

Inspiratie van bekerplanten en zandkasteelwormen

Verslag NWG Wageningen-lezing 'Kunst van het afkijken' door polymeerchemicus Marleen Kamperman, hoogleraar Polymer Science bij Health Technology Research & Innovation Cluster, Rijksuniversiteit Groningen

- dinsdag 7 maart 2023, Forum, Wageningen Campus

- door Gert van Maanen

'Planten en dieren bieden allerlei inspiratie voor toepassingen, maar mijn belangstelling gaat vooral uit naar de materiaalkunde. Hoe de structuur van polymeren aan het oppervlak kan zorgen voor specifieke eigenschappen op het gebied van kleven, wrijving of zelfs kleur. Deze vlinder dankt zijn blauwe kleur bijvoorbeeld niet aan pigmenten, maar aan structuurkleur. De kleur is het gevolg van selectieve weerkaatsing van golflengten licht door de structuur van het vleugeloppervlak', vertelt Marleen Kamperman in de inleiding van haar lezing vol voorbeelden van 'evolutionaire uitvindingen' door organismen die inspiratie bieden voor biomedische of industriële toepassingen. Dat is niet altijd eenvoudig zo leert het voorbeeld van het zelfreinigende lotusblad, waarop regendruppels een bolvorm aannemen en van het blad afglijden zonder dat het bladoppervlak nat wordt. 'Dat lotuseffect heeft meer met structuur dan met chemie te maken. Dat is zichtbaar te maken door met een elektronenmicroscop in te zoomen op de haartjes. De structuur hiervan zorgt ervoor dat druppels een bolvorm aannemen. Toch blijkt dat niet simpel te vertalen naar een auto die vanzelf schoon wordt. Het is niet robuust genoeg, in de natuur is dat geen probleem, maar voor zo'n specifieke toepassing wel', constateert Kamperman.

Een andere inspiratiebron zijn bekerplanten die zo'n glibberig oppervlak weten te creëren dat insecten uitglijden en onderin de beker belanden. 'Qua structuur heeft zo'n glijbaan een oppervlak met heel veel grote en kleine groeven. Daar krijgt water geen grip op en er ontstaat een soort aquaplaning', vertelt Kamperman. Een filmpje toont aan dat toepassing in ketchupflessen er voor zorgt dat zo'n fles veel sneller leegloopt dan gewone ketchupflessen. 'Een andere toepassing is het voorkomen van ijsafzetting op rotorbladen van windmolens, door hierop een coating aan te brengen. Daarnaast wordt er ook gewerkt aan biomedische toepassingen', weet Kamperman. Een ander voorbeeld is het patroon aan haartjes op de pootjes van gekko's, die juist zorgen voor extra hechting, waardoor deze hagedissen zonder probleem aan de muur of het plafond kunnen hangen en lopen. 'Als je dat op microscopisch niveau bekijkt zie je dat het komt door de microstructuur van de haartjes, er zijn er heel veel van en ieder haartje van zo'n 10 nanometer dikte bezit aan het uiteinde een soort spatel. Het werkt dus niet als een vacuüm of zuignap, maar omdat de haartjes heel nauw contact maken met het hechtoppervlak', legt Kamperman uit. Dat is ook logisch, omdat het te maken heeft met Van der Waals-krachten, die veel meer adhesie opleveren naarmate de afstand tussen objecten kleiner wordt. 'Dat is ook de reden dat het in het begin lastig is om vastzittend plakband los te trekken, maar als er eenmaal afstand ontstaat het steeds makkelijker wordt'.

Ze waarschuwt wel dat er bij toepassingen vrijwel altijd meer bij komt kijken dan op het eerste oog het geval lijkt. 'Zo gaat bij gekko's niet alleen om de haartjes, maar maken ze ook een specifieke spierbeweging om hun pootjes vast te zetten. Een tweede les is dan ook meteen dat je omgekeerd soort beweging nodig hebt om ook weer los te kunnen laten. Dat is allemaal niet zo makkelijk na te maken', aldus Kamperman. Een algemene stelregel is dat de hechting groter is naarmate de objecten kleiner zijn. Een vliegje en spinnetje zijn er dus beter in dan een hagedis. Bij het vermogen weer los te laten speelt de 3D-structuur een belangrijke rol, omdat het een grote invloed heeft op de verdeling van de spanning over het oppervlak. Zo zijn er oppervlakken die bij een klein beetje druk juist zorgen voor goede hechting en bij het toepassen

van stevige druk juist loslaten. Een mooie toepassing van de hechtingsprincipes is een plukrobot, die bijvoorbeeld tomaten kan optillen, oppakken en ook weer loslaten.

Na de pauze staat de lezing van Kamperman in het teken van 'natte toepassingen', geïnspireerd op polymeren die aquatische dieren uitscheiden. 'Zo maakt een mossel onder water hechtdraden die zowel sterk als flexibel zijn. De draden zijn bijvoorbeeld uit te rekken en dat zijn heel gewenste eigenschappen in de polymeerwereld.' De manier waarop een mossel zo'n draad maakt is uiterst ingenieus. Het aminozuur DOPA is er bij betrokken en de zuurgraad neemt toe als de draad in contact komt met zeewater. Productieomstandigheden die niet simpel in het lab zijn te imiteren. Dit geldt ook voor de bijzondere manier waarop fluweelwormen - in het regenwoud levende vertegenwoordigers van de klauwtjesdragers of Onychophora - hun prooien vangen, bewijst een filmpje dat Kamperman laat zien. De fluweelworm spuugt een soort watergoedje naar een prooi dat vervolgens vast en plakkerig wordt, waardoor het als een soort lasso functioneert. Iets vergelijkbaars doen zandkasteelwormen, die onder water kokervormige huisjes maken door met superlijm zandkorrels en stukjes schelp aan elkaar te plakken. 'Het bijzondere is dat ze hierbij twee polymeren mengen die tegengesteld geladen zijn. Die zijn afzonderlijk oplosbaar in water, maar kennen na menging een fasescheiding. Ze harden uit door de zuurgraad van het zeewater of door blootstelling aan zuurstof', legt Kamperman uit. In zekere zin zijn ze daarmee vergelijkbaar met tweecomponentenlijm, maar toepasbaar onder water. Dit brengt volgens haar maritieme of medische toepassingen binnen handbereik. 'Zo kun je denken aan het afdichten van beschadigd longweefsel bij COPD-patiënten of het vastplakken van algen in de kweek van zeewier', aldus Kamperman. 'Als wij ook mensen het onder water plakken goed leren beheersen, gaat er een hele wereld open.'

