

Biomimicry



De natuur als inspiratiebron voor innovaties



LEI

WAGENINGEN UR

Biomimicry

De natuur als inspiratiebron voor innovaties



LEI

WAGENINGEN UR

Inhoudsopgave

Vooraf	7
1 Wat is Biomimicry?	9
2 Praktijktoeepassingen	13
3 Toegevoegde waarde	19
4 Duurzaamheidsindicatoren	23
5 Perspectieven	29
6 Aanbevelingen	33
Literatuur	35

A high-speed train, likely a Shinkansen, is shown at a station platform. The train is white with a prominent orange stripe along the bottom. The front of the train is aerodynamic and pointed. The platform has a yellow tactile paving strip. In the background, there is a modern station building with a curved facade and a covered walkway with wooden pillars. The word "Vooraf" is overlaid in white text on the train's windshield area.

Vooraf

In Japan rijdt een trein die ooit een ronde neus had. Er klonk altijd een luide knal als die trein een tunnel in reed, veroorzaakt door de luchtdruk. Totdat men op het idee kwam om iets van de ijsvogel af te kijken: de vorm van de snavel, de reden waarom de ijsvogel zo soepel het water in duikt. Sinds deze Japanse treinen met precies zo'n puntneus zijn uitgerust, zoeven ze met gemak de tunnels in.

Dit is een beroemd voorbeeld van biomimicry: in het ontwerp van de trein werd de natuur nagebootst. Veel product- en procesontwerpen ontleen ideeën en principes aan voorbeelden uit de natuur. Het bewust zoeken naar en het verwerken van inspiratie uit de natuur in proces en ontwerp wordt biomimicry genoemd. Er zijn nog veel meer voorbeelden. Zoals een termietenheuvel waarvan de eigenschappen zijn afgekeken voor een kantoorgebouw om het energieverbruik drastisch terug te brengen. Onze longen als model voor filters die CO₂ kunnen vangen uit schoorstenen. En de bladen aan een windturbine die zijn ingesneden zoals de vinnen van een walvis waardoor ze meer energie opbrengen. Dit is slechts een greep uit de biomimicry-toepassingen overal ter wereld.

Biomimicry is een veelomvattend fenomeen, dat grote ecologische en economische voordelen kan opleveren als het breed zou worden toegepast. Het is voor alle sectoren van de economie interessant, omdat het duurzame oplossingen biedt voor de meest uiteenlopende vraagstukken in de chemie, architectuur, weg- en waterbouwkunde, design en automotive. In het buitenland, met name in de VS en Duitsland, is de afgelopen jaren al uitvoerig onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van biomimicry en de laatste jaren krijgt het onderwerp ook in Nederland meer aandacht. Op initiatief van de Stichting BiomimicryNL is in 2011 een Green Deal gesloten, een overeenkomst tussen het

ministerie van Economische Zaken, het bedrijfsleven en kennisinstellingen om de duurzame economie te bevorderen met behulp van biomimicry. Hierbij is ook de koppeling gemaakt met het topsectorenbeleid van het ministerie. Een van de afspraken daarbij was dat de overheid menskracht levert voor de organisatie van kennisbijeenkomsten en financiële ondersteuning geeft bij de uitvoering van de Green Deal.

De Green Deal heeft in 2013 geleid tot de Biomimicry Roadmap 2020, op weg naar een biomimicry kennisinfrastructuur in Nederland. Die is opgesteld door de stichting BiomimicryNL in samenwerking met het opgerichte Biomimicry Netwerk van ruim honderd deelnemers afkomstig uit bedrijven, kennisinstellingen en overheden. In deze Roadmap zijn acties en activiteiten uitgestippeld voor drie gebieden, te weten R&D en Innovatie, Onderwijs & Carrière, en Organiserend Vermogen.

'Biomimicry is een hoopvolle en positieve benadering van de duurzaamheidskwesaties waar we mee worstelen'

LEI Wageningen UR heeft van het ministerie van Economische Zaken de opdracht gekregen om onderzoek te doen naar de stand van zaken en de mogelijkheden voor de verdere toepassing van biomimicry in Nederland. Deze brochure biedt u een analyse van drie actuele praktijkvoorbeelden, inzicht in de impact op economie en duurzaamheid en een vertaling hiervan naar indicatoren. Daarnaast geven wij perspectieven voor de toekomst, waarbij wij vooral kijken naar de rol van wetenschap, onderwijs en beleid.

Biomimicry:
de natuur
als maatstaf

1



Definitie

De term biomimicry is afgeleid van de Griekse woorden bios (leven) en mimesis (imiteren). Bij de toepassing van biomimicry wordt de natuur geïmiteerd om duurzaamheidvraagstukken in onze samenleving op een andere manier aan te pakken. De natuur staat daarbij model. Omdat de natuur vanaf het begin van de evolutie kan bogen op 3,8 miljard jaar ervaring, is in de loop der tijd uitgekristalliseerd welke ontwerpen of systemen overleven en welke teloorgaan. Organismen en systemen hebben zich al die jaren aangepast, zijn geëvolueerd, al dan niet in harmonie met hun omgeving. Eigenschappen waardoor een ontwerp of systeem overleeft, kunnen als voorbeeld dienen voor innovaties die de mens bedenkt. Sterker nog, deze eigenschappen kunnen mede de ecologische normen voor een innovatie bepalen: de natuur is dan de maatstaf. Van die natuur kunnen we dan ook leren. Dat kan op drie vlakken: de manier waarop een ontwerp of systeem in elkaar steekt, de wijze waarop dat gemaakt wordt en de plaats die dat in zijn omgeving of context heeft. Kortom: vorm, proces, systeem. Volgens biomimicry moet en kan de natuur daarbij mentor zijn .

'Biomimicry is bij uitstek de denkwijze die leidt tot innovaties met een duurzaam karakter'

