

Tentoonstelling over de kruisbestuiving van natuur, wetenschap en creativiteit

bioesi

**Low Res pdf
!!! niet drukken !!!**

**Exhibition
on the Cross-Pollination
of Nature, Science
and Creativity**

**27.9.13–5.1.14
Het Nieuwe Instituut
Museumpark 25
Rotterdam**

Biodesign

Over de kruisbestuiving van natuur, wetenschap en creativiteit

De verhouding tussen mens en natuur is altijd problematisch geweest. Ontwerpers kunnen deze wisselwerking zo vorm geven, dat er nieuwe verbindingen ontstaan waar mens én natuur profijt van hebben. Biodesign zet de natuur in om aan menselijke behoeften te voldoen, op basis van dit streven naar symbiose. Het opent het perspectief op een nieuwe esthetiek en op nieuwe functies voor design, maar het brengt ook de gevaren in beeld.

De technologie waarmee wij biologische systemen kunnen toepassen, veranderen of zelfs totaal nieuw creëren, ontwikkelt zich razendsnel. Zo snel, dat onze culturele verwachtingen van de natuur erbij achterblijven. Ontwerpers, materiaalontwikkelaars en kunstenaars onderzoeken intussen hoe zij op allerlei manieren met levensprocessen kunnen werken. Bijvoorbeeld door huizen te bouwen met bomen die als luchtfilters functioneren. Of door microben in te zetten bij de productie van textiel.

Anders dan wij gewend zijn, gaat deze benadering niet uit van het exploiteren van de natuurlijke omgeving maar is samenwerking met de natuur het uitgangspunt. Ook als er eeuwenoude technieken zoals fermentatie worden toegepast.

Deze tentoonstelling presenteert verscheidene nieuw ontwikkelde processen, materialen en toepassingen waarbij biologie op een creatieve wijze wordt gebruikt. De uitzonderlijke voorbeelden stammen uit Nederland en de rest van de wereld. Sommige zijn puur praktisch, andere bestaan alleen nog op papier of zijn compleet verzonnen. Ze schetsen toekomstbeelden die ons helpen ons gedrag in een nieuw licht te overdenken.

Veelal reageert het getoonde werk op het Antropoceen, het tijdperk waarin wij nu leven. Kenmerkend voor deze fase is de grote invloed die de mensheid op de planeet uitoefent. De projecten proberen ons gedrag af te stemmen op het behoud van de natuurlijke omgeving. Ze slaan bruggen tussen ecosystemen en de gebouwde omgeving. En ze laten zien hoe die twee elkaar in stand kunnen houden en versterken.

William Myers

Biodesign

On the Cross-Pollination of Nature, Science and Creativity

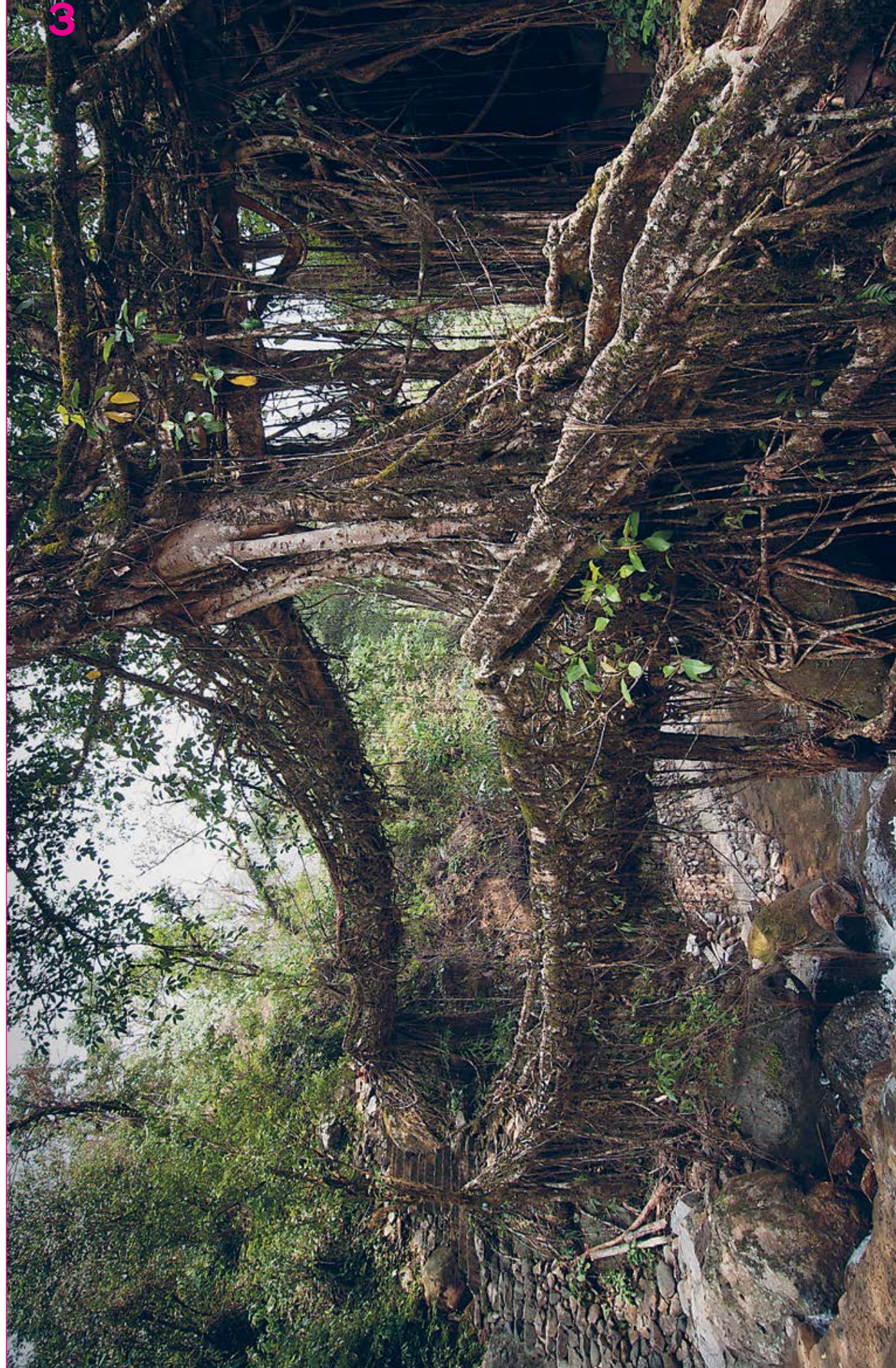
Designers initiate interactions between people and nature, mediating a historically troubled relationship and creating opportunities to connect in new ways for mutual benefit. Biodesign is an expression of this integration, of harnessing or altering nature for human purposes, foretelling beauties and new functions for design yet also warning of dangers.

Our technical ability to include, change and even create new biological systems is rapidly developing, racing past our cultural expectations of nature. While this startling change is underway, designers, material makers and artists are exploring the possibilities of working with life in a variety of ways, from supporting a building with trees to purifying the air and growing fabric using microbes.

This approach to working in partnership with biology contrasts with modern conventions of subduing and exploiting the environment yet it also echoes traditional techniques such as fermentation that are as ancient as civilization.

This exhibition highlights several newly developed processes, materials and applications utilizing biology in creative ways from the Netherlands and around the world. These outstanding examples range from the practical to the speculative to the purely fictional, suggesting possible futures that help us to question our behaviors in a new light. Many of these works respond to the reality of the Anthropocene: the name for the new global epoch we have entered and that is characterized by humanity's impact on the planet. Such projects attempt to align our behavior with the preservation of the environment, to erect bridges between ecosystems and the built environment and demonstrate the possibility that the two can benefit and ultimately sustain one another.

William Myers



Root Bridges of Meghalaya. Numerous designers, Khasi tribe, within present day India, photographs by Justin Ames and Lambert Shadap. (1500 – ongoing). Shaping and guiding biological processes is nothing new. These natural structures continue to grow and can last for hundreds of years.

