

Uw auto wordt een Terminator

Een auto die zichzelf herstelt? Het klinkt ongeloofwaardig, maar de technologie is de sciencefiction voorbij.

Vlaanderen neemt zelfs het voortouw in de ontwikkeling van zelfhelende materialen. **DOOR JOCHEN VANDENBERGH**

Stel, u botst met uw wagen tegen een paaltje. De garagist is de volgende stop. U verwacht namelijk niet dat uw auto zichzelf uitdeukt en eigenhandig de krassen bijwerkt. In de natuur zijn zelfhelende materialen nochtans geen vreemd fenomeen. Denk maar aan gebroken botten of snijwonden in de huid die enkel tijd nodig hebben om te helen. Vandaag zoeken wetenschappers naarstig naar een manier om die reparatie-eigenschappen te kopiëren naar niet-organische materialen. Op YouTube is alvast een filmpje te bekijken waarin wetenschappers van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA een kogel schieten door een plaat van zelfontwikkeld polymeer (plastic). Het polymeer gebruikt de warmte en schokgolven van de afgevuurde kogel om het gat te dichten. Er komt geen menselijke ingreep bij te pas. ‘Wij lopen niet achter op de NASA’, reageert professor Herman Terryn (Vrije Universiteit Brussel) die aan het SIM (Strategic Initiative Materials) het onderzoek naar zelfhelende coatings leidt. ‘Vlaanderen speelt zelfs een voortrekkersrol in het onderzoek naar zelfhelende materialen.’

De technologie lijkt weggelopen uit Terminator 2. In die film is een robot van kwik moeilijk kapot te krijgen omdat het kwik telkens weer samenvloeit.

Herman Terryn: In die film wordt vloeibaar kwik inderdaad voorgesteld als een zelfhelend metaal. En het is lang niet het enige materiaal dat die eigenschap van nature heeft. Denk maar aan boetseerleklei. Trek het uit elkaar, prak het terug samen en de klei vormt opnieuw één geheel waarbij de scheuren niet te zien zijn. Het nadeel van die materialen is dat ze geen kracht hebben. We bouwen geen huizen uit klei of auto's uit kwik. Maar in ons onderzoek naar zelfherstellende materialen laten we ons wel inspireren door dergelijke natuurlijke verschijnselen. Vandaag beschouwen we de meeste materialen als een dood gegeven. Kapot betekent: einde levens-

duur. Terwijl het menselijk lichaam bijvoorbeeld aan *damage control* doet. Bij een wonde of een breuk schieten bepaalde moleculaire systemen onmiddellijk in actie. Op microniveau is er veel beweging, wat noodzakelijk is voor het herstel. Ons onderzoek, gesteund door het SIM (een initiatief van de Vlaamse overheid, nvdr.) is erop gericht die mobiliteit in te brengen in polymeren, beton en coatings. Terwijl de klassieke materialenleer gericht is op het zo sterk mogelijk maken van het materiaal, en er dus net voor te zorgen dat er zo weinig mogelijk beweeglijkheid is.

Anderen lijken jullie voor. YouTube toont al filmpjes van zelfherstellende rekkertjes en modellen voor zelfherstellende ruimteschepen.

Terryn: Er zijn al een aantal concepten, maar de technologie is nog lang niet perfect. Het probleem met de bestaande demonstranten is dat het zelfhelende vermogen de andere eigenschappen van de materialen soms verstoort. Het rekkertje van rubber, bijvoorbeeld, kan zijn rekbaarheid verliezen en het metaal zijn trekkracht. De uitdaging is de zelfhelende concepten in te bouwen zonder in te boeten aan de andere eigenschappen van het materiaal. Natuurlijke materialen zijn superieur op het niveau van herstel, terwijl kunstmatige materialen vaak veel vaster en sterker zijn. Met nanotechnologie proberen we structuren te *designen* die de eigenschappen combineren. Wat die compatibiliteit betreft, leveren we hier in Vlaanderen en Nederland baanbrekend werk.

Wanneer rollen de eerste zelfherstellende materialen dan van de band?

Terryn: Vandaag bestaan er al skibrillen waarop de krasjes onder invloed van warmte zelf verdwijnen. Op basis van datzelfde principe bracht Nissan een wagen uit die maar in de zon hoeft te staan om de krassen te verwijderen. En in Nederland werd eind vorige jaar op de A58 bij Vlissingen 400 meter zelfherstellend asfalt aangelegd als proefpro-



ject (*zie kader*). De eerste toepassingen zitten er dus aan het komen, maar er is nog een flinke weg af te leggen. Een van de knelpunten is het potentieel om meermaals te helen. Eén kras op de wagen gladstrijken is haalbaar, maar als de wagen vol krassen staat, werkt de technologie niet meer naar behoren. Bovendien werkt het meestal enkel op een zwarte laklaag vanwege de absorptie van warmte.