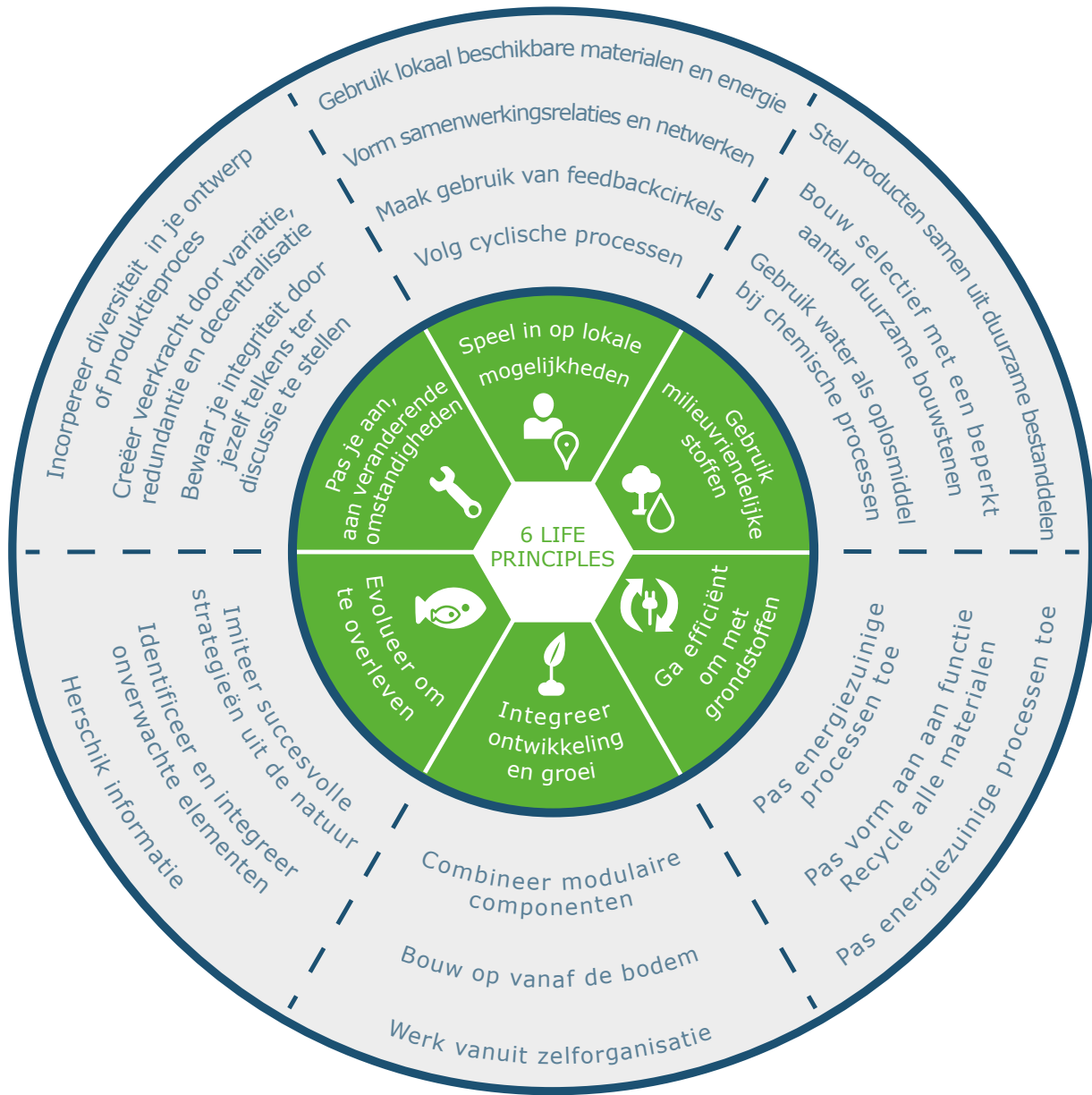
Uit het voorgaande is de volgende algemene definitie van biomimicry af te leiden:

Met kennis van biologische vormen, processen en (eco)systemen (3,8 miljard jaar R&D) en vanuit systeemdenken tot innovatieve duurzame oplossingen komen (Biomimicry Roadmap 2020, 2013).

Life's Principles

In de natuur is alles op een bepaalde manier georganiseerd. Aan de basis van leven liggen bepaalde voorwaarden, zoals de beschikbaarheid van water, licht en zuurstof, cyclische processen zoals de seizoenen, en de verbondenheid met ander leven. In al het leven op aarde zijn zes overlevingsstrategieën te herkennen. Een natuurlijk ontwerp op basis van biomimicry is geslaagd als het in principe aan alle zes strategieën voldoet. In de biomimicry-praktijk mag dat ook betrekking hebben op enkele van die principes. In de wetenschap van de biomimicry worden deze strategieën de Life's Principles ofwel levensprincipes genoemd. Schematisch kunnen ze als volgt weergegeven en benoemd worden:

- Be locally attuned and responsive: speel in op lokale mogelijkheden.
- Use life-friendly chemistry: gebruik milieuvriendelijke stoffen.
- Be resource efficient (material and energy): ga efficiënt om met grondstoffen (materialen en energie).
- Integrate development with growth: integreer ontwikkeling en groei.
- Evolve to survive: evolueer om te overleven.
- Adapt to changing conditions: pas je aan aan veranderende omstandigheden.



Life's Principles

Strategieën

Elk van deze zes Life's Principles is gestoeld op een aantal strategieën. Voor biomimicry zijn die richtinggevend. Meer uitgewerkt gaat het per Life's Principle om de volgende strategieën:

Speel in op lokale mogelijkheden:

- Gebruik lokaal beschikbare materialen en energie.
- Vorm samenwerkingsrelaties en netwerken.
- Volg cyclische processen.
- Maak gebruik van feedbackcirkels.

Gebruik milieuvriendelijke stoffen:

- Stel producten samen uit duurzame bestanddelen.
- Bouw selectief met een beperkt aantal duurzame bouwstenen.
- Gebruik water als oplosmiddel bij chemische processen.

Ga efficiënt om met grondstoffen (materialen en energie):

- Gebruik multifunctionele ontwerpen.
- Pas vorm aan aan functie.
- Recycle alle materialen.
- Pas energiezuinige processen toe.

Integreer ontwikkeling en groei:

- Combineer modulaire componenten.
- Bouw op vanaf de bodem.
- Werk vanuit zelforganisatie.

Evolueer om te overleven:

- Imiteer succesvolle strategieën uit de natuur.
- Identificeer en integreer onverwachte elementen.
- Herschik informatie.

Pas je aan aan veranderende omstandigheden:

- Incorporeer diversiteit in je ontwerp of productieproces.
- Creëer veerkracht door variatie, redundantie en decentralisatie.
- Bewaar je integriteit door jezelf telkens ter discussie te stellen.

Deze strategieën vormen het richtsnoer voor ontwerpen met behulp van biomimicry en zijn de basis voor het vaststellen van normen waarmee een ontwerp op basis van biomimicry kan worden getoetst. Een uitgebreidere toelichting hierop volgt in hoofdstuk 4. In de praktijk zijn sommige van deze strategieën al in gebruik bij bedrijven die kiezen voor duurzame ontwerpprocessen en zijn andere nog volledig onontgonnen terrein.

Leren van de natuur

Biomimicry is niet leren over de natuur, maar leren van de natuur. Het is een relatief nieuwe wetenschapstak, die zich snel ontwikkelt. Vanuit veel richtingen en branches is er interesse voor, zoals de bouw en architectuur, verschillende niveaus van onderwijs, ontwerpers en de managementomgeving. Biomimicry is een interdisciplinaire wetenschapsrichting waarin kennisinstellingen met elkaar en met de industrie, de bouw en andere sectoren moeten samenwerken.

The background of the slide is a close-up photograph of several rolls of white toilet paper. The rolls are arranged in a somewhat circular pattern, with some in the foreground and others slightly behind. The lighting is soft, highlighting the texture of the paper. A large, thin white circle is overlaid on the image, centered around the text.

Praktijktoepassingen

2

De toepassing van biomimicry bevindt zich in Nederland in transitietermen nog in de fase van 'voorontwikkeling' (zie Rotmans et al., 2001).

Er zijn dan ook nog niet veel bedrijven in ons land bezig met een ontwerpende en concrete visie op hun productieprocessen vanuit biomimicry-oogpunt (Hart en Milstein, 2003; Van Tulder et al., 2009; Overbeek et al., 2013). Veel duurzame innovaties zijn technologische vernieuwingen die vrijwel alleen impact hebben op het bedrijf zelf.

Als een bedrijf al een analyse maakt van de CO₂-uitstoot en het grondstoffenverbruik gedurende de levenscyclus van een product (een LCA of levenscyclusanalyse), betreft die vaak alleen het eigen bedrijf en niet voor de hele keten. Nog maar weinig bedrijven kiezen voor systeeminnovaties met sociale en institutionele veranderingen (OECD, 2012). Dat maakt het moeilijk om aan te tonen op welke plaats in de keten de uitstoot en het grondstoffengebruik kunnen worden teruggedrongen en welke rol biomimicry hierbij kan spelen. Maar er zijn koplopers die interessante ontwikkelingen laten zien en die een voorbeeld kunnen zijn voor andere bedrijven.