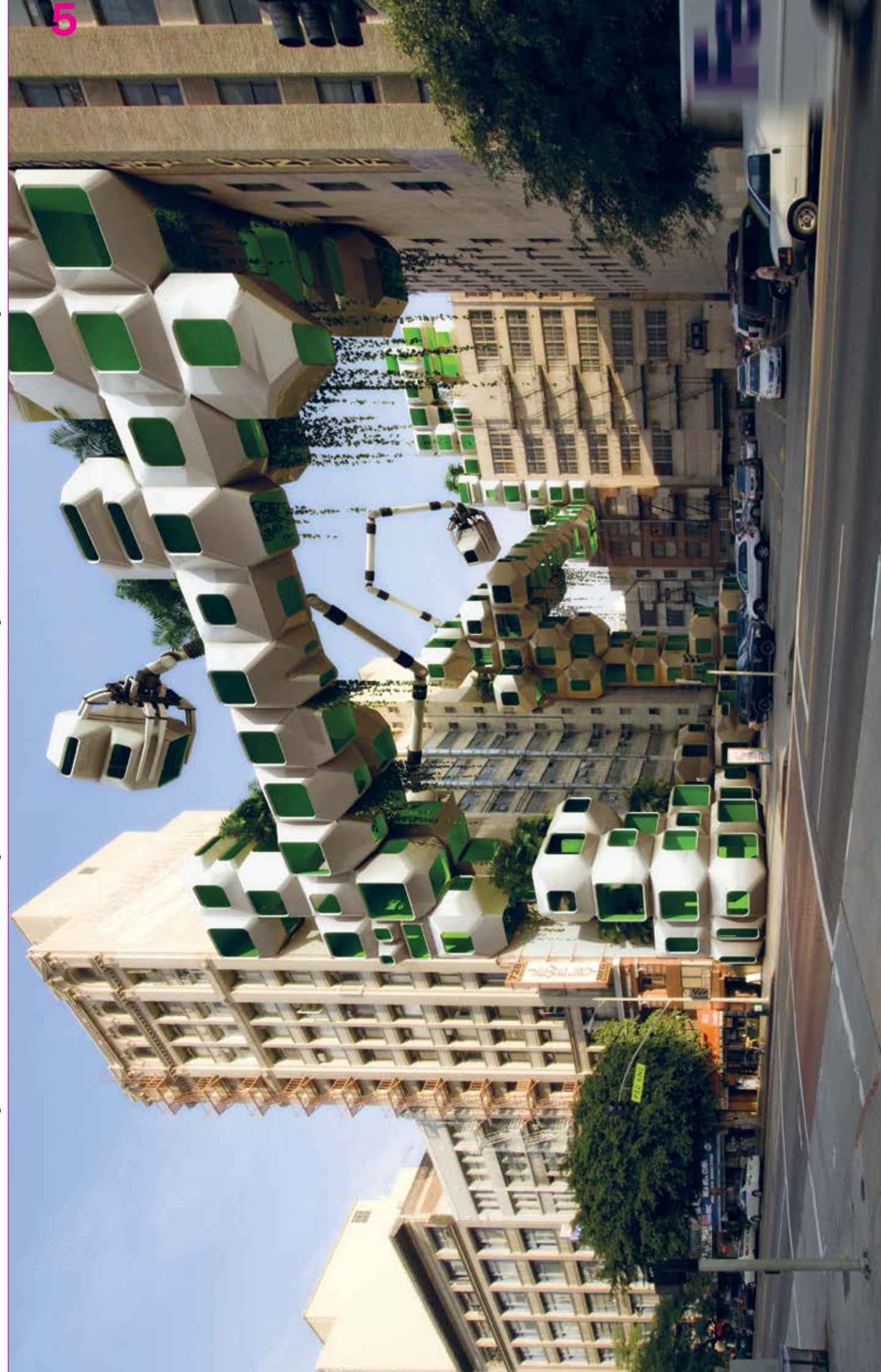
Wortelbruggen van Meghalaya. Vele ontwerpers en Khasi-stam (India), fotografie door Justin Ames en Lambert Shadap. (1500 – doorlopend). Het werken met biologische processen is niets nieuws: deze bruggen gemaakt van levende boomwortels zijn honderden jaren oud.



03

Baubotanik Tower, Living Footbridge, House of the Future, Ferdinand Ludwig (Research Group Baubotanik, IGMA, University of Stuttgart), Neue Kunst am Ried, Cornelius Hackenbracht, Oliver Storz, Daniel Schoenle (2009). Een manier van bouwen die gebruik maakt van de constructieve intelligentie van bomen.

Baubotanik Tower, Living Footbridge, House of the Future, Ferdinand Ludwig (Research Group Baubotanik, IGMA, University of Stuttgart), Neue Kunst am Ried, Cornelius Hackenbracht, Oliver Storz, Daniel Schoenle (2009). A building method that makes use of the constructive intelligence of trees.



05

Eco-pods: Pre-cycled Modular Bioreactor. Höweler + Yoon Architecture and Squared Design Lab (2009). Een vastgelopen bouwproject in het centrum van Boston op gang gebracht door beweeglijke modules.

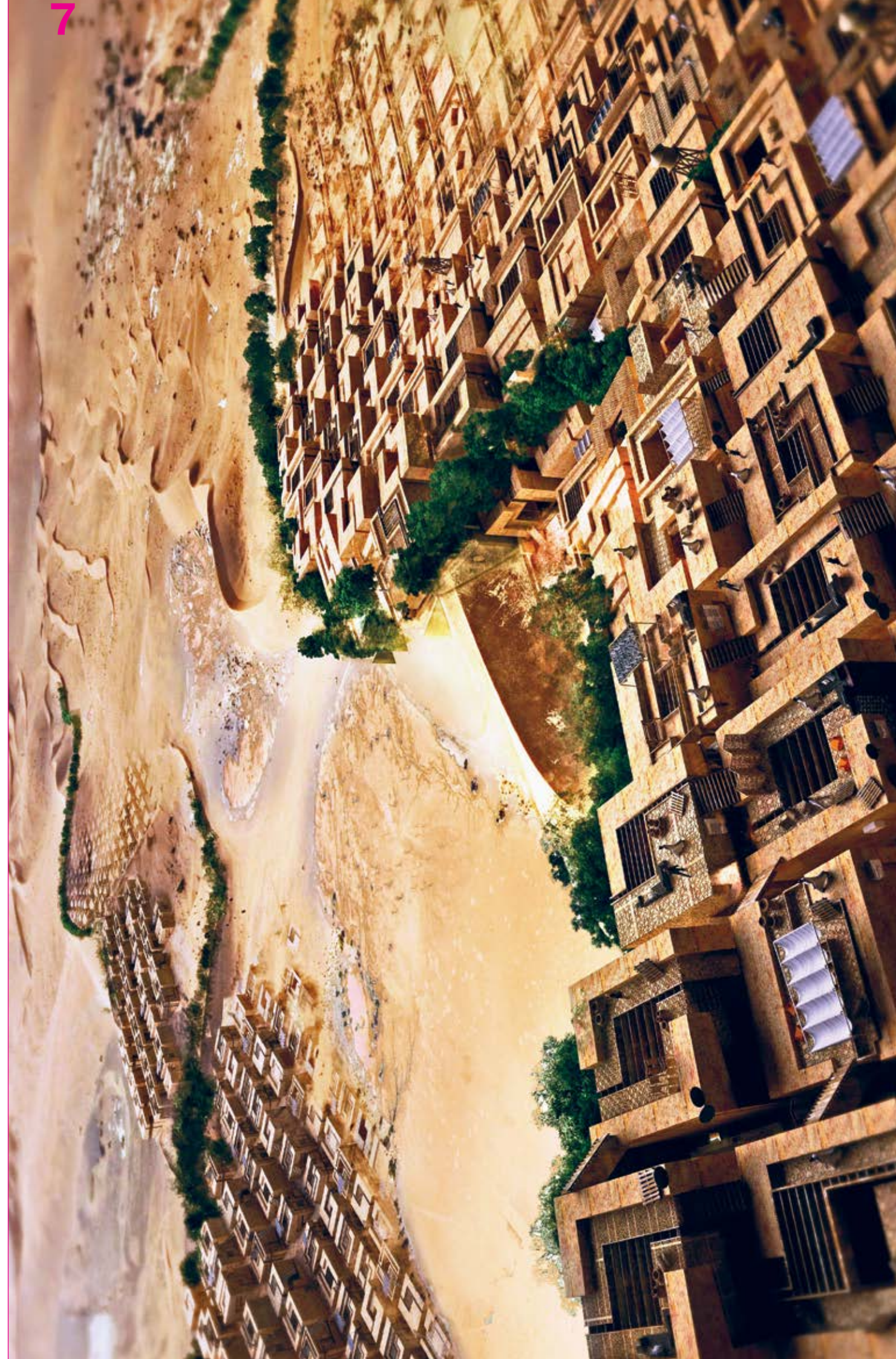
Eco-pods: Pre-cycled Modular Bioreactor. Höweler + Yoon Architecture and Squared Design Lab (2009). A stalled development in the center of Boston revived by moveable modules.



06

Bioreactor Facade at the BIQ – Das Algenhaus.
SSC Strategic Science Consult (2013).
Een woongebouw in Hamburg dat zijn eigen energie opwekt.

Bioreactor Facade at the BIQ – Das Algenhaus.
SSC Strategic Science Consult (2013).
A residential building in Hamburg that generates its own electricity.



