



De harde schelp heeft mogelijk vele oplossingen voor onze problemen voor handen.

Flora en fauna als bron van inspiratie

De natuur als architect

Daan Bruggink

Nu het tijdperk van fossiele brandstoffen ten einde loopt, zal de architectuur op zoek moeten naar een nieuwe manier van bouwen. Het zal een architectuur moeten zijn die streeft naar de meest functionele, efficiënte en economische manier van bouwen die vervuiling en materiaalverspilling minimaliseert. Daarbij kunnen we ons laten inspireren door de natuur. De bolvormige cactus, de Indische Lotus, de Zeeoor en de termiet geven al eeuwenlang het goede voorbeeld.

Alle levende materie om ons heen is door de evolutie op de meest functionele, de meest efficiënte en meest economische manier ontstaan. De evolutie elimineert immers door selectiedruk rudimentaire onderdelen, waardoor kostbare energie en grondstoffen niet worden verspild. Er is een relatief nieuwe wetenschap, overgewaaid vanuit de Verenigde Staten, die zich laat inspireren door de natuur. Deze wetenschap heet biomimicry (bios is Grieks voor leven en mimesis is Grieks voor imitatie): innovatie geïnspireerd door de natuur. Het accent ligt hierbij niet op het visueel kopiëren van natuurlijke elementen, maar op het daadwerkelijk inspiratie halen uit deze natuurlijke 'ontwerpen'. Hier wordt lering uit getrokken zodat ze kunnen worden toegepast in onze manier van leven en bouwen.

Janine Benyus schreef in 1997 in haar boek 'Biomimicry: Innovation Inspired by Nature' voor het eerst over biomimicry. Zij heeft een tiental grondbeginselen opgesteld. Zo belooft de natuur samenwerking en maakt zij dat symbiotische samenwerking slaagt. Zij ontwikkelt diversiteit van mogelijkheden om de beste oplossing of overleving te vinden. De energie die de natuur gebruikt, haalt ze slechts uit de zon en andere natuurlijke bronnen en ze gebruikt alleen de energie die ze nodig heeft. Per definitie haalt de natuur het maximale uit alles. Waarom zou je immers kostbare energie en materialen gebruiken voor nutteloze onderdelen? Dit heeft tot gevolg dat in de natuur de vorm zich altijd naar de functie richt en onnodig gebruik wordt voorkomen.

Biomimicry in architectuur is dus veel meer dan een natuur-



Samarkand, Oezbekistan



Džān Gavenda

Duidelijke gelijkenis met de bolcactus.

De bolcactus (*Echinocactus grusonii*)

lijke vormkeuze of inspiratiebron. Het biedt een prachtige architectuurvorm; een ontwerp gebaseerd op natuurlijke functies krijgt per definitie natuurlijke vormen en uitstraling. Bovendien heeft biomimicry de potentie om oplossingen te bieden op het gebied van materiaal- en middelenbesparing, op het gebied van (nieuwe) energievormen en energiebesparing en op het gebied van kostenbesparing, tijdens de bouw, tijdens het gebruik en tijdens de sloop. Een architectuur die gebaseerd is op de natuur. Een architectuur die net als de evolutie noodgedwongen werkt op een zo efficiënt, functioneel en economisch mogelijke manier. Een architectuur zonder esthetiek. Natuur heeft immers geen esthetiek, deze is gefundeerd in de natuur zelf.

PRIMITIEVE ARCHITECTUUR

Al in de oudheid zijn er voorbeelden te vinden van toepassingen die zijn geïnspireerd door moeder natuur. Dan hebben we het wel over vorminspiratie zonder diepere betekenis van de natuurlijke functies van de vorm. Dierlijke vormen, skeletachtige constructies en boomvormige constructies; er zijn voorbeelden te over. Toch zijn er wel degelijk sporen te vinden van biomimicry in de architectuur. Zoals vaker, zijn het de primitievere volkeren die het dichtst bij de natuur staan. Zij laten in hun architectuur de dieper liggende natuurlijke functie van een vorm terugkomen, door functionele overgangen in plaats van esthetische overwegingen.

Een goed voorbeeld is de bolvormige cactus (zoals de *Echinocactus grusonii*) die in gebieden met extreme weersomstandigheden een van de evolutionaire winnaars is. De bol is immers de meest economische en functionele vorm voor het tegengaan van vochtverlies: het minst grote oppervlak bij de meeste inhoud. Bovendien hebben de meeste bolvormige cactussen verticale, uitstekende ribbels om zichzelf nog eerder schaduw te bieden. Woestijnvolkeren gebruiken deze vorm voor het bouwen van hun moskeeën. Zoals in Samarkand (Oezbekistan) waar de vorm daadwerkelijk de (natuurlijke) functie volgt! Een goede stap in de richting van de biomimicry, maar eigenlijk gaat het nog verder.