Drie in Nederlands gevestigde bedrijven - Interface, Van Houtum en Draaijer+Partners (vormgever Dierenpark Emmen Next) - zijn aan te merken als voorlopers op het gebied van de toepassing van biomimicry in ons land. Zij passen al een aantal Life's Principles en/of strategieën daaruit toe in hun productie- en ontwerpprocessen. Onderstaand wordt bekeken welke strategieën dat zijn, wat dit oplevert en wat ervoor nodig is om op basis daarvan een nieuwe bedrijvigheid te creëren. Hieruit zijn concrete lessen te trekken voor andere bedrijven en organisaties die met biomimicry aan de slag willen gaan.

Vloerbedekking van Interface

Het Amerikaanse bedrijf Interface, opgericht in 1973, is wereldmarktleider in modulaire vloer-bedekking (tapijttegels), vooral voor de zakelijke markt. Het bedrijf heeft de afgelopen decennia een groot aantal ondernemingen overgenomen, waaronder in 1987 het Nederlandse Heuga Holdings, de uitvinder van de tapijttegel. In 1994 besloot Interface-oprichter Ray Anderson de productie te gaan verduurzamen. In het document 'Mission Zero' benoemde hij daarvoor de volgende doelen: minder verspilling, minder uitstoot van broeikasgassen, continu hergebruik van grondstoffen en gebruik van duurzame energie, met als uiteindelijk doel om in 2020 geen impact meer te hebben op het milieu (mission zero). Bij de uitwerking van deze ambitie speelt de toepassing van de principes van biomimicry en de daarop gebaseerde strategieën een belangrijke rol. Het LEI heeft bekeken hoe Interface dit gedaan heeft, met name in de Nederlandse Interface-vestiging in Scherpenzeel.

Life's Principles

Het principe **Be resource efficient with materials and energy** voert Interface behoorlijk ver door in haar productieproces. De nylon garens, gemaakt van aardolie, waren in het verleden verantwoordelijk voor de hoogste kosten en de grootste ecologische voetafdruk van het bedrijf. Sinds de productiewijze is veranderd, zijn er minder fossiele brandstoffen en andere grondstoffen nodig omdat meer garens worden hergebruikt en er meer met biobased garens wordt gewerkt. Samen met leveranciers is er op basis van biomimicry-principes een nieuwe tapijttegel ontwikkeld, waar de helft minder garen in zit en die volledig van gerecycled garen is gemaakt, afkomstig van afgedankte Filipijnse visnetten. Bij de productie zijn daardoor minder grondstoffen nodig.

De tegels worden lijm-vrij bevestigd. Interface blijft eigenaar van de tegels en neemt afgedankte tapijttegels terug voor hergebruik. De kringloop is dus gegarandeerd gesloten. De klant koopt een onderhoudsdienst, wat de levensduur van de tegels verlengt. Ook in de rest van de keten is Interface actief. Zo stimuleert Interface leveranciers tot transport met lage emissies en combineert het bedrijf leveringen met andere handelswaar.

Be locally attuned and responsive blijkt uit het betrekken van medewerkers, externe stakeholders en de lokale gemeenschap bij de duurzaamheidsstrategie van het bedrijf. Personeelsleden worden ambassadeurs van duurzaamheid. Afval wordt verantwoord verwerkt. Drie boeren uit de buurt van Scherpenzeel leveren groen gas en een lokale sociale werkplaats sorteert gebruikte tegels en maakt ze schoon.

'Bij het leggen van de tegels volgt het bedrijf een design uit de natuur, waardoor versleten tegels gemakkelijk vervangen kunnen worden, zonder dat het design aangetast wordt'

Integrate development with growth past Interface toe door bespaard geld te investeren in duurzame grondstoffen en innovaties. Besparingen op materialen en grondstoffen zet het bedrijf om in 'groen gas'-certificaten van een lokale vergistingsinstallatie. De uitstoot van broeikasgassen daalde daardoor in de vestiging in Scherpenzeel in de periode 1996-2014 met 90%.

De overige Life's Principles zijn integraal in de duurzaamheidsstrategie van het bedrijf vervlochten.

Businessmodel

Om volledig duurzaam te worden paste Interface haar bedrijfsmodel de afgelopen jaren fors aan. Het bedrijf combineert daarbij economische, sociale en ecologische elementen en let bij waardecreatie goed op wat er in de keten mogelijk is. Op de Filipijnen levert de inzameling van visnetten inkomen op voor de lokale bevolking, neemt de vervuiling af en wordt voorkomen dat dieren verstrikt raken in achtergebleven netten. Transparantie in de levenscyclus legt bloot waar in de keten de grootste milieubelasting ligt. Van de grondstoffen is 49% gerecycled of biobased, en producten met 100% gerecycled nylon hebben grotere winstmarges. De afhankelijkheid van ruwe grondstoffen is gedaald, en de vraag naar tapijttegels met hergebruikt garen is gestegen, en ook de binding met klanten is vergroot doordat er een dienst wordt gekocht in plaats van een product.

Toiletpapier van Van Houtum

Familiebedrijf Van Houtum in Swalmen is de afgelopen jaren van het maken van standaard toilettrollen overgestapt op het produceren van meer milieuvriendelijke rollen en de inrichting van toiletruimten. Het bedrijf maakt onder meer biologisch afbreekbaar toiletpapier onder de naam Satino Black. Van Houtum levert met name aan groothandelsbedrijven voor de zakelijke markt. Het bedrijf is een Europees voorbeeld van Cradle to Cradle met veel product- en procesinnovatie die door de hele organisatie wordt gedragen (Worldwatch Institute Europe, 2013). Die innovatie wordt mede gestuurd door ontwerp-principes op basis van biomimicry.

Van Houtum analyseert de levenscyclus van de producten (LCA) in samenwerking met andere betrokken partijen.

Daarbij hoort ook het inrichten van de toiletruimte van de gebruikers, het bijvullen van de dispensers en het gebruik van producten tot aan het einde van hun levensduur. Duurzaamheid streeft het bedrijf op verschillende manieren na: door meer reststromen in te zetten en toepassingen voor de toilethygiëne samen met de toeleveranciers te verduurzamen; het milieusysteem scherp te monitoren en kwaliteit te versterken via ISO-gecertificeerde managementsystemen; aan duurzame productontwikkeling te doen (zoals Satino Black-papier); en de MVO-inspanningen van de afnemers te versterken via de eigen duurzaamheidsinspanningen.

Life's Principles

Van Houtum past in zijn productieproces met name de Life's Principles ***Be resource efficient with materials and energy*** en ***Use life-friendly chemistry*** toe. Voor het hygiënepapier Satino Black worden alleen natuurlijke of biologisch afbreekbare stoffen gebruikt. Het productieproces en het papier zijn gecertificeerd volgens de Cradle 2 Cradle Silver criteria en het papier draagt het FSC-Recycled keurmerk en het Europese Ecolabel voor non-food. Stoffen uit afvalwater wil het bedrijf hergebruiken voor energiewinning. De productie is CO₂-neutraal door gebruik van duurzame energie. ***Be locally attuned and responsive*** en ***Adapt to changing conditions*** past het bedrijf toe door een lokale papierkringloop na te streven (Worldwatch Institute Europe, 2013). Vezels uit gebruikte drankverpakkingen en lokaal oud papier wil het bedrijf hergebruiken voor toiletpapier. Voor de verpakking gebruikt men karton van een toeleverancier dat gemaakt is van eigen restmaterialen.

