

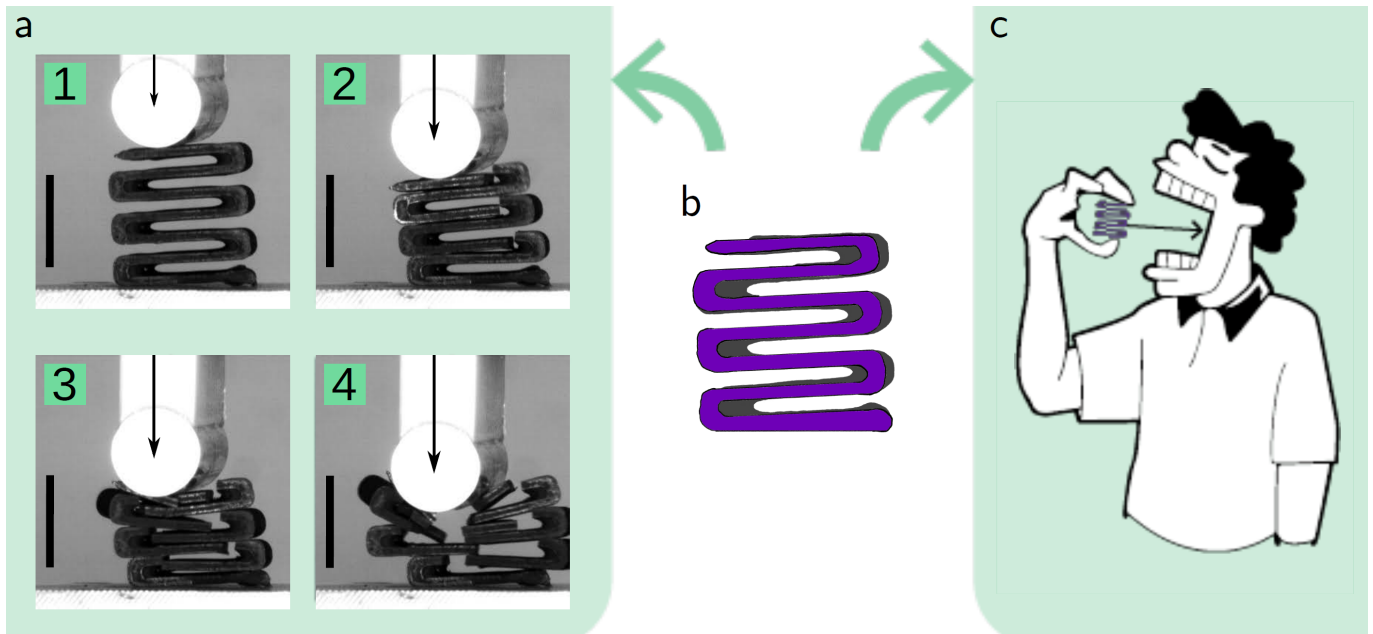
# Het perfecte stukje chocolade

**Het ene eten vinden we lekker, het andere juist niet. De smaak van het voedsel speelt daarbij natuurlijk een belangrijke rol, maar het mondgevoel, en zelfs het geluid dat eten maakt als we erin bijten, bepalen ook of we van een eetervaring genieten. Is het mogelijk om eetbare materialen te ontwerpen die dit genot optimaliseren? Natuurkundigen en voedselonderzoekers laten zien dat dat inderdaad kan.**

In onderzoek dat deze week werd gepubliceerd in *Soft Matter* laten onderzoekers van de Universiteit van Amsterdam, TUDelft en Unilever zien dat het mondgevoel van een eetbare substantie ontworpen kan worden, net zoals dat kan met allerlei andere materiaaleigenschappen. Dat wil zeggen: ze ontwierpen *metamaterialen*, materialen die niet in de natuur voorkomen maar die zorgvuldig in het laboratorium worden geconstrueerd. Het gekozen bouw materiaal was geen hout, beton of glas – de onderzoekers bouwden hun materialen van chocolade.

## Mondgevoel ontwerpen

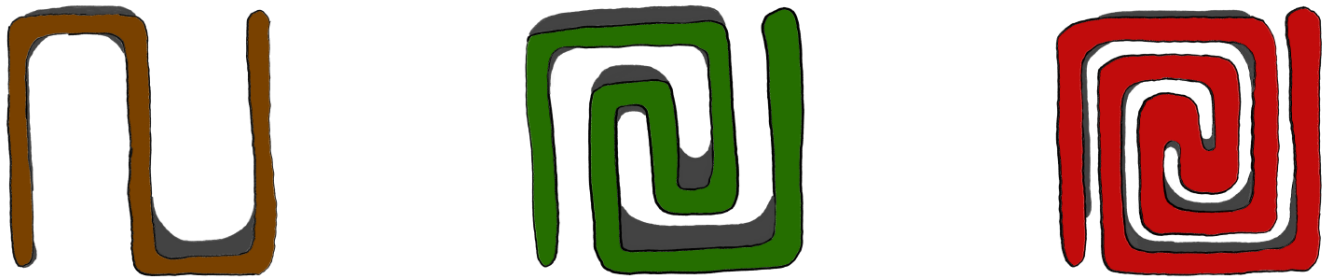
Zoals professionele én amateurbakkers maar al te goed weten, is chocolade geen eenvoudig materiaal om mee te werken. Door het simpelweg op te warmen en weer af te koelen kun je van zachte chocolade getempereerde chocolade maken, die veel brosser is – en omgekeerd. De eerste uitdaging voor de onderzoekers was dus om hun bouw materiaal onder controle te krijgen. Ze deden dat door het eerst voorzichtig op te warmen, wat koude chocolade toe te voegen, het weer af te koelen... en het vervolgens in een 3D-printer te gieten. Daarmee konden ze het chocolademateriaal vrijwel elke vorm geven die ze wilden, en tegelijkertijd ervoor zorgen dat het materiaal altijd dezelfde eigenschappen had.