07

Three Invincible Cities (drie onoverwinnelijke steden):
Sandra, Crystallia, Arachnia. Ordinary Ltd., Magnus Larsson &
Alex Kaiser (2013). Een gewaagd plan dat bacteriën, kristallen en
spinnenrag gebruikt voor een oplossing op grote schaal.

Three Invincible Cities: Sandra, Crystallia, Arachnia.
Ordinary Ltd., Magnus Larsson & Alex Kaiser (2013).
These imaginative urban strategies utilize bacteria, crystal formation
and spider silk for structures.



Growth Pattern. Allison Kudla (2013).
A traditional, organic tile made using living plant matter develops
and changes form in unpredictable ways.

Growth Pattern. Allison Kudla (2013).
Levend ontwerp: een onvoorspelbaar tegelpatroon.

9 Kunnen bacteriën nieuw inzicht verschaffen in stedelijke groei?

Bio City Map
Terreform ONE, Mitchell Joachim, Maria Aiolova, Nurhan Gokturk, Melanie Fessel. Verenigde Staten. 2013 – doorlopend.
Diverse media, waaronder bacteriën monsters, microscopen, metaal, glas. Voltoid.

Deze installatie is een projectie van de dichtheid van de wereldbevolking over de komende honderd jaar. Hierin zijn alle wereld-steden met elkaar verbonden in een continu groeisysteem, weergegeven met behulp van de door R. Buckminster Fuller in 1943 ontwikkelde Dymaxion Map. Zo vertonen zich de dwarsverbanden die over de hele planeet bestaan en die alleen maar sterker worden door de snelheid van de verstedelijking en de gevolgen van de klimaatverandering.

De achterzijde van de installatie zoomt in op gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid. Deze worden gevisualiseerd met behulp van de groei van levende bacteriën die gemodificeerd zijn om te gloeien onder ultraviolet licht. Het groeiproces van de bacteriën maakt biologische transformatiepatronen zichtbaar die opmerkelijke overeenkomsten vertonen met de groei van stedelijke gebieden. Vastgesteld is dat deze patronen vaak nauwkeuriger zijn dan computermodellen van stedelijke groei. Mogelijk brengt dit model groeipatronen aan het licht die we met gewone wiskundige simulaties over het hoofd zien.

02 Het werken met biologische processen is niets nieuws: deze bruggen gemaakt van levende boomwortels zijn honderden jaren oud.

Wortelbruggen van Meghalaya
Vele ontwerpers, Khasi-stam. Fotografie Justin Ames en Lambert Shadap. India. Ca. 1500 – doorlopend.
***Ficus elastica* (rubberboom), *Areca catechu* (betelnootpalm). In productie.**

De deelstaat Meghalaya in Noordoost-India is met een neerslag tot 1200 cm per jaar een van de natste plekken op aarde. In de heuvels van Khasi en Jaintia zorgt de regen voor snelstromende rivieren die gevaarlijk zijn om over te steken. Bruggen zijn van levensbelang voor de lokale bevolking.

De stammen die al eeuwenlang in dit gebied wonen, hebben een doeltreffende natuurlijke oplossing gevonden: bruggen gemaakt van levende boomwortels. Nadat deze door mensen in model zijn gebracht blijven ze doorgroeien, wat ze in de loop van de tijd alleen maar sterker maakt. Bij de wortelbruggen van Meghalaya wordt gebruikt gemaakt van de *Ficus elastica* (rubberboom). Deze bomen gedijen op berghellingen en hebben een krachtig wortelstelsel. Aangenomen wordt dat veel van deze bruggen meer dan vijfhonderd jaar oud zijn.

Helaas zijn veel van de rivieren in de regio de afgelopen jaren vergiftigd geraakt door de afvoer van nabijgelegen illegale mijnen. Hierdoor dreigen deze ingenieuze bouwwerken te verdorren en af te sterven.

03 Een manier van bouwen die gebruik maakt van de constructieve intelligentie van bomen.

Baubotanik Tower, Living Footbridge, House of the Future
Ferdinand Ludwig (Research Group Baubotanik, IGMA, University of Stuttgart), Neue Kunst am Ried, Cornelius Hackenbracht, Oliver Storz, Daniel Schoenle. Duitsland. 2009 en 2005. Zilver wilg (*Salix alba*), gewone wilg (*Salix viminalis*) stalen buizen. Voltoid.

Een groep architecten aan de universiteit van Stuttgart houdt zich bezig met 'Baubotanik', zoals zij het ontwerpen van constructies met

levende bomen noemen. Wat zij willen bereiken is een betere integratie van de architectuur in het milieu. Onderzoek en toepassing gaan gelijk op door architecten, ingenieurs en natuurwetenschappers samen te brengen voor het creëren van een bouwwerk en het uitproberen van nieuwe mogelijkheden.

Een belangrijk aspect van de demonstratieprojecten is het gebruik van planten als dragende structuren, profiterend van wat de architecten de 'constructieve intelligentie' van bomen noemen: net als menselijke spieren worden boomtakken van nature sterker in reactie op stress of een hogere belasting. Tegelijkertijd lopen de onderzoekers door dit proces tegen de onbeheersbaarheid van natuurlijke groei aan. Het gebrek aan controle leidt tot een 'esthetica van de onzekerheid'.

04 Waarom een huis bouwen wanneer je het kunt laten groeien?

Fab Tree Hab
Terreform ONE, Mitchell Joachim, Lara Greden, Javier Arbona. Verenigde Staten. 2005 – doorlopend.
Mal van steigers, verscheidenheid aan inheemse bomen. Concept.

Dit concept gaat uit van een methode voor het laten groeien van woningen uit inheemse boomsoorten die onderdeel blijven van het plaatselijke ecosysteem. De constructie krijgt de gewenste vorm door enten. Afhankelijk van de weersomstandigheden en de lokatie duurt het ongeveer zeven jaar tot het huis volledig uitgegroeid is.

Het maken van Fab Tree Hab is gebaseerd op een oude vlechttechniek om bomen te modelleren, waarbij je de takken zodanig verweeft dat ze met elkaar vergroeien tot bogen, roosters of schermen. De stammen van zelf-entende bomen, zoals de iep, de eik of de kornoelje, vormen de dragende elementen, terwijl de takken zorgen voor een doorlopend kriskras frame voor de muren en het dak. Over de hele buitenkant bevindt zich een dichte beschermende laag van wijnranken.

05 Een vastgelopen bouwproject in het centrum van Boston op gang getrokken door beweeglijke modules.

Eco-pods: Pre-cycled Modular Bioreactor
Höweler + Yoon Architecture en Squared Design Lab. Verenigde Staten. Algen bioreactor, algen, geprefabriceerde modules, diverse planten. Concept.

Deze flexibele architectuur grijpt terug op de ideeën van de Metabolistische architecten en theoretici uit het naoorlogse Japan. Zij zagen stedelijke groei als een natuurlijke kringloop met perioden van expansie, verval en wedergeboorte.

De doelstelling van dit plan is de lokale economie en ecologie van Boston te stimuleren door een combinatie van energieproductie en architectuur, gebruik makend van het geannuleerde bouwproject dat bekend staat onder de naam Filene's Development.

De architecten hebben geprefabriceerde modules ontworpen die kunnen dienen als incubators waarin de kweek van algen plaatsvindt voor het verkrijgen van biobrandstof. De mogelijkheid om deze 'pods' te verplaatsen en in elkaar te laten grijpen zorgt ervoor dat ze verschillende ruimtelijke functies kunnen vervullen. Ze kunnen worden geplaatst op een braakliggend perceel of bovenop een leegstaand gebouw, waarbij eventuele tussenruimtes worden ingevuld met productieve tuinen.

06 Een woongebouw in Hamburg dat zijn eigen energie opwekt.

Bioreactor Façade at the BIQ – Das Algenhaus
SSC Strategic Science Consult GmbH., Hamburg. Duitsland. 2013. Bioreactor façade met algen. Voltoid.

Dit vijf verdiepingen tellende woongebouw in Hamburg kweekt microalgen om in zijn eigen elektriciteit te voorzien. De algen gedijen op zonlicht en kooldioxide uit de omgeving en zijn opgenomen in glazen panelen aan de gevel. De natuurlijke oliën van de algen worden geëxtraheerd om te dienen als biobrandstof.

Het omhulsel van levend materiaal geeft het gebouw zijn karakteristieke kleur, terwijl het ook voor schaduw zorgt en voor het absorberen van hitte en geluid. Zonne-energie wordt opgevangen door thermische collectoren en omgezet in elektriciteit voor onmiddellijk gebruik door het gebouw.

Het BIQ-gebouw is voortgekomen uit een competitie die het gebruik bepleitte van intelligente materialen en systemen in de architectuur.

