

# 44 KUNNEN WE MATERIALEN MAKEN DIE DEFECTEN ZELF HERSTELLEN?

*Eeuwenlang probeerde de mens materialen bestand te maken tegen beschadigingen door ze almaar sterker te maken. Sinds kort exploreren materiaalkundigen een andere route: ze proberen materialen te maken die, net als in de natuur, lang meegaan door schade of verval van binnenuit zelf te herstellen.*

In 1635 stelde Galileo Galilei zich in zijn 'Dialogo' een fundamentele wetenschappelijke vraag: 'Waarom valt de boel in duigen?' Ieder materiaal vertoont defecten en verliest na verloop van tijd of onder zware belasting zijn functionaliteit.

Sterke en duurzame materialen zijn essentieel voor moderne vooruitgang. Staal stond aan de basis van de industriële revolutie, plastic maakte goedkope massaproductie



mogelijk, ultra-zuiver silicium was nodig voor de computerrevolutie en zonder duurzame fotovoltaïsche materialen zal grootschalig gebruik van zonneënergie niet mogelijk zijn.

Materialen moeten over specifieke mechanische, chemische en fysische eigenschappen beschikken, maar ze moeten deze vaak ook lang behouden. Tot voor kort was er maar één ontwerpstrategie om materialen betrouwbaar te maken: het optreden van defecten zo lang mogelijk tegengaan door materialen sterker of chemisch inert te maken.

De laatste jaren realiseren materiaalkundigen zich dat de natuur het zelfde ontwerpprobleem doorgaans anders benadert. Planten en dieren maken hun materialen niet zo sterk mogelijk, maar zorgen ervoor dat de onderdelen die het meest degraderen zichzelf kunnen herstellen. Onze huid is niet ultra-sterk maar verjongt zich voortdurend en herstelt kleine beschadigingen. Onze brosse, keramische botten zijn niet zo sterk als staal maar kunnen zich wel herstellen van barsten of kleine breuken.

Om de levensduur van een materiaal te verlengen kiest de natuur dus vaak voor een strategie die kan worden samengevat als 'genezen is beter dan voorkomen'.

## Bio-implantaten

Materiaalkundigen proberen de natuurlijke ontwerpstrategie toe te passen door te zoeken naar manieren om door de mens gemaakte materialen 'zelfherstellend' te maken. Dat is in het bijzonder aantrekkelijk wanneer het erg duur of moeilijk is materialen op andere manieren te vernieuwen of te herstellen.

Elk materiaal is anders, dus de precieze oplossingen zullen er steeds anders uitzien. Alle zelfherstellende materialen moeten echter beschikken over elementen die zich door het materiaal heen naar beschadigde plekken kunnen bewegen, en ter plaatse de schade zo kunnen corrigeren dat de functionaliteit behouden blijft.

Nederlands onderzoek op dit gebied heeft al geleid tot zelfherstellende polymeren waarin chemische verbindingen opnieuw kunnen worden gelegd, tot beton waarin kalk-producerende bacteriën kleine scheurtjes opvullen, tot asfalt dat zichzelf kan 'verjongen' door van binnenuit op te warmen en tot zelfherstellende hittecoatings voor bijvoorbeeld turbines in straalmotoren en energiecentrales.

Nieuwe onderzoeksrichtingen zijn ook het ontwikkelen van zelfherstellende materialen voor gebruik in het menselijk lichaam. Zulke materialen zouden bijvoorbeeld kunnen voorkomen dat patiënten herhaaldelijk operaties moeten ondergaan om versleten implantaten te vervangen. Het menselijk lichaam kent echter strikte randvoorwaarden wat betreft temperatuur, elektrochemische activiteit en giftigheid, wat het ontwerpen van zelfherstellende bio-implantaten uitzonderlijk complex en uitdagend maakt.