

W. Schuster 10.01.09

# Moleculair spieken bij de natuur

“Termieten behoren tot de Isoptera, letterlijk de ‘gelijkvleugelen’, een van de oudste orden binnen de klasse van de insecten. Ze ontstonden zo’n 200 miljoen jaar geleden, wellicht nog voor de dinosauriërs, en zijn het meest verwant met kakkerlakken. Als je wereldwijd het gewicht van alle mieren en termieten zou optellen, kom je bij benadering aan 10 % van de dierlijke biomassa op deze planeet. Mieren zijn de grootste vijanden van termieten. Termietenhopen die soms tot 9 meter hoog kunnen worden, herbergen een paar miljoen inwoners. Er heerst een hoge temperatuur en een vochtigheid van meer dan 90 %. Dit microklimaat wordt op peil gehouden door een ingenieus ventilatiesysteem waarbij tocht door de gangen circuleert en vocht onttrokken wordt aan de ondergrondse, vaak afgelegene wateraders.” Met dit citaat uit de roman *De Plaag* van **David Van Reybrouck** beëindigen we deel 4 (Koevoet 144) van de reeks over bioklimatische architectuur. Zonder dat we het zelf goed beseften waren we, in al onze onschuld en grenzeloze naïviteit, in de biomimetica gesukkeld.

In tegenstelling tot de industriële revolutie, leidt de biomimeticarevolutie een tijdperk in waar ‘wat wij van de natuur kunnen leren’ aan de basis ligt. ‘Doen zoals de natuur het doet’ heeft het potentieel om de manier te veranderen waarop wij ons voedsel kweken, materialen vervaardigen, energie opnemen, onszelf genezen, informatie opslaan en zaken doen. In een biomimetische wereld zouden wij dingen vervaardigen zoals de dieren en de planten dat doen. Door natuurlijke processen aan te wenden kunnen wij ceramiek, plastic, chemicaliën en vezels vervaardigen die terug in de natuur opgenomen kunnen worden. De bewuste navolging van het genie van de natuur is een overlevingsstrategie voor het menselijk ras, een weg naar ons voortbestaan en onze toekomst.

## Wijsheid in actie

Tegenwoordig worden onze producten vervaardigd volgens de zoge-

naamde methode van *heat, beat and treat* (verhitten, kloppen en behandelen). Neem nu kevlar, het hightech materiaal voor flakjasjes of kogelwerende vesten. Niets is sterker of taaier. Maar hoe maken we het? We gieten van petroleum afgeleide moleculen in een onder druk gezette ton van zwavelzuur en koken het op enkele honderden graden. Dan zetten we er een hoge druk op en persen de vezels eruit. Het energieverbruik is extreem hoog en het toxisch bijproduct afschuwelijk. De natuur benadert dit op een andere manier. Er zijn organismen die in hun eigen lichaam materialen aanmaken zoals collageen of zijde, zonder dat *heat, beat* en *treat* nodig zijn. Een spin produceert waterafstotende zijde die kevlar ver achter zich laat wat betreft taaierheid en elasticiteit. Het is zelfs vijf maal sterker dan staal! Maar de spin vervaardigt het in water, bij kamertemperatuur, zonder hitte, chemicaliën of druk. Nog beter, de spin heeft geen petroleum

nodig. Ze heeft vliegen en krekels aan de inputzijde en produceert dit mirakelmateriaal aan de outputzijde. De spin kan zelfs haar oude web opeten en er een nieuw mee maken. Wat een potentieel zou dit betekenen voor onze vezelindustrie? Hernieuwbare grondstoffen, fantastische weefsels en bijna geen energie of afval! Het spreekt voor zich dat wij veel kunnen leren van een organisme dat al 380 miljoen jaar zijde fabriceert. De organismen hebben altijd gedaan wat moest zonder aardolie te gebruiken, de planeet te verontreinigen of hun toekomst in het gedrang te brengen. Welke voorbeelden kunnen we nog aanhalen? Als we de natuur gebruiken als een soort filter zullen we nooit genen van het ene organisme naar het andere overdragen. We zouden nooit groeigenen van een zoogdier aanbrengen in een aardappelplant. Biomimetica stelt als vuistregel: als het niet in de natuur kan gevonden worden, is daar waarschijnlijk een



DE PLANTENZAADJES VAN HET KLISKRUID HEBBEN WEERHAAKJES DIE ZICH VASTHAKEN AAN STOF OF PELS VAN PASSANTEN. ZE LEVERDEN DE INSPIRATIE VOOR HET ONTWERP VAN KLITTENBAND, HET WERELDBEROEMDE VELCRO.

heel goede reden voor. Natuurlijke selectie is wijsheid in actie. Wellicht de goede houding om de oprukkende nanotechnologie te beoordelen.

