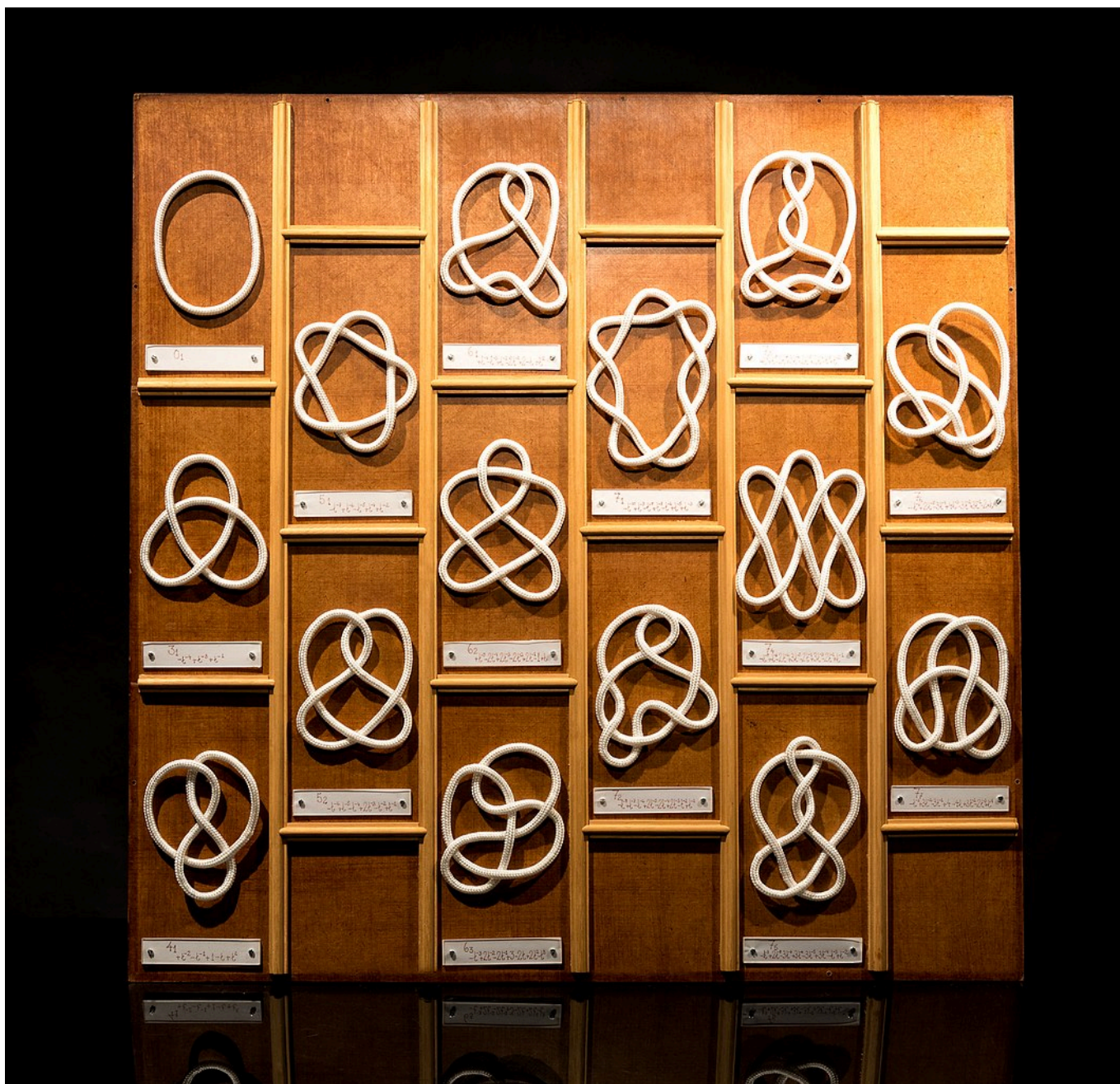


Knopentheorie

De redactie van de Quantum Universe-website is dol op knopentheorie, wat wel blijkt uit de [vele artikelen](#) die we in het verleden over dit onderwerp geschreven hebben. Deze fascinatie van onze redacteuren komt niet voort uit een interesse voor veters strikken of zeilen, maar uit de buitengewoon interessante wiskunde die achter dit onderwerp schuilgaat. Bovendien is er een diepe connectie tussen knopentheorie en [quantumfysica](#), zoals we ook eerder bespraken. En er zijn nog heel veel meer redenen om enthousiast te zijn over knopentheorie.



Wiskundige knopen. In de wiskunde is een knoop altijd een gesloten 'touwtje' zonder uiteinden. Dit overzicht is gemaakt door Estes Objethos Atelier. Foto: [Matemateca \(IME/USP\) / Rodrigo Tetsuo Argenton](#).

Zoals gezegd zijn knopen niet alleen interessant vanuit wiskundig oogpunt, maar ook relevant in de natuurkunde. Zo leerden we in eerdere artikelen al dat knopen kunnen worden onderscheiden door middel van zogenaamde *knoopinvarianten*. Er zijn vele verschillende knoopinvarianten die natuur- en wiskundigen gebruiken, zoals het *Jonespolynoom* dat toegelicht werd in [de artikelen van Mirte van der Eyden](#) en het *A-polynoom* dat Jeremy van der Heijden [in zijn artikel](#) besprak. Er zijn echter nog meer invarianten, zoals het HOMLFY-

polynoom¹, dat een gegeneraliseerde versie van het Jones-polynoom is, en nog vele andere. Voor elke knoop kunnen we met deze invarianten een polynoom opstellen dat gegarandeerd hetzelfde blijft als we de knoop proberen te 'ontrafelen'. Twee knopen met een verschillende knoopinvariant, dus bijvoorbeeld met een verschillende uitdrukking voor hun Jones-polynoom, moeten ook echt verschillende knopen zijn. Knoopinvarianten zijn daarmee van essentieel belang om alle knopen die er bestaan te classificeren.