Waarom draaien bij de bolcactus de ribben en stekels aan de bovenzijde naar binnen? Dit is om op het hoogste punt, waar de meeste zoninval is, meer schaduw te bieden. De stekels vangen daar, omdat ze dicht op elkaar zitten, meer zonlicht weg zodat ook hier vochtverlies tegengegaan wordt. Bovendien zorgt stilstaande lucht voor isolatie. Een overweging waard bij het ontwerp van de toekomstige moskeeën in Samarkand.

Tegenwoordig zijn wetenschappers in staat om hun specifieke onderzoeksgebied verder te doorgronden dan vroeger mogelijk was. Onderzoekers, waaronder dus biologen, weten steeds meer van steeds minder en dat biedt hen de gelegenheid om de puzzel van de natuurlijke wereld steeds verder in elkaar te leggen. Biologen kunnen ons steeds meer van de natuur leren, waardoor de architecten, constructeurs en ingenieurs steeds beter in staat zijn om de natuur na te bootsen en zo efficiënt, functioneel en economisch mogelijk te bouwen. Dit biedt nog meer kansen om de natuurlijke functies te mimiekken dan de Oezbeken eeuwen geleden al deden.

DE OPTIMALE OPEL

Erg interessante voorbeelden zijn er te vinden in de natuurlijke wereld die dicht bij onze bewegingsloze bouwwereld komt: de plantenwereld. Zo is er de optimalisatieformule van de Duitse professor dr. Claus Mattheck. Hij verwonderde zich over de manier waarop bomen groeien en zich weren tegen allerlei invloeden. Een boom maakt slechts hout aan op plekken waar de krachten het grootst zijn. Een boom zal nooit een extra tak laten groeien om een ander boom af te troeven. Mattheck heeft een programma ontwikkeld dat deze optimalisatie berekent in industriële toepassingen. Zo heeft Opel met deze formule zijn auto's doorgerekend en bespaart het nu het gewicht van een volwassen man per auto. Wat een materiaalbesparing zou dit in de bouw op kunnen leveren!

Op het gebied van materialen zijn de mogelijkheden misschien nog wel interessanter. Zo is er eveneens in Duitsland een botanicus, Wilhelm Barthlott, die onderzoek heeft gedaan naar de microscopische structuur van plantenblade-



De honderd meter hoge Sequoias die moeiteloos water honderd meter de lucht in kan voeren.

ren. Hij ontdekte dat de Indische Lotus (*Nelumbo nucifera*) niet vuil te krijgen was. In Azië staat deze bloem symbool voor reinheid en zuiverheid. De lotusbladeren lijken een glad oppervlak te hebben. Onder de microscoop blijkt dat de bladeren bestaan uit kleine nopjes, die op hun beurt weer bezaaid zijn met waterafstotende waskristallen. Deze combinatie maakt dat zelfs water geen grip krijgt op de Lotus. De vuildeeltjes blijven op de noppen liggen en spoelen bij een regenbui van het blad af. Dit biedt maximaal zonlicht voor de Lotus die groeit in een gebied dat wordt overheerst door modder. Bovendien weert het Lotusblad hiermee ook allereerste parasieten. Nu heeft Barthlott in samenwerking met een verfproducent deze eigenschap, het Lotus-effect, toegepast in onder andere een verf voor buitengevels. Aangezien in Duitsland het grootste deel van de gevels gepleisterd is, wordt er gretig gebruik gemaakt van deze verf die ervoor zorgt dat na iedere regenbui de gevel gereinigd wordt.

TERMIETEN

Ook in de dierenwereld zijn er ontwikkelingen op het gebied van het nabootsen van de natuur. Met name termieten (*Isoptera*) worden geregeld als voorbeeld gebruikt. Termieten telen schimmels wat hen in hun voornaamste voeding voorziet. Daardoor zijn ze zo geëvolueerd dat ze in staat zijn om een ideale omgeving voor de schimmel te onderhouden, namelijk precies 30 graden Celsius. De termieten zijn in staat om het temperatuurverschil binnen in hun heuvel binnen de drie graden te houden ondanks het temperatuurverschil buiten van twee graden in de nacht en veertig graden overdag. De termietenheuvel zit vol met ingenieuze ontwerp oplossingen voor onder meer constructieve vraagstukken, ventilatieproblemen en vochtregulering. Er is zelfs al een gebouw ontworpen waarbij een termietenskundige geraadpleegd werd: het Eastgate-gebouw in Harare, Zimbabwe, van architect Mick Pearce.