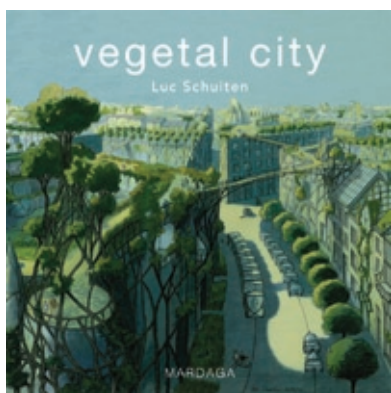
## Velcro

Op een mooie zomermiddag in 1948 wandelde de Zwitserse ingenieur **Georges de Mestral** (1907 – 1990) met zijn hond in de bergen. Bij thuiskomst ontdekte hij dat er in de vacht van zijn hond en aan zijn eigen broekspijpen honderden plantenzaadjes van de artium lappa of grote klit, ook kliskruid

genaamd, waren achtergebleven. Uit nieuwsgierigheid onderzocht hij ze onder de microscoop. Ze bleken over talloze weerhaakjes te beschikken. *“Eureka!”*, riep hij. *“Als ik een materiaal maak met stevige haakjes, zoals deze zaadjes, en een materiaal met zachte lusjes, zoals de stof van mijn broekspijp, dan vormen ze samen een revolutionair afsluitmechanisme!”* de Mestral vroeg direct patent aan op zijn uitvinding. Het duurde niet lang of klittenband (beter gekend als velcro, een combinatie van velvet en crochet) veroverde de wereldmarkt. Een prachtige elektronenmicro-

scoopopname van onder andere het biomimeticaproduct velcro vind je terug op <http://ngm.nationalgeographic.com/2008/04/biomimetics/clark-photography>.

Concepten uit de natuur dienen al sinds mensenheugenis als voorbeeld voor technologische ontwerpen. **Leonardo da Vinci** liet zich door vogels en vleermuizen inspireren voor zijn futuristische vliegmachines en **Gustave Eiffel** baseerde zijn Eiffeltoren op de interne structuur van de menselijke heup. De laatste decennia hebben steeds meer principes uit de natuur een technologische toepassing gekregen. De natuur, zo realiseren we ons, heeft ontelbare concepten voortgebracht die alles overtreffen wat mensen ooit zouden kunnen bedenken. Door miljoenen jaren van natuurlijke selectie bleven alleen de meest vernuftige en efficiënte oplossingen over. Likkebaardend proberen ingenieurs, wetenschappers en het bedrijfsleven de natuurlijke principes toe te passen. Het is de kunst het beste van de natuur te combineren met het beste van de technologie.



## Vegetal City: het boek

De tentoonstelling mag dan haar deuren in het Brusselse Jubelpark definitief gesloten hebben, de ideeën die er aan ten grondslag lagen zijn allerminst dood en begraven. Driewerf integendeel. In het boek *Vegetal City* duiken alle tekeningen op die architect/stripauteur **Luc Schuiten** gebruikt om zijn utopie van groene steden gestalte te geven. Met de natuur als uitgangspunt ontwerpt hij de steden van de toekomst met behulp van technologieën die we vandaag nog niet kennen. Maar zoals iedereen weet die zijn video- of, nog erger, cassettespeler/recorder naar het containerpark vergezeld met tranen in de ogen: technologie evolueert. Het is dus ook een kwestie van prioriteiten. Van financiële en intellectuele middelen. Hoe sterk moet de natuur nog in de verdrukking komen vooraleer we er collectief echt iets aan willen doen? *“Verandering komt er pas wanneer we zelf op directe wijze geconfronteerd*

*worden met de gevolgen van onze daden. Wanneer onze reserves aan fossiele brandstoffen uitgeput zijn, bijvoorbeeld”*, aldus Luc Schuiten in de ecospecial van *De Morgen Magazine*. Laat die piekolie maar komen. Onze steden zullen er enkel op vooruitgaan.

Vegetal City, Luc Schuiten, Anne-Catherine Labrique, uitgeverij Mardaga, 2009, formaat 24 x 24 cm, 144 blz., 29 euro, ISBN 9782804700126, te bestellen via [www.mardaga.be](http://www.mardaga.be)

