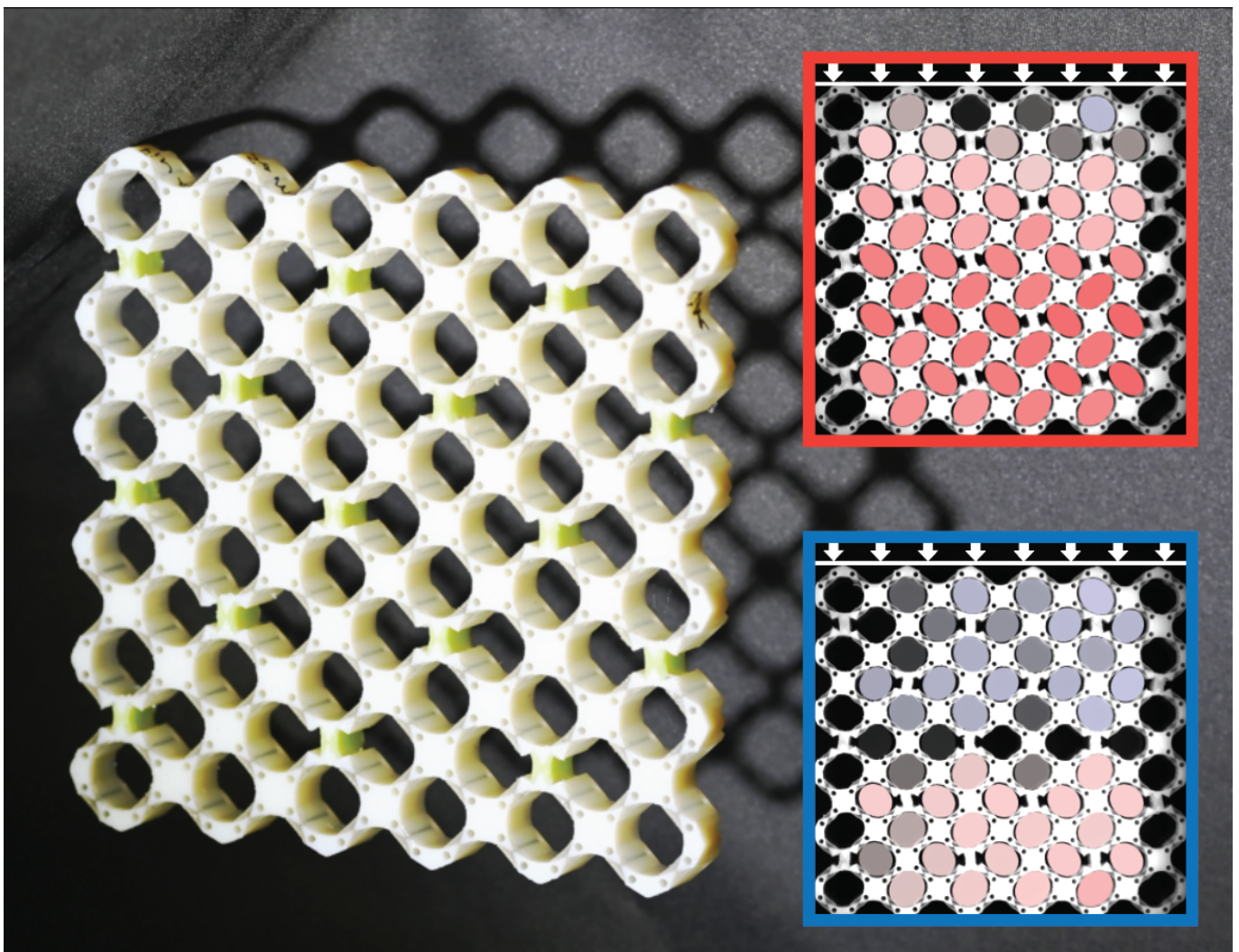


Eén materiaal, twee functies

In de afgelopen jaren is de populariteit van *metamaterialen* sterk toegenomen. Deze materialen komen niet in de natuur voor en worden niet gemaakt met behulp van scheikundige reacties - hun geometrische ontwerp vindt plaats in het natuurkundelab. Metamaterialen kunnen heel bijzondere, vaak tegenintuïtieve eigenschappen hebben.