De eerste vorm van het eetbare materiaal waarmee de wetenschappers experimenteerden was een S-vormig chocolaatje met een groot aantal windingen, zoals in de afbeelding hierboven. Doel was om te onderzoeken hoe dit materiaal zou breken en hoe dat breken in de mond ervaren zou worden. Zoals verwacht hingen de breek eigenschappen sterk af van de richting van 'bijten'. Als de chocolade van bovenaf werd samengedrukt ontstonden er veel verschillende breuken, de een na de ander, maar als de druk loodrecht op de afbeelding werd uitgeoefend ontstond slechts een enkele breuk. Dit werd mechanisch onderzocht, zoals in de linker afbeelding, maar ook door de chocolade te laten proeven aan een panel van 10 - zeer bereidwillige - proefpersonen. Zowel de mechanische tests als het testpanel bevestigden bovendien dat het bijtgemak groter was in de richting die getoond wordt in de afbeelding.

## Hoe meer breuken, hoe beter

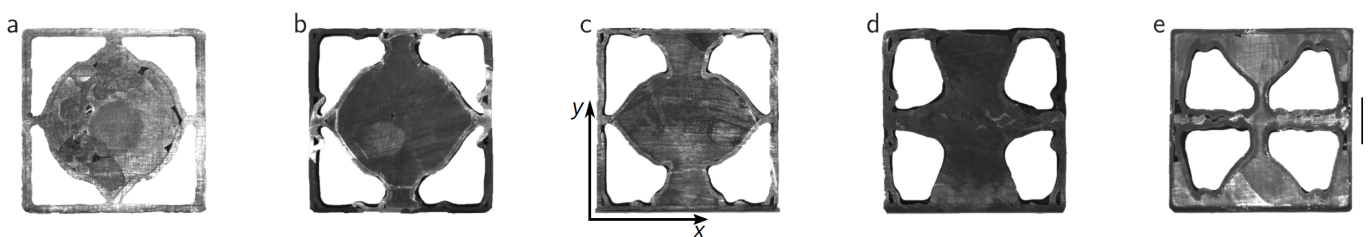
De meeste mensen ervaren knapperig eten in hun mond als prettig - hoe meer breuken, hoe beter. Nadat de onderzoekers hadden laten zien dat een dergelijke ervaring ontworpen kan worden, probeerden ze een aantal verschillende structuren, op zoek naar een structuur waarbij het aantal breuken in het materiaal 'ingeprogrammeerd' kan worden.



Spiraalvormige chocolade metamaterialen zoals die hierboven bleken interessante, regelbare eigenschappen te hebben. Het aantal windingen bepaalt niet alleen rechtstreeks het aantal breuken als het materiaal onder mechanische druk wordt gezet; ook de proefpersonen merkten duidelijk het verschil tussen minder en meer breuken als ze de chocolaatjes aten. Geluidsopnamen toonden bovendien aan dat het geluid dat de chocolade maakte wanneer erin gebeten werd, overeenkwam met het aantal breuken, wat de plezierige eetervaring nog versterkte.

## Het perfecte stukje chocolade

De laatste vraag was natuurlijk: is het ontwerpen van een prettige eetervaring een kwestie van uitproberen, of kunnen plezierig eetbare materialen ontworpen en geoptimaliseerd worden, al vóórdat ze gemaakt worden? De onderzoekers kwamen erachter dat ze met een slim gekozen wiskundig model inderdaad de vorm van chocolade konden optimaliseren, bijvoorbeeld door de weerstand tegen breken te regelen voor verschillende bijtrichtingen. Enkele van de resulterende optimale vormen (voor verschillende bijtkracht) zijn hieronder te zien.



Het ontwerpen van eetbare metamaterialen was niet eerder bestudeerd. Dit nieuwe onderzoek maakt daarmee de weg vrij voor het ontwerp van voedsel dat prettig eetbaar is – en algemener, voor het ontwerp van materialen met een betere interactie tussen mens en materie.

## Publicatie

[\*Edible mechanical metamaterials with designed fracture for mouthfeel control\*](#), André Souto, Jian Zhang, Alejandro M. Aragón, Krassimir P. Velikov, en Corentin Coulais. *Soft Matter*, 2022, **18**, 2910 - 2919.