07 Een gewaagd plan dat bacteriën, kristallen en spinnenrag gebruikt voor een oplossing op grote schaal.

Three Invincible Cities (drie onoverwinnelijke steden): Sandra, Crystalia, Arachnia
Ordinary Ltd., Magnus Larsson, Alex Kaiser. Zweden en Ierland. 2013. Animaties, video, modellen. Prototype.

Dit speculatieve, stoutmoedige plan omvat bouwwerken van zand, kristallen en spinnenrag en de vorming van een barrière van 6000 km als buffer tegen het oprukken van de Sahara. De bedenker wil een bepaalde bacteriesoort inzetten om woestijnduinen te transformeren tot zandsteen, dat vocht kan verzamelen, bescherming bieden aan bomen en onderdak aan duizenden mensen.

De urgentie van het probleem dat dit project probeert aan te pakken valt moeilijk te overschatten. Een onderzoek van de Verenigde Naties leidde tot de conclusie dat 'woestijnvorming zich heeft ontpopt als een milieucrisis van wereldwijde omvang, die momenteel naar schatting 100-200 miljoen mensen bedreigt alsmede de levens en het levensonderhoud van een nog veel groter aantal.'

Op elegante wijze gebruikt dit ontwerp de energie die deel uitmaakt van het probleem om het probleem zelf op te lossen: hoewel het voornaamste doel zou zijn een barrière te creëren tegen zand dat verplaatst wordt door de wind, wordt de constructie van dit bouwsel juist geholpen door de werking van de wind. De inspiratie voor deze speculatieve steden is Italo Calvino's roman *Le città invisibili* uit 1972.

08 Plantenwortels als medicijn voor zieke gebouwen.

Bio-Mechanical Hybrid: Active Modular Fytoremediatie Systeem (AMPS)

The Center for Architecture, Science and Ecology (CASE), Rensselaer Polytechnic Institute.

Verenigde Staten. 2010 – doorlopend. Hybride hydrocultuurplanten (o.a. Engelse klimop (*Hedera helix*), Boston varen (*Nephorolepis exaltata*)) biologisch plantaardig mediamix, rhizosfeer microbiële gemeenschappen. Prototype.

Het is algemeen bekend dat moderne bouwmethoden een negatieve invloed hebben op het interieur van gebouwen en zodoende bijdragen tot gezondheidsproblemen voor veel mensen. Deze situatie wordt vaak nog verslechterd door de vervuiling van de stedelijke ruimte waarin de gebouwen zich bevinden.

Dit prototype draagt bij aan de verbetering van de luchtkwaliteit en het terugdringen van het gebruik van energieverslindende verwarmings-, ventilatie- en airconditioningsystemen.

Het Fytoremediatie System bestaat uit modulaire pods waarin hydrocultuurplanten bevestigd zijn aan een wand. Door de toegepaste kweekmethode komen de plantenwortels bloot te liggen, wat resulteert in drie tot vier keer meer efficiëntie dan bij potplanten, waarbij de bladeren zorgen voor het filteren van de lucht. Omdat de lucht in dit geval over de wortels heengaat, kunnen deze gifstoffen absorberen, met inbegrip van fijnstof en vluchtige organische stoffen die schadelijk zijn voor de gezondheid.

Dit biologische luchtreinigingssysteem zal worden getest in het Public Safety Answering Center II, een Emergency Response Center in New York.

09 Levend ontwerp: een onvoorspelbaar tegelpatroon.

Growth Pattern Allison Kudla. Verenigde Staten. 2013. Tabaksbladeren, petrischalen, groeimiddel. Voltotooid.

De kunstenaar heeft een levend systeem gebruikt voor het maken van een visueel motief dat op een onvoorspelbare manier van vorm verandert. Tabaksbladeren zijn gestanst tot een tweezijdig symmetrisch patroon en geplaatst in een tegelwerk van vierkante schalen, waarin zich de voedingsstoffen en hormonen bevinden die nodig zijn om nieuwe bladgroei te laten plaatsvinden. De cellen van de plant zijn *totipotent*, dat wil zeggen dat ze zich kunnen vermenigvuldigen en differentiëren tot alle celtypes van het hele organisme.

In Growth Pattern ondergaan de nieuwe bladeren morfologische veranderingen, waarmee ze voortborduren op het oorspronkelijke motief. Hoewel elke tegel in principe een gesloten ecosysteem is, kan onopzettelijke besmetting leiden tot verval van het plantenweefsel, zodat het ontwerp ook langs deze weg op een onvoorspelbare manier kan veranderen.

10 Een verticaal bos en een internationale proeftuin voor Milaan.

BIOMILANO Bosco verticale (verticaal bos) en Expo 2015 (Milaan). Stefano Boeri Architetti (Stefano Boeri en Michele Brunello). Italië. 2013 en 2015. Verschillende media en materialen, inclusief illustraties en diagrammen. In ontwikkeling en concept.

BIOMILANO is een zedelijk plan gericht op het ecologisch herstel van Milaan. De architect wil een biodiverse metropool creëren met een toename van het aantal ruimtes met plantengroei, inclusief nieuwe vormen van landbouw. Het project is ook bedoeld om het ontstaan van nieuwe bedrijven en werkgelegenheid te stimuleren in duurzame sectoren zoals de opwekking van hernieuwbare energie.

We lichten hier twee onderdelen van het plan uit. Het eerste is Bosco Verticale (verticaal bos), een woonproject in het centrum van Milaan. Met zijn dubbele torens is het een gewaagd experiment waarin huisvesting en herbebossing worden gecombineerd. Met hoogtes van respectievelijk 110 m en 76 m bieden de torens plaats aan meer dan negenhonderd bomen en enkele honderden struiken van diverse soorten. Voor het aanleggen van een even groen landoppervlak zou ongeveer 10.000 vierkante meter ononderbroken bos benodigd zijn, of 50.000 vierkante meter in een conventionele residentiële omgeving. Dit verticale bos heeft verschillende voordelen: naast de aantrekkelijkheid van het dichte

gebladerte kunnen de planten onderdak bieden aan een grote hoeveelheid vogels en insecten.

Het tweede onderdeel dat we hier behandelen is Expo 2015, ontworpen voor de wereldtentoonstelling die in Milaan zal worden gehouden in 2015. In het kader hiervan zal in het noordwesten van de stad een enorme ‘globale keuken’ worden gecreëerd. In plaats van de traditionele nationale paviljoens krijgt elk deelnemend land een stuk grond ter beschikking om methoden voor bescherming en herstel van biodiversiteit te laten zien, naast nieuwe oplossingen in verband met voedselproductieproblemen.

11 Een groen gebouwencomplex in Singapore.

Solaris @ 1-North Singapore T.R. Hamzah & Yeang Sdn. Bhd. Maleisië. 2013. Bouwcomponenten, geïntegreerde photo-voltaics, verschillende inheemse bomen en vegetatie. Voltotooid.

Dit gebouw biedt ruimte aan een groot aantal vormen van gebruik, van huizen en winkelunits tot auditoria. Een onderzoek van de lokale ecosystemen voorafgaand aan de bouw bracht een verwoeste omgeving aan het licht. Om iets aan de afwezigheid van leven te doen, heeft de Solaris toren zwaar beplante gevels en terrassen in de vorm van een continue spiraal die loopt van de begane grond tot de bovenste verdieping. De gekozen planten zijn inheemse soorten.

Het gebouw heeft systemen om regenwater op te vangen, grijs water te recyclen en energie op te wekken met behulp van zonnepanelen. Ook houdt men rekening met toekomstig gebruik van ruimte en materialen: de meeste componenten zijn mechanisch verbonden en niet chemisch, zodat demontage en hergebruik mogelijk zijn.

12 De wolkenkrabber van de toekomst als levend onderdeel van de genetwerkte stad.

It's Alive Rob House (illustrator) in opdracht van Arup. Groot-Brittannië en wereldwijd. 2013. Illustratie. Concept.

In het jaar 2050 zal de wereldbevolking naar schatting negen miljard mensen bedragen, waarvan driekwart in steden woont. Deze ontwikkeling brengt consumptiecycli met zich mee die de schaarse natuurlijke hulpbronnen bedreigen en de klimaatverandering verheiligen. Deze grimmige prognose voerde tot het idee om een wolkenkrabber op te vatten als een verzameling flexibele systemen die hulpbronnen als voedsel en energie creëren en recyclen.

Arup's Foresight + Innovation laat in het rapport *It's Alive!* zien hoe je een dergelijk bouwwerk kunt ontwerpen. De leidende gedachte is dat gebouwen letterlijk levende en ademende organismen moeten worden om zo efficiënt en effectief te zijn als in de toekomst noodzakelijk zal zijn. Volgens dit uitgangspunt moet de wolkenkrabber via een uitgebreid netwerk verbonden zijn met de stad, de omgeving en de gebruikers om te kunnen reageren op veranderende omstandigheden.

