankelijk is van de snelheid van de waarnemer ten opzichte van het waargenomen proces. Een klok die met hoge snelheid beweegt loopt voor wie ernaar kijkt trager dan dezelfde klok in stilstand. Dit verschijnsel wordt *tijdsdilatatie* genoemd, en wordt bijvoorbeeld in [dit artikel](#) uitgebreid besproken. In het dagelijks leven merken we hier niet zo veel van: als je op je fiets stapt loopt de kerkklok niet merkbaar langzamer dan wanneer je op de bank blijft zitten en door het raam naar die klok kijkt. Dit komt omdat het effect van tijdsdilatatie bij lage snelheden verwaarloosbaar is. Pas bij snelheden die dicht bij de *lichtsnelheid* komen wordt het effect merkbaar. Toch is tijdsdilatatie wel iets wat we kunnen meten: atoomklokken aan boord van GPS-satellieten, die op hoge snelheid om de aarde bewegen, lopen voor ons aantoonbaar anders dan klokken op aarde, en moeten zo nu en dan gelijkgezet worden!

Het verschijnsel van tijdsdilatatie kan direct gebruikt worden om te reizen naar de toekomst. Het idee is om met een ruimteschip op hoge snelheid door het heelal te bewegen – waar je heen gaat maakt in dit geval niet zo veel uit, het gaat er vooral om dat je heel snel gaat. Aan boord van het ruimteschip loopt de tijd, vanaf aarde bezien, aanzienlijk trager dan op de aarde zelf: een dag op het ruimteschip kan zo overeenkomen met wel maanden, jaren, of zelfs eeuwen op aarde, afhankelijk van de snelheid van het ruimteschip. Bij terugkomst op aarde ben je als passagier maar een klein beetje ouder geworden, terwijl de tijd op aarde veel sneller is verstreken. Je hebt zo dus echt een sprong naar de toekomst gemaakt! Deze vorm van tijdreizen wordt bijvoorbeeld gebruikt in de film *Planet of the Apes* uit 1968, waarin een groep ruimtereizigers strandt op een onbekende planeet die bewoond wordt door hyperintelligente apen – een planeet die eigenlijk (spoiler alert!) een toekomstige versie van

de aarde blijkt te zijn.

Praktisch gezien ligt deze vorm van tijdreizen nog ver in de toekomst: het snelste voertuig dat ooit gebouwd is, de Voyager 1, behaalt (maar!) een snelheid van ongeveer 17 km/s. Dit ligt nog te ver weg van de lichtsnelheid – die zo'n 300.000 km/s bedraagt – om daadwerkelijk een interessant effect te hebben. Wel zijn er ook andere mogelijkheden binnen de natuurkunde om te reizen naar de toekomst. Zo kun je bijvoorbeeld handig gebruik maken van *zwarte gaten*, zonder dat je daarbij heel hoge snelheden hoeft te behalen. In nabijheid van een zwart gat is de zwaartekracht namelijk zo sterk dat zelfs het verloop van tijd wordt beïnvloed, een effect dat *gravitationele tijdsdilatatie* wordt genoemd. In een ruimteschip dat zich dicht rond het zwarte gat beweegt loopt de tijd van buitenaf gezien trager, en daarmee behaal je dus hetzelfde resultaat als met heel hoge snelheden. In de film *Interstellar* zorgt deze tijdsvertraging – die wordt veroorzaakt door het fictieve zwarte gat Gargantua – voor grote problemen!

Naar het verleden?

Hoe zit het met tijdreizen naar het verleden? Tot nu toe is nergens uit gebleken dat deze vorm van tijdreizen ook daadwerkelijk mogelijk is in de natuur. Maar helemaal uitgesloten is het ook niet! In zo'n geval is het nuttig (en vooral leuk!) om gedachte-experimenten uit te voeren, en te onderzoeken in hoeverre bepaalde vormen van tijdreizen consistent kunnen zijn met wat we wél weten van de natuur. Een veelgebruikt argument tegen de mogelijkheid om naar het verleden te reizen is de strijdigheid met het *causaliteitsprincipe*, namelijk dat er door tijdreizen problemen ontstaan met de concepten *oorzaak* en *gevolg*. Een bekend voorbeeld hiervan is de zogenaamde '*grootvaderparadox*': stel dat je naar het verleden afreist – met een geschikte tijdmachine – en je grootvader doodt voordat je ouders geboren zijn. Hoe is het dan mogelijk dat jij ooit geboren wordt? En hoe kun je dan vervolgens afreizen naar het verleden om je grootvader te doden?

Een mogelijk oplossing voor dit soort logische paradoxen is het idee dat er bij iedere ingreep in de tijdlijn een nieuwe *parallele tijdlijn* ontstaat die onafhankelijk is van de oorspronkelijke

waarvandaan je ben gereisd. Wanneer je in het verleden dingen verandert, heeft dat dus geen invloed op de toekomst waaruit je bent gekomen, maar enkel op een parallelle toekomst die daar los van staat. Op deze manier zorgt tijdreizen dus tot een vertakkingstructuur van parallelle tijdlijnen. Vooralsnog allemaal science fiction, natuurlijk, maar wel erg boeiend om over na te denken. Een erg interessante vorm van tijdreizen naar het verleden – zonder gebruik te maken van zulke vertakkingen – komt voor in de *Gevangene van Azkaban*, het derde boek van de Harry Potter-reeks. Hierin reizen Harry en Hermelien enkele uren terug in de tijd, maar op zo'n manier dat er maar één enkele tijdlijn is. Alles is namelijk al gebeurd, en de tijdreizigers – in dit geval Harry en Hermelien – volgen precies 'het script' dat de tijdlijn hen oplegt. Met deze vorm van tijdreizen hebben de reizigers dus geen vrije wil.

Ben je benieuwd geworden naar deze verschillende (fictieve) mogelijkheden voor tijdreizen? In het onderstaande filmpje van het Youtubekanaal Minute Physics worden naast de bovenstaande voorbeelden, nog diverse andere vormen van tijdreizen in populaire fictie besproken. Neem hier – op de avond voor Kerstmis – gerust even de tijd voor.