De overige Life's Principles zijn integraal in de duurzaamheidsstrategie van het bedrijf vervlochten.

Businessmodel

Satino Black is nog niet winstgevend, maar Van Houtum verwacht dat het productieproces zeer kosteneffectief gaat worden, omdat afvalverwerking en energieverbruik steeds duurder worden (Worldwatch Institute Europe, 2013). Van Houtum innoveert samen met toeleveranciers, klanten en eindgebruikers door deze partijen ook daadwerkelijk te raadplegen, en de business cases worden met alle toeleveranciers uitgewerkt. Van Houtum profileert zich met zijn duurzaamheid bij groothandelsbedrijven en andere klanten, wat de loyaliteit bij de klanten merkbaar versterkt.

De waardepropositie van het product Satino Black (inclusief economische, sociale en ecologische aspecten) is op basis van het Business Model Canvas goed uitgewerkt. Het toepassen van principes vanuit Cradle 2 Cradle en biomimicry speelt daar een essentiële rol bij.

Dierenpark Emmen Next

Dierenpark Emmen zag de afgelopen jaren het aantal bezoekers dalen en de gemeente Emmen wilde het centrumgebied vernieuwen, waarbij zij het dierenpark wilden omvormen tot een belevispark. Daarmee vonden partijen elkaar in de realisatie van een nieuw park. De provincie Drenthe gaf subsidie met duidelijke voorwaarden op het gebied van duurzaamheid: er moest hernieuwbare energie worden gebruikt, het park moest CO₂-neutraal worden en het moest worden ontwikkeld op het hoogste niveau van het bouwbesluit. Daarnaast moest zo veel mogelijk gebruik worden gemaakt van lokale of regionale kennisdeling en innovatie. Hieruit is de ontwikkeling van het duurzame Dierenpark Emmen Next (DPE Next) voortgekomen. Een consortium onder leiding van VolkerWessels ontwikkelt het park en Draaijer+Partners stuurt de inrichting van het park aan, mede op basis van ontwerpprincipes gebaseerd op biomimicry. De natuur is

hierbij inspiratiebron voor innovatieve oplossingen voor het park en de omgeving, de bouwwerken en de exploitatie. Zo wordt er bijvoorbeeld gewerkt aan de realisatie van een brug die bestaat uit biocomposieten.

De provincie Drenthe is een belangrijke stimulator voor duurzame en nog relatief onbekende innovatieve ideeën zoals gebiedsontwikkeling op basis van biomimicry. Volgens de voor het park ontwikkelde duurzaamheidsvisie moet het geheel als ecosysteem worden opgezet. De kringlopen in de natuur staan model voor de energie- en waterhuishouding, het grondstoffengebruik en de afvalstromen in het park. Warmte en kou uit drinkwaterwinning (WKD) is een nieuwe toepassing van watergedragen energie die toegepast wordt in de reinwaterkelders van de Water Maatschappij Drenthe (WMD). Negentig procent van het watergebruik van het park komt uit de WMD-waterzuivering door een slimmere waterkringloop en van hemelwater. Bij de bouw van het nieuwe park worden materialen en elementen uit het huidige park en lokale materialen en secundaire biobased bouwmaterialen uit sloopprojecten gebruikt. Regionale partijen hebben meegedacht over bouwen met lokale, secundaire en biobased materialen. Nu worden bakstenen gebruikt uit leem dat vrijkomt bij de graafwerkzaamheden bij de vernieuwing van het centrum. Voor de productie daarvan is maar 5% nodig van de energie die nodig is voor een traditioneel gebakken baksteen.

Life's Principles

DPE Next gebruikt verschillende strategieën uit de natuur, zoals waterzuivering, vogelwerend glas en een warmte-wisselaar, die gebaseerd zijn op hoe pinguïns en dolfijnen zich warm houden in een koude omgeving. Machinefabriek Emmen bouwt de eerste klapbrug van biocomposiet ter wereld. Deze klapbrug is belangrijk gezien de lokale aanwezige expertise en bedrijvigheid op het vlak van groene chemie en duurzame kunststoffen. Behalve het

principe van ***Be resource efficient with materials and energy*** speelt bij de waterzuivering ook ***Use life-friendly chemistry*** een rol. ***Be locally attuned and responsive*** zien we terug doordat regionale ondernemers worden ingezet en lokale reinwaterbronnen worden benut voor verwarming. Het park speelt een rol in een centrumvoorziening voor duurzame energie en het hemelwater wordt optimaal gebruikt. De energiehuishouding is CO₂-neutraal. De overige Life's Principles zijn integraal in de duurzaamheidsstrategie van het park vervlochten.

Businessmodel

In het businessmodel van het park wordt zo veel mogelijk gestuurd op een duurzame exploitatie van het park op de lange termijn. De waardepropositie van het park met oog voor economische, sociale en ecologische aspecten lijkt daarmee op basis van het Business Model Canvas goed uitgewerkt.

De uitvoerders dragen de gezamenlijke verantwoordelijkheid voor een goed ontwerp en een gezamenlijk belang van een gezonde exploitatie. De investering in ontwikkeling en productie-faciliteiten weegt grosso modo op tegen lagere kosten voor water, energie en materialen, en de binding met lokale en regionale stakeholders is mede bepalend voor de duurzaamheid van het park.

Bevindingen

Bij deze voorbeelden valt een aantal zaken op. De bedrijven beginnen met het toepassen van de Life's Principles van biomimicry en de daaraan verbonden strategieën omdat ze de urgentie voelen om duurzamer te produceren. Daarvoor wordt vervolgens een visie op systeemniveau ontwikkeld. Dat begint veelal bij een analyse van de levensduurcyclus (LCA) van het product of het project. Ook is veelal transparantie in de keten en een proactieve samenwerking met stakeholders aan de orde. In samenwerking met hen wordt onderzocht waar de toepassing

van biomimicry-principes mogelijk is. Overheden oefenen invloed uit door bij aanbestedingen duurzame oplossingen en lokale inbedding als voorwaarden te stellen. Het meest voorkomende Life's Principle in de drie voorbeelden is efficiënt omgaan met grondstoffen en energie (***Be resource efficient with materials and energy***). Daarnaast zien we het aanwenden van wat de lokale omgeving te bieden heeft (***Be locally attuned and responsive***) en de toepassing van een ecologisch vriendelijke chemie (***Use life-friendly chemistry***). Opvallend is ook dat de bedrijven duurzaamheid koppelen aan beleving en design. De meer algemene Life's Principles komen veelal terug in de duurzaamheidsvisie of -strategie van de betrokken bedrijven.

De drie bedrijven integreren dus economische, ecologische en sociale aspecten in hun business-model. Ze zien de principes van biomimicry als innovatief en nog in ontwikkeling, en betrekken stakeholders proactief bij hun initiatieven. De bedrijven maken aanvankelijk extra kosten voor investeringen in onderzoek, werknemers, stakeholders en productiefaciliteiten, maar uiteindelijk verwachten ze meer baten, omdat het gebruik van grondstoffen minder kost, de bedrijven meer waarde toevoegen en meer omzet maken, er een grotere binding ontstaat met werknemers en stakeholders, en ze vaak gratis publiciteit krijgen. De snel stijgende prijzen van de grondstoffen verkorten de terugverdientijd van innovaties. Bij nieuwe vormen van waardecreatie en co-creatie speelt biomimicry een grote rol. Bedrijven gaan langdurige relaties aan voor samenwerking met stakeholders in de keten en niet meer alleen voor koop en verkoop van hun producten.