13 Onze omgeving wemelt van de micro-organismen die normaalgesproken onzichtbaar zijn.

Contaminant Steve Pike. Groot-Brittannië. 2013. Vaten met micro-organismen. Voltotooid.

We delen onze omgeving met een groot aantal microben. Deze zijn van ons afhankelijk voor voedingsstoffen en oppervlakken om op te groeien. Op onze beurt zijn wij van hen afhankelijk voor het functioneren van ons lichaam – van de spijsvertering tot immuniteit tegen ziekte. *Contaminant* maakt deze micro-organismen zichtbaar terwijl ze zich voortplanten en voortdurend subtiel veranderen. Deze microbenpopulaties zijn unieke voorbeelden van vormgeving, organisatie en symbiose.

Dit werk bestaat uit een aantal vaten met micro-organismen die op hun beurt zijn blootgesteld aan de micro-organismen in de ruimte. De bezoekers brengen extra microben de ruimte binnen, waardoor ze tijdens de loop van de tentoonstelling de vorm van de micro-organismen in de vaten vervuilen en veranderen.

Je kunt de installatie zien als een uitdaging om onze opvattingen over schoonheid en afschuw te herzien. Het is een hybride, levend object dat zinspeelt op een toekomstige levende architectuur, ver verwijderd van het modernistische streven naar hygiëne en steriliteit.

14 Algen die biobrandstoffen produceren en kleurrijk design in huis brengen.

Algaerium Marin Sawa+ Nixon Group en Helgardt Group, Imperial College London. Japan, Groot-Brittannië. 2009 – doorlopend. Glas, water, zeealgen (o.a. *Tetraselmis so.*, *Dunaliella sp.*, *Pyrocystis Lunula*) zoetwater algen (o.a. *Hydrodictyon sp.*). Prototype.

Dit project is een voorstel om algen in de gebouwde omgeving te brengen als een onderdeel van de verlichting en een voortdurend veranderend decoratief element. De processen van fotosynthese- en bioluminescentie in deze plant kunnen we benutten voor ontwerp-oplossingen die zowel kunnen functioneren in een moderne woning als in stedelijke buitenruimtes. De ontwerper maakt gebruik van eenvoudige maar krachtige micro-organismen om dynamische kleursystemen te construeren die reageren op hun directe omgeving.

Algaerium is vervaardigd in een biologisch thuislaboratorium en is gebaseerd op kennis afkomstig uit de biologie en de moleculaire gastronomie (een subdiscipline van de voedingswetenschap). Stammen van algen worden gecultiveerd die zijn aangepast aan de omgeving van het ontwerp en kunnen dienen als bron van groene energie. De algen worden ingekapseld in een 'biologische huid' waar het normale proces van fotosynthese kan plaatsvinden, waarbij kooldioxide wordt geabsorbeerd en zuurstof geproduceerd.

Door een modulaire opstelling van transparante, flexibele buizen circuleert een cocktail van algencapsules en water geprepareerd met kunstmatige, van kleur veranderende elementen die reageren op het kooldioxide niveau. Bovendien zijn sommige van de algen bioluminescent, zodat samen met het wisselende zonlichtniveau – dat fotosynthese bevordert – de kleur van het systeem verandert. Door de beweging van het water gaat een deel van de micro-organismen gloeien.

15 Beton dat zichzelf repareert met de hulp van bacteriën.

BioConcrete Henk Jonkers, TU Delft. Nederland. Beton, bacteriën (Sporosarcina pasteurii), calcium lactaat. Prototype.

Traditioneel beton is een onmisbaar materiaal in de bouwindustrie. De productie ervan is echter zeer belastend voor het milieu. Liefst vijf procent van alle door de mens veroorzaakte kooldioxide-emissies is afkomstig van de productie van beton. Bovendien is het na verloop van tijd gevoelig voor scheurvorming.

In de natuur komt een eindeloze verscheidenheid aan bacteriën voor, waarvan er vele goed zijn aangepast aan kunstmatige, soms extreme omgevingen. Vanuit menselijk perspectief lijkt beton een onherbergzaam milieu voor elke vorm van leven. Een bepaalde soort bacteriën gedijt echter niet alleen in dergelijke barre omstandigheden, maar produceert ook van nature kalksteen. Deze bacteriën zijn toegevoegd aan BioConcrete, waardoor het zelf scheuren kan dichten en zwakke plekken versterken.

BioConcrete, als het geperfectioneerd kan worden en op grote schaal kan worden toegepast, zou tegelijkertijd de economie en het milieu kunnen baten.

16 Een herziene versie van de aloude baksteen, gemaakt met de hulp van bacteriën.

BioBrick Leon van Paassen, TU Delft Nederland. 2012 – doorlopend. Zand aggregaat, bacteriën (Sporosarcina pasteurii). Prototype.

De baksteen is een uiterst praktische bouwcomponent die duizenden jaren relatief onveranderd is gebleven. Hij is duurzaam en eenvoudig, met een formaat dat is afgestemd op de menselijke hand. De productie ervan is echter zeer milieubelastend vanwege de grote hoeveelheden benodigde landbouwgrond en het hoge energieverbruik.

De BioBrick zet bacteriën in om een alternatief te produceren met dezelfde sterkte en duurzaamheid als die van een conventionele baksteen. De bacteriën worden samengevoegd met zand en een oplossing van calciumchloride en ureum. Dit brengt het proces van calciëtprecipitatie op gang, waarbij de bacteriën de zandkorrels aan elkaar smelten en op die manier steen vormen.

Net als alle biologische processen is dit procédé gevoelig voor omgevingsfactoren en op dit moment is het nog onvoldoende beheersbaar voor toepassing in het hoge tempo van de industrie. Factoren als temperatuur, voedingsstofdichtheid en zuurgraad moeten binnen bepaalde waarden blijven om te zorgen dat het werkt en het kan een volle week duren om een steen te vormen.

17 De industriële techniek kent vele wonderen, maar wat als er al die tijd een veel betere biologische oplossing heeft bestaan?

Mushroom® Packaging en Mushroom® Wall Insulation Ecovative.

Verenigde Staten. 2007. Mycelium, lokaal landbouw afval. In productie/ Voltotooid.

Synthetisch verpakkingsmaterialen maken een groot deel uit van ons afval en blijven na gebruik eeuwenlang in de grond, die er soms door vergiftigd wordt. Mushroom® Packaging verpakkingsmateriaal benut een natuurlijk proces ter vervanging van een industrieel-chemisch proces.

Mycelium is het wortelstelsel van paddenstoelen dat in agrarisch afval vrijelijk groeit en daarbij alle beschikbare ruimte opvult

met een polymeermatrix. Het resultaat is een stevige lichtgewicht structuur die onder droge omstandigheden even duurzaam is als polystyreen, maar volledig biologisch afbreekbaar is, zonder schadelijke bijwerkingen.

Verschillende bedrijven hebben Mushroom® Packaging in gebruik genomen voor het verpakken van hun producten, waaronder Steelcase, Crate & Barrel en Dell Computers. Het materiaal is Cradle to Cradle Gold gecertificeerd en is bekroond met de Postcode Loterij Green Challenge Award.

Mushroom® Wall Insulation is isolatiemateriaal dat is gemaakt van agrarische bijproducten, bijvoorbeeld maïsstengels, samengebonden door mycelium. In tegenstelling tot isolatiemateriaal dat is gemaakt van op aardolie gebaseerde kunststoffen is deze wandisolatie organisch en volledig hernieuwbaar. De vorm is variabel en kun je eenvoudig veranderen door het groeivat aan te passen. Het materiaal isoleert even goed als kunststof schuim en is (in tegenstelling tot kunststof schuim) klasse A brandwerend zonder chemische toevoegingen.

18 Een veelzijdige, hoogwaardige en duurzame textielsoort gemaakt van suikerriet.

Biobased Xorel Carnegie. Verenigde Staten. 2012. Biobased polyethyleen gewezen textiel. In productie.

Dit materiaal is een bijzonder sterke en duurzame textielsoort die bijna overal kan worden toegepast als wandbekleding of stoffering – van huizen en kantoren tot luchthavens en ziekenhuizen. Het materiaal is geweven van een polyethyleen garen dat is gemaakt van suikerriet, een snelgroeiende en duurzame plant. Het materiaal neemt gemakkelijk kleurstoffen op en voldoet aan de hoogste normen op milieugebied – Xorel is Cradle to Cradle (C2C) Gold gecertificeerd. Dit is een update van een eerdere versie van Xorel waarbij nog aardgas werd gebruikt voor het produceren van de polyethyleen vezels.

19 De natuur in huis met dank aan de Guyabano-boom.

Natural Wall Covering (natuurlijke wandbekleding)

Magiclean Corp./ TCI Tang Chen International. Filipijnen. Bladeren, schors, vezels en schelpen. Prototype.