## Natuurlijk versus synthetisch

Een ander voorbeeld van biomimetica is het ontwerp van de Japanse hoge snelheidstrein *Shinkansen*. Wanneer die een tunnel inreed, ontstond er een enorme luchtdruk. Een van de bouwers was ornitholoog. Voor het ontwerp van de neus voor de *Shinkansen* keek hij naar de ijsvogel wanneer die in het water duikt. Maar de natuur biedt veel meer. Er zijn geen afvalstoffen in de natuur: afval van de ene soort vormt de grondstof voor de andere. CO<sub>2</sub> wordt in koraalriffen opgeslagen. De natuur verbruikt bovendien enkel lokale grondstoffen en planten leven van zonne-energie. Natuurlijke gifstoffen, die planten en dieren als wapen gebruiken, zijn snel biologisch afbreekbaar. Door de mens geproduceerde synthetische moleculen verontreinigen eeuwenlang de bodem. Onze industriële, financiële en burgerlijke systemen zijn dikwijls het tegengestelde van de biologische voorschriften. Er zijn nu voldoende

behoeften te voldoen. Zo leerden de Eskimo's in Noord-Amerika van de ijsbeer hoe ze hun iglo's moesten bouwen en gebruikten ze zijn pels om zich warm te houden. Amazone-indianen observeerden hoe de gifkikker zijn prooi doodde. Ze brachten dit gif aan op hun pijlen. Deze volkeren leefden in harmonie met hun natuurlijke omgeving en respecteerden de biologische wetten. Sommige van deze culturen hebben zich 20.000 jaar lang kunnen handhaven. Misschien is de sleutel van hun overleving wel het feit dat zij er een gewoonte van maakten om hun beste ideeën uit de natuur te halen. Het is noodzakelijk dat ook wij de natuur navolgen om op lange termijn de overleving van de mensheid te garanderen. Om onze industriële, financiële en burgerlijke systemen te herscheppen, moeten wij ons afvragen: *“Als de natuur een systeem zou creëren met de diensten en functies die wij verlangen, hoe zou zij het dan doen?”* Wat we nu zien is dat biomimetica terug opduikt na een lange, drieste leegte gedeeltelijk teweeggebracht door de era van ‘beter leven door de

stilistische esthetiek. Hedendaagse steden vinden hun oorsprong in de arrogante houding van de mens tegenover de natuur waarvan we nu de nadelige gevolgen ondervinden. Het begint al in onze kindertijd. Denk maar aan de tekeningen van huisjes met dezelfde punttaken



EEN SPIN PRODUCEERT WATERAFSTOTENDE ZIJDE DIE KEVLAR VER ACHTER ZICH LAAT WAT BETREFT TAAIHEID EN ELASTICITEIT. HET IS ZELFS VIJF MAAL STERKER DAN STAAL!

en schoorstenen, met geranium bloembakken voor de vensters. We worden geïndoctrineerd met een vastomlijnd beeld van middelmatige architectuur die een print achterlaat in ons geheugen. We kunnen dit

## “Door miljoenen jaren van natuurlijke selectie bleven alleen de meest vernuftige en efficiënte oplossingen over.”

bewijzen dat wij te ver gaan met het verleggen van grenzen. Nu de beperkingen van de natuurlijke bronnen zichtbaarder worden, wordt er wereldwijd gezocht naar oplossingen om ons voortbestaan te kunnen garanderen. Het is nochtans niet altijd zo geweest. Door hun hechte en intieme band met de natuur volgden prehistorische en inheemse volkeren nauwkeurig de biologische wetten. Deze culturen observeerden en leerden van de organismen in hun omgeving om aan hun levens-

chemie'. Sinds de opkomst van de petrochemie kunnen we synthetisch stoffen samenstellen. We begonnen waarlijk te geloven dat we de natuur niet nodig hadden, dat we beter waren en alles beter konden.

### Vegetal city: de stad van nu en morgen

Evolutionaire architectuur baseert zich op een ecologische en productieve benadering van het bouwproces die niet gebonden is aan enige

vooropgestelde beeld doorbreken door onszelf in te lichten en kennis te verwerven die aangepast is aan de 21ste eeuw. Visionair kunstenaar-architect **Luc Schuiten** droomt van een groene stad waar de grens tussen natuur en cultuur vervaagt. Luc Schuiten houdt niet van onze moderne steden. In plaats van kritiek te spuien en te wijzen op alles wat fout loopt, schiept hij toekomstige steden waar het wel goed is om in te wonen. Zijn utopische steden tonen ons een positieve kijk op de toe-

## ICT-biomimetica: buigzame glasvezels

Een sterk staaltje van biomateriaalkunde vinden we op de bodem van de diepzee. Daar leeft een tere spons die wetenschappers van *Bell Labs*, onderdeel van ICT-gigant *Lucent Technologies*, versteld deed staan. Deze spons, het venusmandje, vormt een koker van zo'n twintig centimeter lang en twee tot vier centimeter doorsnede. De koker bestaat uit ragfijne glasvezels. "Het bijzondere aan deze vezels is dat ze ongelooflijk buigzaam zijn," vertelt Bell Labs-onderzoekster **dr. Joanna Aizenberg**. "Kunstmatige glasvezels zijn bros en breken snel, maar in deze natuurlijke vezels kun je zonder problemen een knoop leggen." Dat is interessant voor telefonie- en internettoepassingen waar meer en meer gebruik wordt gemaakt van glasvezelkabels, maar waar de breekbaarheid een groot probleem blijft. "Het geheim van het venusmandje," vervolgt Aizenberger, "is dat de vezel is opgebouwd uit dunne laagjes siliciumoxide afgewisseld met laagjes organisch materiaal. Die laminaire opbouw zorgt ervoor dat kleine scheurtjes, als ze al voorkomen, zich niet verder uitbreiden."