Geïnteresseerde bedrijven uit verschillende sectoren kunnen er veel aan hebben als ze in een Community of Practice bij elkaar zouden komen (zie Van Leenders, 2013) om te leren van de mogelijkheden van biomimicry. Vaak passen ze een of enkele van de Life's Principles toe, maar als ze meer leren over de mogelijkheden van biomimicry in het algemeen kunnen ze komen tot een geïntegreerde toepassing van deze principes. Deze professionaliserings-slag kan sneller gemaakt worden als kennis en ervaringen worden uitgewisseld.

Toegevoegde waarde

3



Biomimicry is in principe een middel om tot verduurzaming van de economie te komen en een bijdrage te leveren aan economische groei. Om dat aannemelijk te maken, moet aangetoond worden wat biomimicry in principe aan toegevoegde waarde op kan leveren. Om hier meer grip op te krijgen heeft het LEI onderzoek gedaan naar biomimicry-patenten en naar de potentiële bijdrage van biomimicry aan het Bruto Nationaal Product van ons land.

Om de mogelijke impact van biomimicry op de economie van ons land te kunnen bepalen, moet eerst duidelijk zijn welke producten, diensten en innovaties als biomimicry te duiden zijn. Ook moet gemeten worden of het belang van biomimicry-toepassingen in de tijd toeneemt. Een indicator waarmee dit gemeten kan worden is het aantal aangevraagde biomimicry-patenten. In dit onderzoek zijn aan biomimicry gerelateerde patenten bekeken die bekend zijn bij het European Patent Office (EPO). Daarna is op basis van studies van het Fermanian Business & Economic Institute (FB&EI, 2010 en 2013) ingeschat in welke mate biomimicry mogelijkwerwijs bijdraagt aan toegevoegde waarde in verschillende sectoren en wat dat dan voor de Nederlandse economie als geheel kan betekenen. De omvang van onze economie kan worden ingeschat aan de hand van het Bruto Nationaal Product (BNP). Dit is het totale inkomen van alle inwoners van ons land, inclusief degenen die in het buitenland werken.

Patenten

Er is in het EPO-register gezocht naar aangevraagde patenten op basis van de term biomimicry en zoektermen die verwant zijn met biomimicry. Op 2 februari 2014 waren er geen aangevraagde patenten in het European Patent Register met het woord *biomimicry*, maar wel met verwante woorden, zoals 155 met *biomimetic* en 295 met *bionics*, en verder zeer geringe aantallen met andere

'In Europa zijn maximaal 365 biomimicry-innovaties gepatenteerd'

zoektermen. In Europa zijn maximaal 365 biomimicry-innovaties gepatenteerd, inclusief verwante woorden. In de VS zijn ze verder: daar stonden in 2009 ruim 900 patentaanvragen met het woord *biomimicry* in de database van de U.S. Patent and Trademark Office (FB&EI, 2010), dus daar is de ontwikkeling op dit vlak al verder gevorderd.

Economische impact in 2025

Op basis van de uitkomsten van het FB&EI-onderzoek heeft de stichting BiomimicryNL een ruwe schatting gemaakt van de impact van biomimicry op de Nederlandse economie (Biomimicry Roadmap 2020, 2013). Hiervoor is uitgegaan van een vergelijkbare samenstelling van de economie van de VS en Nederland in termen van landbouw, industrie en dienstverlening. De economische impact van biomimicry in de VS is voor 2025 berekend op ongeveer 1% tot 2 % van het Bruto Binnenlands Product (BBP), ofwel de marktwaarde van alle goederen en diensten die in een jaar worden geproduceerd (FB&EI, 2013). Voor Nederland is met dezelfde cijfers gerekend. In 2012 was het BBP in Nederland € 607 miljoen. Volgens het Centraal Planbureau groeit het BBP tot 2040 jaarlijks gemiddeld tussen de 0,7% en 2,6%. De groei tot 2020 is in alle scenario's sterker dan die in de periode erna (CPB en PBL, 2006). Bij een groei van 2% per jaar en de inschatting dat 2% van het BBP in 2025 afkomstig kan zijn van biomimicry-innovaties, kan de bijdrage van biomimicry-innovaties aan de Nederlandse economie in dat jaar € 15,4 miljard per jaar zijn.

Biomimicry kan ook de verliezen in de voorraden van energie, mineralen en bos terugdringen en de CO₂-uitstoot verlagen. Voor de VS heeft de Wereldbank berekend dat dit om 2,36% van het BBP zou gaan. Door biomimicry-innovaties kan dit verlies met 10% afnemen, ofwel \$ 50 miljard (FB&EI, 2010). Vergelijkbaar zou Nederland € 2,57 miljard winnen uit CO₂-reductie en verminderde druk op schaarse grondstoffen. Omdat de samenstelling van de economie in de VS verschilt van de Nederlandse situatie hebben we vervolgens de percentages van biomimicry per sector, zoals afkomstig uit het FB&EI-onderzoek, gekoppeld aan de Standaard Bedrijfsindeling (SBI). De SBI is een hiërarchische indeling van economische activiteiten. Elk bedrijf in het Nederlandse Handelsregister heeft een SBI-code die de belangrijkste

activiteit van een bedrijf aangeeft. In de tabel staan de sectoren die naar verwachting kunnen profiteren van biomimicry-innovaties. Om het BNP in 2025 te bepalen, wordt uitgegaan van een economische groei van 2% per jaar, gerekend vanaf het cijfer van 2011.

Op basis van deze berekeningen is in 2025 naar verwachting ongeveer 1% van het BNP in ons land afkomstig van biomimicry-innovaties. Alle redenen om hier meer aandacht aan te besteden. Daarvoor moet er nog wel wat gebeuren. Het is belangrijk om vast te stellen bij welke producten en diensten biomimicry wordt toegepast. Dan is per sector te bekijken wat het effect van biomimicry is en hoe de impact verder vergroot kan worden.



Geschatte marktimpact van biomimicry in 2025 in Nederland per SBI-sector

Sectoren		BNP afkomstig uit deze sector in 2025 in miljoenen euro's	Geschat percentage impact biomimicry in de VS in 2025	Impact biomimicry in euro's in 2025
01	Landbouw	12.964	2	259
02	Bosbouw	83	2	2
03	Visserij	169	2	3
06	Winning van aardolie en aardgas	29.273	3	878
08	Delfstoffenwinning (geen olie en gas)	813	3	24
10	Voedingsmiddelenindustrie	16.876	8	1.350
11	Drankenindustrie	2.303	8	184
12	Tabaksindustrie	2.624	8	210
13-15	Textiel-, kleding-, lederindustrie	1.769	10	177
16	Houtindustrie	1.388	10	139
20	Chemische industrie	15.231	15	2.285
21	Farmaceutische industrie	1.961	15	294
27	Elektrische apparatenindustrie	1.289	5	64
29	Auto- en aanhangwagen-industrie	2.701	10	270
30	Overige transportmiddelenindustrie	1.683	10	168
37-39	Afvalbeheer	5.416	10	542
49	Vervoer over land	16.420	3	493
50	Vervoer over water	1.967	3	59
51	Vervoer door de lucht	632	3	19
62	IT-dienstverlening	14.623	2	292
71	Architecten-, ingenieurs-bureaus en dergelijke	9.477	10	948
Totaal alle sectoren in Nederland		783.818	1	8.661



Duurzaamheidsindicatoren

4

Om de resultaten van biomimicry te toetsen, zijn meetbare indicatoren nodig. Voor het meten van duurzaamheid zijn Ecological Performance Standards ofwel EPS ontwikkeld. Deze worden tot nu toe vooral gehanteerd in de bouw en aanverwante sectoren en branches. Veel van deze indicatoren zijn mogelijk ook toepasbaar voor biomimicry-innovaties. Reden voor een deelonderzoek waarin de EPS bij verschillende evaluatietools voor duurzaamheid worden vergeleken en de mogelijkheden voor toepassing daarvan op biomimicry-innovaties worden onderzocht.