Een andere moeilijkheid is ervoor te zorgen dat de technologie ook groen is. Om metalen corrosiebestendig te maken, gebruikt men bijvoorbeeld chromaatpigment. Dat werkt heel goed en is combineerbaar met de zelfherstellende eigenschappen voor polymeren, maar chromaat is ook kankerverwekkend. We moeten dus op zoek naar iets anders. De grote doorbraak zou zijn als we een soort centraal zenuwstelsel in de materialen konden inplanten, waardoor we ze kunnen monitoren en moleculen of atomen naar de plaats van de schade kunnen sturen. Maar daar zijn we nog heel ver vandaan. Al is ons onderzoek ondertussen wel al uit zijn academische cocon gebroken en



DE ZELFHERSTELLEDE AUTO 'CHRISTINE'
Het automerk Nissan bracht een wagen uit die maar in de zon hoeft te staan om de krassen te verwijderen.

heeft het de interesse van de industrie gewekt. Bedrijven als Arcelor Mittal, Bekaert, Recticel en Umicore steunen ons. Je kunt gerust zeggen dat er in de bedrijfswereld een heuse hype aankomt rond zelfherstellende materialen. Dat kan het onderzoek in een versnelling brengen.

Is de technologie voor elk materiaal dezelfde?

Terryn: Nee, er zijn autogene en niet-autogene systemen. Autogene systemen hebben geen externe stimulus nodig om te helen. De *selfhealing agent* zit ingebakken in het materiaal. Bij beton en asfalt wordt er bijvoorbeeld geëxperimenteerd met bacteriën (zie kader). De niet-autogene systemen hebben wel een uitwendige stimulus nodig om te helen. Een voorbeeld is de Nissan die zichzelf krasvrij maakt met zonlicht of een andere warmtebron. Die externe prikkel die het helingsproces op gang brengt, kan ook licht zijn, of water. Eigenlijk is het net zoals bij het menselijk lichaam. Het lichaam kan veel blessures zelf helen, maar niet allemaal. Dan moet je naar de dokter, die medicatie of een andere externe stimulus voorschrijft.

In welk domein mogen we de eerste toepassingen op grotere schaal verwachten?

Terryn: Moeilijk te zeggen, want het onderzoek kan nog alle kanten uit. De technologie is erg wenselijk in de ruimtevaart omdat herstellingen daar moeilijk uit te voeren zijn. De NASA doet daar niet voor niets onderzoek naar. Ook in de luchtvaart zie ik veel voordelen. Een scheur in een vleugel dicht onmiddellijk vanzelf. En wat met windturbines? Het zou toch makkelijk zijn als we niet voor elke barst en kloof naar boven hoeven te klimmen, en dat het materiaal zichzelf herstelt. Ook naar zelfherstellend glas wordt onderzoek gedaan. De mogelijkheden daarvan hoef ik u niet te vertellen, maar dat onderzoek staat nog in de kinderschoenen. Glas is niet erg geschikt als zelfherstellend materiaal. Ik verwacht over enkele jaren de grootste successen bij polymeren omdat dat materiaal is waar de beweeglijkheid het makkelijkst kan worden ingebracht. De toepassingen zijn eigenlijk legio zolang de zelfhelende eigenschap combineerbaar is met de andere eigenschappen van het materiaal, en ook voldoet aan andere eisen zoals volksgezondheid.' 

Bacteriën als bouwvakkers

Is het binnenkort afgelopen met lange files doordat aannemers putten in de snelweg moeten dichten? De eerste tests zijn positief.

Aan de Universiteit Gent wordt in het kader van een programma binnen het SIM (Strategic Initiative Materials) volop gewerkt aan zelfhelend beton. Het meest opmerkelijke spoor dat daarbij wordt gevolgd is dat met bacteriën die als slapend organisme in het beton worden gemengd. 'Bij een scheur in het beton komen lucht en water tot bij de bacteriën', legt professor Nele De Belie uit. 'Dat schudt de bacteriën wakker, waarna ze calciumcarbonaat, bekend als kalksteen, aanmaken en de scheuren in het beton dichten.' Vooral in de wegenbouw en voor moeilijk bereikbare constructies zou dat biobeton een kleine revolutie betekenen. De putten, scheuren en andere winterschade op de Belgische wegen zijn bijvoorbeeld een jaarlijks terugkerend fenomeen. Betonbacteriën lossen dat probleem op omdat ze de kleinste scheur meteen dichten. Het water kan niet verder insijpelen en betonrot krijgt geen kans. 'Water bevriest en zet met een enorme kracht uit, waardoor het beton verder openscheurt', vertelt De Belie. 'Het strooizout lekt vervolgens samen met het water verder in de betonconstructie en de wapening roest. Het gevolg is dat het beton wordt opengerukt. Het komt er dus op aan om onmiddellijk het kleinste gaatje te dichten. Behalve een project met bacteriën hebben we er ook een met polymeren lopen. Die zitten ingekapseld in het beton. Wanneer het beton scheurt, komen de polymeren met elkaar in contact en dichten ze de scheur.' In Nederland werd eind vorig jaar op de A58 nabij Vlissingen 400 meter weg aangelegd met zelfhelend asfalt. Uit de eerste tests lijkt het proefproject geslaagd. Het wegdek heeft de vrieskou doorstaan. De Belie: 'Qua zelfhelend beton lopen wij op een aantal vlakken voorop, maar de toepassingen zijn nog niet voor volgend jaar.'