Synthetische en op olie gebaseerde materialen kunnen vaak worden vervangen door natuurlijke producten, wat duurzame praktijken kan versterken en inkomsten genereren uit onderbenutte bronnen.

Dit binnenmuur- en meubelbekledingsmateriaal bestaat voor het grootste deel uit bladeren van de Guyabano-boom. Na bewerking perst men deze bij elkaar, met toevoeging van lijmostoffen op waterbasis, om het resultaat vervolgens met de hand te weven. Het resultaat is een materiaal dat zijn biologische oorsprong niet verloochent.

De Guyabano-boom is ontstaan in de tropische delen van Amerika, maar wordt nu ook verbouwd op de Filipijnen. Andere componenten van de boom, zoals de schors en het fruit, worden gebruikt voor medisch onderzoek. Het gebruik van de bladeren voegt een extra voordeel toe aan de teelt van deze bomen, die waar je ze kweekt de lucht, de bodem en het water schoonhouden.

20 De logica van natuurlijke groei als basis voor nieuwe design-tools.

Bio Computation & Bio Processing David Benjamin, met Fernan Federici voor Bioprocessing. Verenigde Staten. 2011 – doorlopend. Grafisch, objecten, video. Prototype/ Concept.

Dit project brengt verschillende deskundigen samen – ontwerpers, synthetisch biologen en wiskundigen – om nieuwe methodes van het toepassen van biologische systemen als designtools te onderzoeken. Er bestaan weliswaar veel voorbeelden van het gebruiken van natuurlijke vormen in design en architectuur, maar in dit geval probeert men de logica van de natuur te vangen. Dit uitgangspunt gaat terug op het onderzoek van D'Arcy Wentworth Thompson, zoals vastgelegd in diens baanbrekende *On Growth and Form* (1917). Meer in het bijzonder wordt gekeken naar de processen van optimalisering in planten.

Bio Processing maakt gebruik van regelmatige patronen in de celgroei van xyleem (plantenweefsel dat bestaat uit vaten) om bouwkundige constructieproblemen op te lossen. Een van de doelstellingen is het complexe gedrag van deze cellen op microscopische schaal af te leiden en toe te passen op architecturale schaal. Het team heeft de fysieke beperkingen van de cel onderzocht om te zien hoe het exoskelet ervan oplossingen zou kunnen bieden voor materiaaldistributie in architectonische vormgeving.

De hier afgebeelde fysische modellen tonen het ontwerp van een exoskelet dat is afgeleid van evolutionaire computatie, en een tweede, iets groter model dat is ontworpen met behulp van een vergelijking die het groei-gedrag van xyleemcellen beschrijft.

21 Het spijsverteringskanaal van de slak opgevat als fabriek voor de productie van een ongebruikelijk materiaal.

Slakken Lieske Schreuder. Nederland. 2012. Slakkenuitwerpselen gebruikt in tegels en draden, slakkenuitwerpselenmachine. Prototype.

Dit project is gebaseerd op een toevallige ontdekking van de ontwerpster: de Segrijnslak (de gewone tuinslak) blijkt gebruikt papier grif te verorberen. Vervolgens produceert de slak uitwerpselen met de kleur van het betreffende papier. De slakkenmest is kneedbaar en kun je gebruiken voor het maken van decoratieve tegels of garen.

Zij creëerde een laboratorium om gecontroleerd onderzoek te verrichten naar de papier eetgewoonten van slakken – en hun uitwerpselen. De bijbehorende gebouwde machine verwerkt het materiaal door het te malen, mengen en persen, wat resulteert in unieke kleurcombinaties en patronen. De machine is mobiel, zodat tegels ‘on the spot’ gemaakt kunnen worden. De draad is 5 mm in diameter en erg delicaat. Het is handgemaakt door de slakkenuitwerpselen met een spatel door een vorm te drukken.

De ontwerpster wil graag productie op grotere schaal realiseren en bijvoorbeeld een vloerbedekking ontwikkelen die van het slakkenmateriaal is gemaakt. “Stel je voor dat alle slakken ter wereld papier recyclen en dat we daar vloerbedekking van kunnen maken.”

DOEN Materiaalprijs genomineerde van 2012.

22 Een eeuwenoude ambachtelijke techniek voor het maken van stof uit hout.

Wood Textiles Lenneke Langenhuijsen. Nederland. 2010.

Houtvezels en viscosedraad. In productie. Het plat slaan van bast is een eeuwenoude ambachtelijke techniek en een van de oudste

12 methodes om textiel te maken. Helaas is het bijna in vergetelheid geraakt onder de invloed van de massaproductie van het weven met katoen.

De bewoners van het kleine eiland Tonga in de Stille Oceaan gebruiken nog steeds deze traditionele methode voor het maken van een zachte en soepele textielsoort uit hout. De textielen maken een belangrijk onderdeel uit van hun cultuur en worden gebruikt voor religieuze ceremoniën zoals bruiloften en begrafenissen.

Eerst oogsten ze de bast van de papier-moerbei (*Broussonetia papyrifera*), laten deze weken en slaan hem daarna plat. De houtvezels verbinden zich met elkaar, wat een zachte, kneedbare vorm oplevert die vergelijkbaar is met dun leer en gemakkelijk natuurlijke kleur-stoffen, zoals indigo, aanneemt.

Door onderzoek naar deze traditionele methode van textiel maken met hout is het materiaal herontwikkeld voor gebruik in het interieur als stof voor meubels en andere objecten. Het hout wordt omgevormd door middel van lasersnijden, modelleren, plooiën, borduren, wassen, drukken en verven. Door de houtvezels te naaien kan het gewassen worden op 60 graden.

De bomen kunnen duurzaam worden gekweekt zonder gebruik van chemicaliën of bestrijdingsmiddelen, temidden van andere gewassen. Het procedé vergt weinig water in vergelijking met andere textielgewassen, zoals katoen. Het eindresultaat is een potentiële bron van inkomsten voor de eilandbewoners. DOEN Materiaalprijs genomineerde van 2011.

- 23 Meubels bakken: een nieuwe ambachtelijke techniek.**

Soilid Erez Nevi Pana. Israël. 2013. Aarde, schimmels, voedingsstoffen en andere natuurlijke materialen. In productie.

Deze meubelen beginnen als een mengsel van aarde, schimmels, voedingsstoffen en kleine hoeveelheden micro-organismen. Net als deeg voor brood krijgt dit mengsel ’s nachts de gelegenheid bij kamertemperatuur te rijzen. De combinatie van voedingsstoffen en micro-organismen leidt tot chemische reacties die de omvang van het materiaal verdubbelen.

Dit ‘deeg’ gaat in een mal en wordt gebakken tot een harde vorm die sterk genoeg is om hem te kunnen schuren, zagen en boren. De gebruikte procedés en grondstoffen zijn volledig natuurlijk en de resultaten zijn water-bestendig en sterk genoeg om te kunnen worden gebruikt als meubilair.

Met goedkope ingrediënten die makkelijk te vinden zijn op de plaatselijke markt, is dit nieuwe materiaal eenvoudig te produceren. Het is niet alleen toegankelijk maar ook licht en milieuvriendelijk.

- 24 Mos zien we vaak als onkruid, maar het potentieel ervan als bron van elektriciteit zou ons oordeel wel eens sterk kunnen veranderen.**

The Moss Table Carlos Peralta en Alex Driver (kunstenaars), Paolo Bombelli (wetenschappelijke ontwikkeling). Groot-Brittannië, Italië. 2011. ABS kunststof, acryl, koolstofvezel, carbon-papier met platina microdeeltjes, neopreen, mos, aarde, water. Prototype.

De ontwerpers van The Moss Table zien in deze plant een aannemelijke kandidaat voor toepassing in een technologie in opkomst: bio-fotovoltaïsche energieopwekking, oftewel het rechtstreeks gebruiken van biologische processen voor het genereren van energie.

Tijdens het proces van fotosynthese maakt mos een aantal organische verbindingen,

waarvan sommige in de grond terechtkomen. Symbiotische bacteriën voeden zich op hun beurt met deze verbindingen en wanneer ze deze voor eigen gebruik afbreken komt een kleine elektronenstroom vrij. Door de geladen deeltjes te absorberen met behulp van koolstofvezels kunnen ze worden gekanaliseerd tot een elektrische stroom. The Moss Table laat zien hoe je dergelijke processen in de toekomst kunt inzetten om kleine apparaten, zoals lampen en klokken, van stroom te voorzien.

- 25 Dit prototype anticipeert op een toekomst waarin voorwerpen worden gekweekt door cellen in plaats van gemaakt door machines.**

Gen2 Seat/ Genetic Generation Seat Mitchell Joachim, Terreform ONE, Genspace. Verenigde Staten. 2012. Biopolymeer van Acetobacter xylinum, chitine, mycelium. Prototype.