Duurzaamheidsindicatoren voor biomimicry moeten aan een aantal voorwaarden voldoen. Ze moeten bruikbaar zijn voor het toetsen van het hele toepassingsgebied van biomimicry, dus producten, organisatieprocessen én gebiedsontwikkeling. Ook moeten ze objectief, meetbaar en verifieerbaar zijn. Metingen moeten worden verricht op basis van de meest actuele kennis en met goede methoden en apparatuur. En ze moeten praktisch bruikbaar zijn. En vanzelfsprekend moeten ze aansluiten bij de zes Life's Principles van biomimicry.

Een methode om indicatoren voor biomimicry-oplossingen te bepalen, is om ze te spiegelen aan de EPS van bestaande systemen, waarbij vervolgens met biomimicry een zichtbare verbetering wordt bereikt ten opzichte van de bestaande systemen. Deze methode is kansrijk voor het evalueren van de meeste biomimicry-innovaties. In dit hoofdstuk wordt deze methode verder uitgewerkt.

Bestaande evaluatietools

Omdat EPS al in andere evaluatietools voor duurzaamheid worden toegepast, is het logisch om te bekijken in welk opzicht de criteria uit die tools toepasbaar zijn op biomimicry-innovaties. Daarbij is het belangrijk te bedenken dat geen van die systemen een-op-een te koppelen is aan de Life's Principles van biomimicry. Bij EPS gaat het om kwantitatieve, meetbare grootheden met de focus op het milieu, terwijl de Life's Principles meer op processen zijn gericht en verder reiken dan alleen het milieu.

Drie bestaande evaluatietools voor duurzaamheid zijn bekeken:

- 1 De LCA (levenscyclusanalyse) beschrijft alle emissies en verbruikte grondstoffen die toegeschreven kunnen worden aan een product, dus ook de broeikasgassen die eerder of later in de productieketen worden uitgestoten. De LCA brengt alles in kaart waar het product impact op heeft, zoals klimaatverandering, eutrofiëring, toxiciteit en uitputting van grondstoffen (European Commission, 2010).
- 2 In het Toetsingskader voor duurzame biomassa, ofwel de Cramer-criteria, hebben marktpartijen, overheid en maatschappelijke organisaties afgesproken aan welke eisen biomassa moet voldoen om als 'duurzaam geproduceerd' te mogen worden bestempeld.
- 3 BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) geeft met een vijfsterrensysteem inzicht in de duurzaamheidsprestaties van gebouwen, infrastructuur en gebiedsontwikkeling. Bouw, (her)gebruik en sloop van gebouwen worden beoordeeld, maar ook de prestaties op gebiedsniveau.

De 3 evaluatietools richten zich op de volgende thema's, waarbij ze elkaar deels overlappen.

Levenscyclusanalyse (LCA)

- ecotoxiciteit
- fijnstofvorming
- fotochemische oxidantvorming
- humane toxiciteit
- ioniserende straling
- klimaatverandering
- landgebruik
- material/energy distance to application
- ozonaantasting
- renewable energy
- uitputting grondstoffen
- vermesting
- verzuring
- waterschaarste

Cramer Criteria

- biodiversiteit
- biomassa
- broeikasgasemissies
- concurrentie met voedsel en lokale toepassingen
- milieu
- welvaart
- welzijn

BREEAM

- biodiversiteit
 - biomassa
 - broeikasgasemissies
 - concurrentie met voedsel en lokale toepassingen
 - milieu
 - welvaart
 - welzijn
-



Voor een aantal strategieën uit de Life's Principles (zie het overzicht in hoofdstuk 1) is geen duidelijke verbinding te leggen met de thema's uit de bovengenoemde evaluatie-tools. Bij andere strategieën zijn juist meerdere thema's geschikt. De meeste thema's waarin overlap bestaat met de bestaande tools hangen samen met energieverbruik en hergebruik van materialen. Het blijkt bijvoorbeeld dat de strategie van het gebruiken van lokaal beschikbare materialen en energie een mogelijk bruikbare indicator heeft uit zowel de LCA als de BREEAM-criteria. Deze strategie wordt dus al toegepast, gemeten en genormeerd. Strategieën als het vormen van samenwerkingsrelaties en het toepassen van multifunctionele ontwerpen worden daarentegen in geen van de tools gemeten.

In het schema op de volgende bladzijde wordt het resultaat van de analyse weergegeven.

Het is de bedoeling om in 2015 de voorgestelde EPS te gaan toetsen in cases die inhoudelijk heel verschillend zijn en dus een groot deel van het brede palet van biomimicry beslaan. De ervaringen in de cases leveren stof op om de EPS te verfijnen of aan te passen. Daarna worden de EPS besproken met wetenschappers, bedrijven en overheden. Dit kan de aanzet zijn tot maatschappelijke overeenstemming over de manier waarop biomimicry-oplossingen worden geëvalueerd. Dit maakt het mogelijk om de EPS daadwerkelijk in te zetten met verschillende accenten voor verschillende soorten biomimicry-oplossingen.

Life's Principles	Strategieën van de Life's Principles	Aansluitende thema's uit andere EPS-methodieken	Bron	Mogelijke Indicator[1]
Speel in op lokale mogelijkheden.	Gebruik lokaal beschikbare materialen en energie.	Water(verbruik)	LCA/ BREEAM	Liter/producteenheid
		Waterschaarste	LCA	Liter in relatie tot waterbeschikbaarheid
		Renewable energy	LCA/ BREEAM	Procentueel aandeel
		material/energy distance to application	LCA	Ton /productenheid/ jaar of uitstoot CO ₂ -equivalenten
	Vorm samenwerkingsrelaties en netwerken.	-		
	Volg cyclische processen.	Afval techniek: verbranden, dumpen, hergebruiken, energie terugwinst, upcycling		
Circulair systeem			BREEAM	procentueel aandeel hergebruikt materiaal
Maak gebruik van feedbackcirkels.	-			
Gebruik milieuvriendelijke stoffen.	Stel producten samen uit duurzame bestanddelen.	Hernieuwbare materialen	BREEAM	Procentueel aandeel hernieuwbaar
		ioniserende straling	LCA	mSv/jr
		fotochemische oxidantvorming	LCA	Uitstoot VOS
		Verzuring	LCA	Uitstoot NOX
		Vermesting	LCA	Uitstoot NH ₃
		Ecotoxiciteit/humane toxiciteit	LCA	Dichloorbenzeen equivalent (C ₆ H ₄ Cl ₂)
	Bouw selectief met een beperkt aantal duurzame bouwstenen.	-		
	Gebruik water als oplosmiddel bij chemische processen.	-		