De interesse van natuurkundigen in knopen reikt verder dan alleen de wijze waarop we hun invarianten kunnen construeren met behulp van theoretische natuurkunde. Knopentheorie heeft namelijk ook daadwerkelijke toepassingen in de natuur- en scheikunde. Zo zijn al de eerste moleculen gebouwd die als een lange keten in een specifieke knoop zijn gelegd, om zo nieuwe chemische eigenschappen te verkrijgen. Hoewel dit vakgebied nog relatief nieuw en onontdekt is, hebben wetenschappers de hoop dat kennis van knopentheorie in de toekomst kan leiden tot een reeks aan nieuwe materialen met allerlei nieuwe toepassingen. Ook biologen zijn geïnteresseerd in knopentheorie: zo zijn er de zogenaamde [DNA-topoisomerasen](#), enzymen die ons DNA tijdelijk kunnen openknippen en weer dichtplakken om de DNA-sliert in onze cellen te ontknopen. Ook veel eiwitten in ons lichaam liggen in een knoop, wat leidt tot unieke eigenschappen, die verschillen van knoop tot knoop.

Het YouTube kanaal Veritasium maakte recent de onderstaande lange en zeer interessante video over knopentheorie – van de oorsprong van dit vakgebied in de wiskunde tot aan de natuurkundige en biologische toepassingen die ik hierboven besprak. Een absolute aanrader voor iedere fan van knopentheorie!

[1] HOMFLY is een acroniem voor Hoste, Ocneanu, Millet, Freyd, Lickorish en Yetter, de achternamen van de zes ontdekkers van dit polynoom. Hetzelfde polynoom werd tegelijk ook ontdekt door de Poolse wiskundigen Przytycki en Traczyk, en is daarom soms ook te vinden in de literatuur onder de naam HOMFLYPT.