Dit prototype is ontwikkeld met mede-werking van een team dat heeft deelgenomen aan de iGEM (International Genetically Engineered Machine) competitie die het Massachusetts Institute of Technology elk jaar organiseert. De ontwerper heeft gebruik gemaakt van het gedrag van de bacterie *Acetobacter xylinum* die gemakkelijk cellulose uitscheidt, een van de belangrijkste bouw-materialen voor leven.

Voor deze stoel is de bacteriële cellulose versmolten met myceliumblokken om een nieuw biomateriaal te creëren. Het organische uiterlijk van de stoel, die de vorm van het staartbeen heeft, verwijst zowel naar het zitten als naar de biologische manier van produceren. Het uiteindelijke doel, waar nog meer experimenten voor nodig zijn, is een nieuw micro-organisme te creëren dat in staat is tot het produceren van biopolymeer chitine, een sterk materiaal dat onder andere wordt gemaakt door schaaldieren.

Als voortbrengsel van de synthetische biologie is deze stoel wellicht een voorbode van de ontwikkeling van het ontwerpen in de loop van de 21ste eeuw, voortgestuwd door de vooruitgang in de biologie en door de opkomst van doe-het-zelf-wetenschap. Een groter contrast met de ontwikkeling van het ontwerpen in de vorige eeuw is nauwelijks denkbaar, aangezien deze werd voortgedreven door de scheikunde en fysica waarbij nieuwe wetenschappelijke inzichten top-down werden doorgegeven.

- 26 Elk uur worden duizenden plastic tasjes en teenslippers weggegooid – een goede reden om ze van een hernieuwbaar materiaal te maken.**

Palmleather Tjeerd Veenhoven. Nederland. 2011–2013. Bast van Areca palm (Areca catechu), natuurlijke oliën. Prototypes.

Palmleather biedt een alternatief voor leer en kunststoffen en is gebaseerd op relatief eenvoudige natuurlijke processen. De droge bladeren van de betelnoot (*Areca catechu*) zijn een overvloedige natuurlijke hulpbron in grote delen van Zuid-India en worden daar ongebruikt weggegooid.

De ontwerper heeft een manier gevonden om deze bladeren te behandelen met was en plantaardige oliën, waardoor ze sterk, zacht en flexibel worden. Voorwerpen van dit materiaal kun je na gebruik veilig weggooien, want ze zijn volledig biologisch afbreekbaar en bevatten geen gifstoffen, in tegenstelling tot de meeste op fossiele olie gebaseerde kunststoffen. Producttoepassingen bieden economische kansen aan boeren en ambachtslieden.

DOEN Materiaalprijs aanmoedigings-prijs 2011.

- 27 Het conventionele sieraad vervangen door een levend organisme met een beperkte levensduur.**

Mycelium Pendant ELLIAT. Australië, geboren in Frankrijk. 2006. Acryl, zilver, brood, *Rhizopus stolonifer* (zwart-broodschimmel). Concept.

Normaal gesproken associëren we schimmels met afval. De ontwerpster van dit sieraad behandelt dit organisme echter als een juweel. In de loop van een week voedt een schimmel zich met brood en groeit langzaam door de perforaties van de hanger heen. Verschillende soorten brood leiden tot verschillende vormen en visuele effecten. De gebruiker kan hiermee experimenteren, wat als dagelijks ritueel de anticipatie vergroot die hoort bij het uitkiezen van een sieraad voor een speciale gelegenheid.

- 28 Het leven van een bloem voorbij haar decoratieve functie: levendige kleuren en motieven op wandbekleding en kledingstukken met dode bloemen.**

In Bloom Elena Pereira. Nederland. 2012. Stof, papier, bloemen. Voltoid.

Voor dode bloemen is doorgaans weinig belangstelling. Door gebruik te maken van een eenvoudige imprinting-techniek geeft de ontwerpster deze een nieuw leven. Het leidt tot levendige vormen en kleuren die sterk afwijken van de voorspelbare bloemenpatronen op industrieel geproduceerde wandbekleding. DOEN Materiaalprijs genomineerde van 2012.

- 29 Een bacterie die in staat is tot complexe vormen van communicatie en het genereren van modieuze patronen.**

Eco Couture Sarine Zaken. Israël. 2012. Bacteriën (*Paenibacillus vortex*), bedrukte stoffen. Voltoid.

In de jaren negentig ontdekte een groep onderzoekers onder leiding van Professor Eshel Ben-Jacob een bacterie, de *Paenibacillus vortex*, die fascinerend sociaal gedrag vertoont. Net als meer geavanceerde organismen vormen deze bacteriën complexe, foeragerende zwermen om naar voedsel te zoeken en andere elementaire problemen op te lossen. Onderzoek hiernaar is relevant voor verschillende wetenschappelijke gebieden, van medische biologie tot neurowetenschappen.

In dit project heeft de ontwerper patronen gemaakt met de hulp van *Paenibacillus vortex* door een aantal milieuraandvoorwaarden te reguleren. Dit leidt ertoe dat het groeigedrag van de bacterie unieke patronen voortbrengt, die gebruikt kunnen worden in modieuze toepassingen.

- 30 Kleding die door bacteriën gemaakt is en van een fashion statement een ecologische stellingname maakt.**

The Biocouture Shoe Biocouture Atelier Suzanne Lee. Groot-Brittannië. 2012 – doorlopend. Gekweekte microbiële cellulose (van gist en Acetobacter xylinum e.d.), natuurlijke kleurstoffen, 3D rendering, film. Prototype.

Het Biocouture atelier onderzoekt op dit moment het gebruik van levende micro-organismen om ‘s werelds eerste ‘groeïende schoen’ te produceren. De film getiteld ‘Bioformindustries: A Shoe Factory Tour’ neemt je mee op een tour door een fictieve toekomstige biofabriek waar op maat gemaakte schoenen worden ontworpen en groeien. In een wereld waar natuurlijke hulpbronnen, het milieu en de groei van de bevolking steeds

13 meer onder druk komen te staan moeten we heroverwegen wat het betekent om duurzame consumentenproducten te maken.

Dit werk onderzoekt het gebruik van microben om een textiel biomateriaal te maken dat gebruikt kan worden in de mode-industrie. De ontwerpster kweekt biotextiel met behulp van bacteriën die samen met gisten en andere micro-organismen zijn toegevoegd aan een oplossing van zoete groene thee. De bacteriën voeden zich met de suiker en spinnen fijne cellulosedraden. Deze klitten samen en vormen een huid op het oppervlak van de vloeistof. Na twee tot drie weken kun je het verkregen materiaal in een driedimensionale vorm gieten, bijvoorbeeld die van een jurk. Je kunt het ook op een plat vlak laten drogen en vervolgens als een normale lap stof verwerken tot een kledingstuk. Het materiaal is eenvoudig te verven met natuurlijke kleurstoffen.

Het materiaal voelt aan als plantaardig leer en is volledig biologisch afbreekbaar. De ontwerpster onderzoekt op dit moment of ze de bacteriën het materiaal ook in een bepaalde vorm kan laten produceren, hoe ze de flexibiliteit ervan kan behouden, hoe ze kan voorkomen dat het zich vroegtijdig afbreekt, en hoe ze het waterbestendig kan maken.

Schoen: Biocouture Atelier. Een samenwerking met Liz Ciokajilo-Squire. 3D rendering: Biocouture Atelier. Thomas Makryniotis. Film: Biocouture Atelier. Animator Aaron Lampert. Voice-over Esther Chae.

- 31 Visioenen van een toekomst waarin de gebouwde en natuurlijke omgeving zijn samengesmolten en de stad groeit als een organisme.**

Under Tomorrows Sky Liam Young, illustraties door Daniel Docui. Groot-Brittannië. 2010 – doorlopend. Illustraties, modellen en video. In productie.

Deze beelden en video portretteren een fictieve toekomstige stad zoals ontwikkeld door een denktank onder leiding van de architect Liam Young. Het is een stad waarin uitzonderlijke technologie geheel is verweven met het landschap, waarin de stad is als een artificieel rif: groeiend en rottend en opnieuw groeiend in een ononderbroken kringloop.

De stad en haar bewoners worden gezien als één wederzijds afhankelijk wezen, dat zich ontwikkelt als een gigantisch, complex organisme waarvan de ecologie en technologie onafscheidelijke bestanddelen zijn. Under Tomorrows Sky verbeeldt een postkapitalistische stedelijke ruimte vol optimisme, aspiratie en vreugde – niet de zoveelste dystopie.