TOEKOMSTBEELD

Naast deze gerealiseerde mimieken, zijn de overige mogelijkheden en oplossingen die nog voor handen zijn legio. Planten en bomen lopen in hun onmogelijkheid om te bewegen tegen dezelfde problemen aan als wij in onze onbeweeglijke bouw wereld. Gelukkig heeft de selectiedruk de oplossingen reeds voor ons geselecteerd: bloemen openen zichzelf bij zonschijn en bij regen gooien zij hun 'dak' dicht

om onnodige verspilling tegen te gaan en beschadigingen te voorkomen. Wat als gebouwen nu eens hun daken of misschien wel hun dakbedekking kunnen openen en sluiten afhankelijk van het weer? Dit zorgt ervoor dat natuurlijke ventilatie en verwarming worden bevorderd en biedt bovendien bescherming tegen de weersinvloeden.

Een ander evolutionair voorbeeld waar wij van kunnen leren is de Sequoias (*Sequoiadendron giganteum*). Door de selectiedruk om bij het beschikbare zonlicht te komen kunnen deze bomen meer dan honderd meter lang worden. Puur door verdamping in het bladerdek vervoert deze boom duizenden liters water meer dan honderd meter omhoog, op slechts energie van de zon. Wat een idee voor onze hoogbouw!

De dierenwereld en hun architectuur vormen een onuitputtelijke bron van innovatieve ideeën, processen, middelen en materialen. Schelpen zoals de Zeeoor (*Abalone*) bouwen hun schelp door biomineralisatie. Dit is een zelfbouwproces, waarbij de schelp als het ware een driedimensionaal elektrisch geladen vakwerk maakt, waar calciumionen zich aan hechten. Zo ontstaat een absorberende, sterke en bijna onbreekbare schelp. Zijn sterkte heeft de schelp mede te danken aan de selectiedruk door otters, die ervoor zorgen dat de minder harde schelpen als eerste als maaltijd dienen. Wanneer wij dit van de Zeeoren kunnen leren, is er veel minder cement en beton nodig dan we nu gebruiken. Een ander interessant aspect van de Zeeoor is, dat op het moment dat de biomineralisatie ten einde is (met andere woorden: wanneer de schelp groot genoeg is), hij proteïnen uitscheidt waardoor de calciumionen zich niet meer kunnen hechten. In de bouw en industrie lopen de kosten van kalkafzettingen in leidingen in de miljoenen. Wanneer wij op een of andere wijze de proteïnen van de Zeeoor kunnen mimieken, zou dit kalkafzettingen kunnen minimaliseren.

En wat zouden de mogelijkheden zijn met isolatie die reageert op de weerscondities? Dat zou de efficiency meetbaar vergroten. Zo worden de veren van de pelikaan dikker bij koud weer en compacter bij warm weer. Een gebouw zou zijn isolatie, afhankelijk van de weersomstandigheden dikker dan wel compacter kunnen laten worden, zodat het koelen en de verwarmingsprocessen worden gemaximaliseerd.

WERKELIJKHEID

Mooie voorbeelden in de natuur zijn er te over, maar de vraag is hoe deze ideeën kunnen worden verwezenlijkt. Ook hier kan de natuur weer een antwoord op geven. In de uitgangspunten van biomimicry wordt het al genoemd: de natuur belooft samenwerking en maakt dat symbiotische samenwerking slaagt. Eigenlijk is het samen te vatten in een actie: intergratie van de biologie in de architectuur. De biologen met hun kennis van de natuurlijke wereld, de mogelijkheden en oplossingen daarvan gaan samenwerken met de architecten en constructeurs voor het maken van fundamenteel betere gebouwen. Het resultaat zijn gebouwen die in een natuurlijke vormgeving en in harmonie zijn met hun omgeving. Zij zijn hoogst efficiënt, functioneel en economisch in hun gebruik van (energie)bronnen en in het gebruik van bouwmaterialen. Er ontstaat een totaal hergebruik van afval en het resultaat is bovendien een prachtige levende architectuur. Een natuurlijke architectuur, die vanzelfsprekend aanvoelt. ■

ir. Daan Bruggink is een jonge architect, afgestudeerd aan de TU Delft. Hij is continu op zoek naar het raakvlak tussen architectuur en natuur. Naast zijn werkzaamheden voor de Stichting VIBA EXPO heeft hij een eigen architectenbureau onder de naam ORGA architect te Amsterdam. Daarnaast bestudeert hij de biomimicry in de architectuur.