

Snaren: bouwstenen van onze natuur?

Waar bestaat de materie om ons heen precies uit? Als je naar de kernen van atomen kijkt, zou je zeggen dat protonen en neutronen de bouwstenen zijn. Zoomen we nog iets dieper in, dan vinden we quarks en elektronen als daadwerkelijke fundamentele deeltjes. Snaartheorie gaat hierin nog een stapje verder: die theorie probeert deze deeltjes te beschrijven door middel van heel kleine trillende snaren!



De vraag waar materie precies van is gemaakt houdt wetenschappers al eeuwenlang bezig. Met het atoommodel van Rutherford in 1911 kwamen natuurkundigen al heel ver: al onze materie is opgebouwd uit *atomen* – bouwstenen die bestaan uit een kleine kern die positief geladen is, en omcirkeld wordt door negatief geladen elektronen. Waar deze atoomkernen precies uit bestonden werd langzamerhand duidelijker. Rutherford vermoedde al dat de kern van een atoom uit meerdere componenten bestond, en dit werd later dan ook bevestigd met

de ontdekking van protonen en neutronen. Protonen en neutronen zijn alleen nog geen zogenaamde *fundamentele deeltjes* - geen állerkleinste bouwstenen - maar samengestelde deeltjes. Het bleek namelijk deze deeltjes eigenlijk zijn opgebouwd uit [quarks](#). Deze quarks worden door de sterke kernkracht samengebundeld tot protonen en neutronen. Alleen door ze met hoge snelheden op elkaar te laten botsen kunnen we deze allerkleinste bouwstenen in detectoren waarnemen.

Hoe komt snaartheorie nu in dit verhaal terecht? In het onderstaande filmpje van het youtubekanaal [Kurzgesagt](#) wordt dit in meer detail uitgelegd. Het idee achter snaartheorie is dat alle deeltjes die wij waarnemen voortkomen uit verschillende trillingen van dezelfde soort snaar. Net zoals een gitaarsnaar door verschillende spanningen andere noten produceert, komt een andere trilling van een snaar overeen met een ander soort deeltje. Een mooie bijkomstigheid is dat het fundamentele deeltje van de *zwaartekracht* - het graviton - altijd terugkomt als één van de trillingen van de snaar. Dit maakt snaartheorie een goede kandidaat om zwaartekracht met quantummechanica te verenigen tot een zogenaamde theorie van alles. De aanpak waarmee we de andere fundamentele krachten - de elektromagnetische kracht en de kernkrachten - met quantummechanica hebben gecombineerd, werkt namelijk niet zo goed voor zwaartekracht. Door in plaats daarvan gebruik te maken van snaartheorie, hebben we wel een model dat alle krachten met quantummechanica kan verenigen.

Experimenteel blijkt het wel lastig om snaartheorie daadwerkelijk te testen. We hebben bijvoorbeeld [extra dimensies](#) nodig ten opzichte van de ruimtetijd die wij zien, en dit geeft een grote keuzevrijheid in de mogelijke vierdimensionale modellen. Desalniettemin geeft snaartheorie ons al een goed voorbeeld voor hoe een model van quantumzwaartekracht zich gedraagt, en heeft het ons ook tot interessante verbanden vanuit een wiskundig oogpunt gebracht.