De wetenschappers proberen te ontfalen hoe het venusmandje deze kraakheldere glasvezels kan maken bij normale temperaturen. De industrie kan dat alleen bij extreme hitte, wat duur en vervuilend is. Maar waarvoor heeft een diepzeespons eigenlijk glasvezels nodig? Ook dat is een sterk staaltje van evolutie. Elke spons biedt onderdak aan een paartje lichtgevende garnalen, die de cilinder binnenzwommen toen ze nog klein genoeg waren om door de mazen te geraken. Eenmaal volwassen kunnen de geliefden hun venusmandje nooit meer verlaten, maar beide partijen profiteren hiervan. De spons geleidt het licht dat de garnalen uitzenden en vormt zo een lichtgevend baken in de donkere diepzee. Dat trekt plankton aan, waar de waard en zijn gasten van leven. Het venusmandje staat in Japan symbool voor een huis waarin eeuwige liefde kan groeien en wordt daarom gebruikt als huwelijksgeschenk.

komst. Dat mag wel eens als tegengif voor de niet aflatende stroom alarmerende en onheilspellende boodschappen over de toestand van onze planeet. Schuiten koppelt zijn verbeelding aan zijn vakmanschap als architect en creëert langdurige stedenbouwkundige mutaties. Via zijn ontmoeting met de bioloog **Gauthier Chapelle** en diens werk binnen de vereniging *Biomimicry Europa* kreeg zijn intuïtieve, schepende benadering extra ondersteuning. Dit werd de theoretische fundering van zijn eigen bouwstijl die hij 'archiborescentie' noemt, een samentrekking van architectuur en arborescense. Dit neologisme slaat op een architectuur die vooral gebruik maakt van organische, levende vormen en door de natuur geïnspireerde bouwmaterialen. Een ecologie die echt het verschil maakt. In zijn boek *Vegetal city* laat Schuiten in opeenvolgende tekeningen een Brussels straatbeeld evolueren van 1850 tot 2150. We zien Brussel groener en groener worden. De architect heeft niet enkel aandacht voor gebouwen, maar ontwerpt ook nieuwe, speelse

vervoermiddelen: rupsklikwagens, tractainers, cyclo's, klapwiekvliegers,... In zijn gedroomde biografie laat Luc Schuiten zichzelf verongelukken in 2035 tijdens een testvlucht met zo'n klapwiekvlieger.

### Habitabres city

Schuiten ontwikkelde één van zijn utopische projecten *Habitabres city* in een geherstructureerd woudmilieu. De woningen in deze stad zijn opgebouwd uit een vegetaal vlechtwerk, gevormd door de wortels van een *Ficus nymphaeifolia* die zich vasthechten aan een steunboom. De buitenwanden van de woningen zijn vervaardigd uit biotextiel, vergelijkbaar met de cocons van zijderupsen of spinrag. Deze semi-transparante materialen kunnen ook zonne-energie opvangen. Het verkeer in de stad circuleert via loopbruggen opgehangen boven de weilanden. Dit biedt het voordeel dat de natuurlijke cycli niet worden verstoord. De grond blijft zacht en kan altijd worden geïrrigeerd. De steunbomen worden voorzien van

voedingsstoffen op basis van de ontbinding van organisch afval. De inwoners zijn geen consumenten maar participanten in het ecosysteem. Het beheer hiervan leidt tot ieders ontplooiing en garandeert een duurzame ontwikkeling van de stad. De buitenwanden die de gevels van de boomwoningen vormen, bestaan uit een huid op basis van heldere, transparante proteïnes, geïnspireerd op de chitine van de vleugels van libellen. De nachtverlichting steunt op bioluminescentie, in nabootsing van de natuurlijke processen van glimwormen of bepaalde diepzeeevissen. De natuurlijke ventilatie van de gebouwen werkt volgens het model van de termietenheuvels. En zo zijn we weer bij het begin van ons verhaal.

Willy Lievens

Bronnen:

[www.biomimicry.org/faq\\_text.html](http://www.biomimicry.org/faq_text.html)

[www.rdg.ac.uk/Biomim/nzradint.htm](http://www.rdg.ac.uk/Biomim/nzradint.htm)

Tentoonstelling *Vegetal City*, Jubelpark Brussel, [www.vegetalcity.net](http://www.vegetalcity.net)