

Origami- wiskunde in Museum of Modern Art

De wiskunde achter het vouwen van origamipatronen inspireert niet alleen tot prachtige beeldende kunst, maar leidt ook tot een beter begrip van de vouwing van eiwitten, de werkpaarden in het menselijk lichaam.



Origami is eeuwenoude Japanse kunstvorm die is gebaseerd op het vouwen van papier. Origamiwiskunde bestaat pas een kleine veertig jaar. Origamiwiskunde beschrijft de origamispelregels op een formele manier, en ontdekt wat er wel en niet mogelijk is. Met origamiwiskunde proberen wiskundigen te begrijpen hoe je van een vlak stuk papier een willekeurig driedimensionaal object kunt vouwen: een kikker, een kraanvogel, een mens of een abstracte, geometrische figuur. Het kan alles zijn.

De ultieme uitdaging is om een rekenmethode te vinden die je vertelt hoe je op de beste manier een willekeurige driedimensionale structuur kunt vouwen. En 'beste' betekent zoiets als met zo min mogelijke vouwen en een zo klein mogelijk stuk papier.

Origami-loopings

De Amerikaanse wiskundige Erik Demaine (1981) gebruikt de wiskunde om prachtige nieuwe vormen te vouwen van papier. Samen met zijn vader Martin, die kunstenaar is, heeft hij drie origamivormen ontworpen en gevouwen – getiteld 'Computational Origami' – die je kunt bewonderen in de permanente collectie van het Museum of Modern Art in New York. Elke vorm verbindt meerdere cirkelvormige stukjes papier met elkaar tot een intrigerende *looping*. Volg de *looping* denkbeeldig met je wijsvinger, en je merkt dat de totale draaihoek veel groter is dan 360° , meestal iets tussen 720° en 1080° .

Deze vorm van origami verschilt van de traditionele origami doordat de vormen in feite bestaan uit oneindig veel oneindig kleine vouwinkjes. Alleen zo ontstaat er een oppervlak dat overall gekromd is. Erik Demaine: "De onderliggende wiskundige vraag is hoe de wiskunde een rekenrecept kan geven dat vertelt welke gekromde vormen in theorie gevouwen kunnen worden."

Origamiwiskunde helpt niet alleen kunstenaars. Het wordt toegepast op alle terreinen die met vouwen te maken hebben: bijvoorbeeld bij het vouwen van robotarmen in de robotica, maar ook in de architectuur, de beeldende kunst en bij computergraphics. Zo werkt origamikunstenaar Robert Lang aan



'Computational Origami' van Erik en Martin Demaine. Deze drie origamifiguren maken deel uit van de permanente collectie van het Museum of Modern Art in New York. Bron: Erik en Martin Demaine.

een opvouwbare telescooplenzen voor gebruik in de ruimte. Daar moet je de lens kunnen uitvouwen tot een vlak van honderd meter in diameter, maar opgevouwen in een ruimteschip wil je een pakje van niet meer dan tien meter breed overhouden. Hoe doe je dat op de handigste manier?

Gevouwen eiwitten in je lichaam

Een ander belangrijk praktisch probleem waaraan Demaine met origamiwiskunde werkt, is het probleem van eiwitvouwing. Eiwitten zijn de werkpaarden van het lichaam. Het zijn complexe, driedimensionale moleculen die op een bepaalde manier in elkaar gevouwen zijn. Die vouwing bepaalt voor een groot gedeelte hun functie. Bij allerlei ziekten gaat er iets mis met de eiwitvouwing, en geneesmiddelen kunnen dat met speciaal ontworpen eiwitten repareren.

Als origamiwiskundige stelt Demaine de vraag op welke mogelijke manieren je de ene eiwitvorm tot de andere kunt vouwen: "Wiskundig gezien is dat een soort eendimensionale origami, omdat je een lang molecuul als een lijn kunt beschouwen. De vraag is of we een rekenmethode kunnen vinden voor de handigste manier van eiwitvouwing. We hopen dat als we die wiskundige rekenmethode hebben gevonden, we automatisch ook inzicht krijgen in de natuur- en scheikundige principes die bepalen hoe een eiwit zich vouwt."

Vader en zoon Demaine experimenteren veel met papier bij het oplossen van een wiskundig origamiprobleem. Zoon Erik: "Het met je handen vouwen van een origamivoorwerp vormt je intuïtie voor wat wel en niet mogelijk is. Het is alsof je door het vouwen in je hoofd een grote experimentele database opbouwt. Die database gebruik je bij het oplossen van de wiskundige puzzel. Trouwens, alle bekende origamiontwerpers gebruiken enige vorm van origamiwiskunde. Alleen laten zij geen computer rekenen, maar doen ze de berekening onbewust in hun hoofd, op een intuïtieve manier."