Afbeelding 1. Een metamateriaal met twee functies. Het metamateriaal links biedt verschillende functionaliteiten door op verschillende manieren te vervormen. Door het langzaam (rechts onder) of juist snel (rechts boven) samen te persen, kunnen we bepalen of het metamateriaal krimpt of juist uitzet.

Natuurkundigen hebben nu voor het eerst een toolbox ontwikkeld waarmee materialen kunnen worden gemaakt die tegelijkertijd *meerdere* van dergelijke eigenschappen kunnen hebben. Het onderzoek werd deze week gepubliceerd in de Proceedings of the National Academy of Sciences.

Het onderzoek dat leidde tot de nieuwe materialen werd uitgevoerd door de natuurkundigen Aleks Bossart, David Dykstra, Jop van der Laan en Corentin Coulais van de Universiteit van Amsterdam. Met behulp van de toolbox maakten ze een materiaal waarvan het gedrag verandert als het snel of juist langzaam samengeperst wordt. Dergelijke nieuwe materialen kunnen erg nuttig zijn bij het ontwerp van schokdempers in auto's, voor bouwmaterialen die aardbevingen kunnen weerstaan, of voor stroom-regulerende drukventielen.

Designer-materialen

Metamaterialen zijn materialen die ontworpen worden met heel bijzondere eigenschappen. Die eigenschappen ontstaan niet door hun chemische samenstelling, maar door hun bijzondere meetkundige structuur. De lastigste stap in het maken van een metamariaal is dan ook het ontwerp, niet het 'bouwen' ervan: als de juiste geometrie eenmaal bekend is, volstaat een 3D-printer om het materiaal te maken. In de afgelopen jaren zijn natuurkundigen steeds vaardiger geworden in het ontwerpen van metamaterialen met bijzondere eigenschappen. Zo is het tegenwoordig mogelijk om materialen te ontwerpen die heel licht maar toch heel stevig zijn, of die een heel apart mechanisch gedrag vertonen - ze kunnen bijvoorbeeld in de loodrechte richting krimpen in plaats van uitzetten als ze samengeperst worden, of zich zelfs gedragen als programmeerbare vorm-veranderaars.

Hoewel het dus misschien niet altijd makkelijk uit te voeren is, is het idee eenvoudig: als je een materiaal nodig hebt met een bepaalde eigenschap, zoek je een slimme natuurkundige die het kan ontwerpen. Maar wat nu als je een materiaal nodig hebt dat *twee* bijzondere eigenschappen heeft? En wat als je zelfs, afhankelijk van de omstandigheden, tussen die twee eigenschappen wilt kunnen wisselen?

Twee functionaliteiten

Dit is precies het soort vraag dat men bijvoorbeeld tegenkomt in de zoektocht naar materialen die aardbevingen kunnen weerstaan. Zo'n materiaal moet heel anders reageren

op de kleine trillingen die een gebouw dagelijks ervaart dan op de schokken die een aardbeving veroorzaakt. Met toepassingen zoals deze in gedachten besloten Bossart, Dykstra, Van der Laan en Coulais daarom materialen te ontwerpen die binnen één structuur niet één, maar meerdere functionaliteiten kunnen herbergen.

Ze slaagden er in het bijzonder in om metamaterialen te maken die, als ze worden samengeperst, ofwel kunnen krimpen, ofwel kunnen uitzetten, afhankelijk van hoe snel de samenpersende kracht wordt uitgeoefend. Een voorbeeld van een dergelijk materiaal is te zien in de afbeelding hierboven. De sleutel tot de functionaliteiten van het materiaal ligt in het bijzondere patroon van gaten. Als er druk wordt uitgeoefend vervormen de gaten collectief, maar het precieze collectieve gedrag is anders wanneer de druk langzaam wordt uitgeoefend dan wanneer dit snel gebeurt.

Dergelijke nieuwe metamaterialen kunnen erg interessant zijn voor allerlei industriële toepassingen. Eén toepassing ligt in het maken van aardbeving-bestendige materialen, maar metamaterialen als dit kunnen ook leiden tot andere energie-absorberende toepassingen – denk aan schokdempers in auto's – of tot nieuwe aanpasbare technieken in de robotica, zoals stroom-regulerende drukventielen.

Publicatie

[*Oligomodal metamaterials with multifunctional mechanics*](#), Aleksi Bossart, David M.J. Dykstra, Jop van der Laan en Corentin Coulais. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (2021).