Life's Principles	Strategieën van de Life's Principles	Aansluitende thema's uit andere EPS-methodieken	Bron	Mogelijke Indicator[1]
Ga efficiënt om met grondstoffen (materialen en energie).	Gebruik multifunctionele ontwerpen.	-		
	Pas vorm aan aan functie.	-		
	Recycle alle materialen.	Uitputting grondstoffen	Cramer Criteria	Procentueel aandeel hernieuwbaar
		Herkomst bouwmaterialen	BREEAM	afgelegde afstand van bouwmaterialen
Pas energiezuinige processen toe.	Klimaatverandering		GWP ₁₀₀ in kg CO ₂ eq	
	Ozonaantasting	LCA	CFK-11 equivalent	
	Fijnstofvorming	LCA	Uitstoot PM ₁₀	
Integreer ontwikkeling en groei.	Combineer modulaire componenten.	-		
	Bouw op vanaf de bodem.	-		
	Werk vanuit zelforganisatie.	Adaptief vermogen	BREEAM	
Evolueer om te overleven.	Imiteer succesvolle strategieën uit de natuur.	Biodiversiteitsprincipe		
	identificeer en integreer onverwachte elementen.	-		
	Herschik informatie.	-		
Pas je aan aan veranderende omstandigheden.	Incorporeer diversiteit in je ontwerp of productieproces.	Landgebruik	Cramer Criteria	Ruimtebeslag per producteenheid
		Gebiedswaarde	BREEAM	
	Creëer veerkracht door variatie, redundantie en decentralisatie.	-		
	Bewaar je integriteit door jezelf telkens ter discussie te stellen.	-		

Perspectieven

5

Het LEI heeft in 2014 ook gekeken naar mogelijke institutionele belemmeringen die de verdere implementatie van biomimicry in onze samenleving en economie in de weg zouden kunnen staan. Daaruit is een tussentijdse balans op te maken. Waar zitten de struikelblokken voor verdere toepassing? Waar liggen kansen die nog niet gegrepen zijn? Onder welke voorwaarden kan biomimicry succesvol zijn? Hier vindt u onze belangrijkste bevindingen.

Interdisciplinair werken

Bedrijven in ons land hebben in het algemeen nog weinig kennis over natuurlijke systemen en hebben ook niet veel contact met deskundigen op het gebied van biomimicry. Geslaagde toepassingen van biomimicry zijn al wel tot stand gekomen via biologen of via ontwerpers, maar nog minder in onderlinge interactie tussen deze vakgebieden. Dit is niet altijd gemakkelijk te organiseren, want in verschillende vakgebieden spreekt men verschillende talen.

Innovatieklimaat

De mens oefent momenteel in veel gevallen een negatieve invloed uit op natuurlijke mechanismen en balansen die in principe onherstelbaar zijn. Veel organismen worden bedreigd of zijn al verdwenen. Daar kunnen we dus niet meer van leren. De klimaatverandering krijgt snel invloed op ecosystemen en organismen, waardoor in veel gevallen de leeromgeving voor de toepassing van biomimicry verdwijnt. Het klimaat voor het toepassen van biomimicry in productieprocessen en gebiedsontwikkeling is daarmee wel gunstig. Om dit nog verder te versterken zou een kennis- en innovatieagenda voor de verdere implementatie van biomimicry in de komende jaren vastgesteld kunnen worden.

Profilering

Er zijn tal van vakgebieden waarin de natuur model staat

'De mooiste 'biomimicry-resultaten' komen voort uit de samenwerking van mensen uit verschillende disciplines'

bij de ontwikkeling van baanbrekende producten en technologieën. Biomimicry heeft overlap met denkwijzen als circulaire economie, blue economy, cradle to cradle, biobased economy, natuurinclusief denken, bio-engineering, bionics, bio-imitatie en bio-inspiratie. Lang niet bij al deze vakgebieden staat het basisprincipe van duurzaamheid voorop. Meerdere denkwijzen leiden wel tot meer maatschappelijke bewustwording en verandering gebaseerd op de natuur, maar de overlap ertussen maakt biomimicry ondoorzichtig voor bedrijven die erover denken om te investeren in verduurzaming via inspiratie uit de natuur. Een duidelijke profilering van het vakgebied biomimicry is nodig om dit op te lossen. Hier ligt vooral een taak voor de overheid en voor de Stichting BiomimicryNL.

Kennisdeling

Kennisdeling vanuit bedrijven is wenselijk. Bedrijven die ervaring hebben opgedaan met het toepassen van biomimicry en bedrijven die interesse hebben in de toepassingen zouden een community kunnen vormen waarin best practices en ideeën gedeeld worden. Dit kan ook spin-off genereren voor het toepassen van biomimicry bij andere bedrijven.

Economische orde

Ons huidige economische systeem is nog altijd gebaseerd op het lineaire Harvard Business Model (het streven naar winstmaximalisatie), een model met specifieke eigen-



schappen die duurzame economische ontwikkeling niet bevordert. Zo is er de prestatiebeloning, die nieuwe innovatieve doorbraken en duurzame economische ideeën vaak tegenhoudt. Kosten worden gedrukt door omzetvergroting en meer productie, en principes als 'de vervuiler betaalt' of verantwoordelijkheid van de producent spelen geen rol. Externe kosten worden op het systeem afgewenteld en niet meegenomen in de prijzen. Dit alles lijkt efficiënt, maar het maakt het

huidige economische systeem geen geschikt speelveld voor nieuwe duurzame ontwikkeling met lagere externe kosten. Veel partijen hebben geïnvesteerd in niet-duurzame technologie en staan daarom nog niet open voor nieuwe ideeën. Om de kansen van biomimicry te benutten, zouden grote bedrijven duurzame innovaties dus niet terzijde moeten schuiven, maar op moeten nemen in de eigen bedrijfsfilosofie.

Overheden

Biomimicry-toepassingen zijn vaak eyecatchers, en die eigenschap kan veel meer benut worden. Landelijke, regionale en lokale overheden kunnen bedrijven die succesvolle duurzame biomimicry-toepassingen ontwikkelen op een platform plaatsen. Al is de plaats van biomimicry in Nederland nog bescheiden, Nederland speelt internationaal in (traditioneel) industrieel ontwerpen een grote rol. Zo zouden bedrijven die biomimicry toepassen mee kunnen gaan op handelsmissies, waarbij ze kunnen fungeren als uithangbord. Ook kunnen overheden biomimicry stimuleren door bij aanbestedingen duurzame ontwerpen en lokale inbedding als voorwaarden te stellen.

Onderwijs en onderzoek

Inbedding van biomimicry in het onderwijs en onderzoek is een middel om biomimicry een sterkere positie te geven in onze samenleving. Uit gesprekken met belanghebbenden uit het onderwijs komt naar voren dat biomimicry tot nu toe vooral in de bètavakgebieden aandacht krijgt. Echter, ook voor de gamma- en alfavakgebieden is er grote potentie, al is dat in het onderwijs nog niet algemeen bekend. Wel is er in het onderwijs in ons land behoefte aan meer kennis en inzicht in de meerwaarde van biomimicry. Alle onderwijsniveaus hebben daarvoor interesse, waarbij het wetenschappelijk en het hoger onderwijs de meeste interesse tonen en ervaring hebben. Onderzoek en onderwijs op het terrein van biomimicry-innovaties hebben baat bij meer kennis over de natuur. Biologen kunnen andersom juist meer leren over ontwerpogaven en processen waarin kennis over de natuur een oplossing kan bieden. Juist de combinatie van natuur- en ontwerp-kennis biedt grote kansen voor biomimicry-innovaties.

Tijd en middelen schieten momenteel nog tekort om de potenties van biomimicry in onderwijs en onderzoek in

ons land goed te benutten. Kennis en ervaring met biomimicry is sterk verspreid, en onderzoek en onderwijs op dit gebied vindt vooral nog op ad-hocbasis plaats. Er is meer bewustwording nodig over de potenties die het leren van de natuur heeft voor onderzoek, onderwijs, economie en daarmee de samenleving als geheel.



Aanbevelingen

6

De toepassing van biomimicry kan een uitstekende katalysator zijn voor een meer duurzame economie in ons land. Het vakgebied is volop in ontwikkeling en de eerste positieve resultaten zijn al beschikbaar. In het bedrijfsleven begint men het nut van biomimicry te ontdekken, de overheid is geïnteresseerd en kennis- en onderwijsinstellingen zien potentie. Op basis van onze bevindingen tot nu toe zijn de volgende aanbevelingen te formuleren die bedrijven, overheid en kennisinstellingen behulpzaam kunnen zijn bij de verdere ontwikkeling van biomimicry-innovaties:

- Interdisciplinair werken biedt de grootste kansen voor succes met biomimicry-oplossingen. Veel toepassingen zijn tot nu toe tot stand gekomen via biologen of ontwerpers. Al spreken mensen uit verschillende vakgebieden elkaars taal niet, wanneer de samenwerking tussen deze professionals wel tot stand komt, leidt dit tot de mooiste vernieuwingen.
- Een sterke profilering van het vakgebied kan de unieke eigenschappen en mogelijkheden van biomimicry voor het voetlicht brengen, zodat overheden, bedrijven en kennisinstellingen de meerwaarde ervan kunnen herkennen en er actief mee aan de slag kunnen gaan. Hier ligt een belangrijke taak voor de overheid en voor de Stichting BiomimicryNL.
- Voor bedrijven die willen verduurzamen, biedt biomimicry goede perspectieven. Er zijn al koplopers bij wie de waarde van biomimicry zich heeft bewezen en die actief aan de slag gegaan zijn met biomimicry als onderdeel van hun businessmodel. Zij kunnen als voorbeeld dienen voor andere bedrijven. Hiervoor zouden wellicht diverse Communities of Practice ingesteld kunnen worden onder regie van het ministerie van EZ dan wel de RvO.
- Onze huidige economische orde kent veel prikkels die duurzame ontwikkeling en dus ook de toepassing van biomimicry belemmeren. Omdat regelgeving vaak achterloopt op de werkelijkheid, is het belangrijk dat bedrijven zelf initiatieven nemen en onderzoeken wat biomimicry ze kan brengen. In overleg met de Rijksoverheid kunnen dan wellicht belemmeringen in wet- en regelgeving weggenomen worden.
- Overheden kunnen een belangrijke rol spelen bij de verdere implementatie van biomimicry in ons land, bijvoorbeeld door duurzame oplossingen en lokale inbedding als voorwaarden te stellen bij aanbestedingen. Zo kunnen zij zelf het goede voorbeeld geven. Hier ligt een belangrijke taak voor diverse ministeries en lagere overheden.
- Om meer kennis te ontwikkelen en biomimicry in te bedden in de samenleving, is meer aandacht voor het onderwerp in het onderwijs noodzakelijk. Een van de pijlers hiervoor is het lectoraat Biomimicry dat in 2015 ingesteld wordt bij de HAS Hogeschool in Den Bosch. Kennis en ervaring zijn nog sterk verspreid, en onderzoek en onderwijs vinden nog op ad-hocbasis plaats. Door meer focus en bundeling zijn veel kansen te creëren.

Literatuur

CPB en PBL, 2006. *Welvaart en leefomgeving*.
Online: <http://www.welvaartenleefomgeving.nl/>

European Commission, 2010. [EPS]

FB&EI, 2010. *Global biomimicry efforts; an economic game changer*. San Diego: Fermanian Business & Economic Institute.

FB&EI, 2013. *Bioinspiration: an economic progress report*. San Diego: Fermanian Business & Economic Institute.

Hart, S. en M. Milstein, 2003. *Creating Sustainable Value*. In: *Academy of Management Executive*, 17 (2), p. 56-76.

Koedoot, Mirjam & Marianne Wildschut, 2015. *Natuur en Innovatie, natuur als inspiratiebron voor innovatie*. Velp, Hogeschool van Hall Larenstein.

Leenders, C. van, 2013. Een Community of Practice als instrument voor het versnellen van de transitie naar een duurzame samenleving. In: Overbeek, M.M.M. & I.E. Salverda, 2013 (red), *De energieke overheid: visies op netwerkend samenwerken voor een groene en veerkrachtige economie*. Den Haag, LEI Wageningen UR, LEI-nota 13-084, p. 74-84.

OECD, 2012. *The future of eco-innovation: the Role of Business Models in Green Transformation*. Background paper presented at the OECD/European Commission/Nordic Innovation Joint Workshop, 19-20 January 2012, Copenhagen.

Overbeek, G, B. Harms en S. van den Burg, 2013. Biodiversity and the Corporate Social Responsibility Agenda. In: *Journal of Sustainable Development*, 6 (9), pp. 1-11.

Rotmans, J., R. Kemp en M. van Asselt, 2001. *More evolution than revolution. Transition management in public policy*. *Foresight* 3, 1 p. 15-31.

Stichting BiomimicryNL, 2013. *Biomimicry Roadmap 2020, op weg naar een biomimicry kennisinfrastructuur in Nederland*. <http://www.biomimicrynl.org/data/downloadables/2/0/6/biomimicry-roadmap-2020-uitgebreid-bs-21-12092013.pdf>

Van Tulder, R., M. Bleijenbergh, M. Danse, R. Wiersinga, en M. Torpe, 2009. *CSR business models and change trajectories in the retail industry - a Dynamic Benchmark Exercise (1995-2007)*. RSM Erasmus University and LEI-Wageningen UR, Report 2009-075.

Worldwatch Institute Europe, 2013. *Business Innovation in a Living Economy*. Worldwatch Institute Europe Report 3.

Colofon

Deze brochure is tot stand gekomen dankzij een bijdrage van het ministerie van EZ. Dank daarvoor gaat uit naar Marian Hopman als beleidsmatige trekker van het onderwerp biomimicry, en Eduard van Beusekom, die het project vanuit de Directie Agro Kennis begeleid heeft.

De brochure is geschreven door Ellen Segeren van Segeren Tekst en Theo Vogelzang, projectleider van het onderzoek naar biomimicry. De brochure is samengesteld op basis van bijdragen van LEI-onderzoekers Greet Overbeek, Arianne de Blaeij, Ernst Bos en Paul van der Wielen. Vanuit Alterra Wageningen UR werden bijdragen geleverd door Joop Spijker, Barry de Vries en Charlotte Lelieveld.

Als reviewers zijn de auteurs dank verschuldigd aan Saskia van den Muijsenberg van de Stichting BiomimicryNL, en de collega's Janneke Vader, Gabe Venema, Martijn van der Heide en Jan Hugo Nuijt van LEI Wageningen UR.

LEI Wageningen UR, Den Haag, mei 2015

LEI-publicatie 14-129

Vormgeving

Wageningen UR, Communication Services

Fotografie

Shutterstock





LEI Wageningen UR verricht sociaal-economisch onderzoek en is de strategische partner voor overheden en bedrijfsleven op het gebied van duurzame en economische ontwikkeling binnen het domein van voeding en leefomgeving. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation van de Social Sciences Group.