Er komen steeds meer afbeeldingen van deze toekomstige stad bij. Het hier getoonde werk is ontwikkeld tijdens online en live discussies die het afgelopen jaar gehouden zijn met wetenschappers, technologen, futuristen, illustratoren, auteurs en special-effects kunstenaars. Under Tomorrows Sky bevat naast illustraties ook films, verhalen en modellen en is gepresenteerd in MU in Eindhoven op de Architectuur Triënnale in Lissabon.

- 32 Groenten en fruit kunnen nu al genetisch aangepast worden om pesticiden te weerstaan, met minder water te overleven en er lekkerder uit te zien. Binnenkort zijn we in staat tot nog veel meer.**

Biolace Carole Collet. Frankrijk. 2012. Fotografie. Voltoid.

Deze beelden zijn onderdeel van een project dat vooruitloopt op de invloed van de synthetische biologie op het ontwerpen en fabriceren van textiel. Nieuwe, nu nog denkbeeldige organismen zouden we genetisch kunnen herprogrammeren om textiel en verbeterde

voedingsmiddelen te produceren. Aanleiding hiervoor zouden de klimaatverandering en extreme tekorten van hulpbronnen kunnen zijn die voor de komende decennia voorspeld zijn. Hoewel het nu nog niet zover is, kunnen dergelijke synthetische planten volgens sommige wetenschappers over twintig jaar tijd daadwerkelijk bestaan. De hier getoonde voorbeelden:

Strawberry Noir (*Fragaria Fusca Tenebris*) Produceert zwarte kant en zwarte aardbeien met verhoogde niveaus vitamine C en antioxidanten

Basil n°5 (*Ocimum Basilicum Rosa*) Produceert geparfumeerde kant voor luxe modeaccessoires, keukenkruid en antiviraal medicijn

- 33 Experimenten met technieken uit de 18de en 19de eeuw voor het maken van protoplastics uit plantaardige en dierlijke extracten ten behoeve van eigentijdse voorwerpen.**

Botanica Studio Formafantasma. Italië. 2011. Kopal hars, schellak, bois durci, keramiek, textiel. In productie.

Rosin, dammar, copal (een subfossiele toestand van barnsteen), natuurlijk rubber, schellak (gewonnen uit insectenafval) en bois durci (houtstof gecombineerd met dierlijk bloed) behoren tot de materialen die de ontwerpers hebben onderzocht. Deze paste men in de 18de en 19de eeuw toe als voorlopers van de kunststoffen die zo’n grote invloed hebben gehad op het ontwerpen in de 20ste eeuw.

De resulterende voorwerpen hebben natuurlijke kleuren en plantachtige vormen, voortgekomen uit de organische oorsprong van hun materiële samenstelling. Het nieuw leven inblazen van deze verloren gegane technieken loopt mogelijk vooruit op een nieuwe post-industriële esthetiek. DOEN Materiaalprijs genomineerde van 2012.

- 34 Een simplistische, poëtische vorm van ontwerpen als gevolg van zelfopgelegde beperkingen.**

Autarchy Studio Formafantasma. Italië. 2010. Meel, landbouwfal, kalksteen, plantaardige kleurstoffen en kruiden. In productie.

Dit project is gebaseerd op een hypothetisch scenario waarin een gemeenschap zichzelf een embargo op massa-geproduceerde goederen oplegt. In deze utopie worden planten geteeld en geoogst voor het verkrijgen van de grondstoffen voor voeding en gereedschappen waarmee in de meeste menselijke behoeften kan worden voorzien.

Dit uitgangspunt leidde tot een aantal ontwerpen, waaronder deze duurzame vaten en lampen. Ze zijn gemaakt van een biomateriaal dat is samengesteld uit 70% meel, 20% agrarisch afval en 10% natuurlijke kalksteen en natuurlijk gedroogd of op lage temperatuur gebakken is. De verschillen in het kleurenpalet zijn verkregen door het kiezen van verschillende groenten, kruiden en wortels die zijn gedroogd, gekookt of gefiltreerd om hun natuurlijke kleurstoffen te verkrijgen. De vaas en de fles zijn aan de binnenkant waterdicht dankzij een mengsel van bijenwas en colophonía (pijnboomteer).

- 35 Ons vermogen om organismen te ontwerpen kondigt een nieuw biologisch tijdperk aan.**

The Synthetic Kingdom Alexandra Daisy Ginsberg. Groot-Brittannië. 2009. Koolmonoxidesensor, verontreinigingssensor long tumor, video. Voltoid.

Miljoenen jaren lang is de boom van het leven langzaam geëvolueerd, waarbij significante veranderingen zeeën van tijd in beslag namen. Vervolgens heeft de mensheid in korte tijd diep ingegrepen in de natuurlijke evolutie – waardoor talloze soorten zijn uitgestorven. Sinds kort hebben we de mogelijkheid om nieuwe soorten te creëren.

Het project Synthetic Kingdom speculeert over de gevolgen van deze ontwikkeling. Terwijl we nu voor ons globale productiesysteem nog afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen en edele metalen, zijn we binnenkort waarschijnlijk in staat om nuttige functies uit verschillende organismen te kiezen, de betreffende delen van hun DNA op te sporen, deze te synthetiseren en in gastheerorganismen te integreren die zich gaan gedragen als fabrieken. Zo ontspruit een nieuwe tak aan de boom van het leven: *synthetica* – levende organismen gemaakt door de mens.

Deze presentatie laat zien hoe een koolmonoxidesensor er in de toekomst uit zou kunnen zien: de aanwezigheid van koolmonoxide wordt signaleerd door ingebouwde genetisch gemodificeerde micro-organismen die van kleur veranderen. Hoewel een dergelijk apparaat zeker nuttig zou kunnen zijn, kunnen aan synthetica ook onbedoelde gevolgen kleven. Leven is niet zo voorspelbaar en stabiel als wij zouden willen – cellen zullen nooit fabrieken worden. Een dergelijke genetische code zou per ongeluk kunnen worden overgedragen op menselijk weefsel. Dit is een sculpturale verbeelding van een dergelijk scenario, waarin de longen van een roker zijn gekristalliseerd ten gevolge van een mutatie, met dodelijke afloop.

Fotografie: Carole Suety Animaties: Cath Elliot

- 36 Synthetische biologie kan lokale productie en distributie van commerciële goederen mogelijk maken. Dat is zoïets als het laten groeien van de onderdelen van IKEA-producten in je eigen tuin.**

Growth Assembly en ‘Kunstvormen der Natur’ (Kunstvormen van de natuur)

Voor: Growth Assembly, Alexandra Daisy Ginsberg, Sascha Pohflepp, illustraties door Sion Ap Tomos. Groot-Brittannië, Duitsland. 2009. Geprinte reproductie van digitale scan. Voltoid.

In het scenario dat aan de grondslag ligt van het denkbeeldige project Growth Assembly zijn de kosten van energie gestegen tot een punt waarop het mondiale transport van grondstoffen en goederen niet langer haalbaar is. Voor deze situatie, waarin alleen de zeer rijken zich nog massageproduceerde goederen kunnen veroorloven, is Growth Assembly een oplossing, gebruik makend van de synthetische biologie.

In ons energie-intensieve mondiale productiesysteem worden materialen gewonnen op een locatie, verwerkt op een andere locatie en geassembleerd in een fabriek. In Growth Assembly gebeurt alles op dezelfde plaats. De fabrikant is meteen ook de consument en ontvangt via de post lichtgewicht zaadpakketten. De onderdelen laat hij groeien in zijn achtertuin. Winkels zijn er nog wel maar lijken meer op boerderijen en verkopen producten die geteeld zijn op eigen grond. De hier afgebeelde Pesticide Sprayer is belangrijk om de nauwkeurig ontworpen organische onderdelen te beschermen tegen de gewone natuur.

Door een voorstelling te maken van het gebruik van leven voor de productie van

consumptiegoederen zet Growth Assembly het idee van industriële standaardisering op zijn kop en introduceert diversiteit en ‘zachtheid’ in een wereld die voorheen werd gedomineerd door zware industrie.

Voor: ‘Kunstformen der Natur’ (Kunstvormen van de natuur). Ernst Haeckel. Duitsland. 1904. Geprinte reproductie van digitale scan. Volttooid.

‘Kunstformen der Natur’ (kunstvormen van de natuur) zijn meer dan honderd jaar oude prenten die door tal van kunstenaars en ontwerpers als inspiratie hebben gediend, onder wie René Binet en anderen geassocieerd met de Art Nouveau. De prenten tonen het drama en de complexiteit van leven.

Deze illustraties zijn afkomstig uit de invloedrijke publicatie *Kunstformen der Natur* (1904) van Ernst Haeckel, een pionier op het gebied van de biologie. Dit prentenboek bevat in totaal honderd afbeeldingen van organismen, waarvan vele zijn ontdekt en benoemd door Haeckel zelf. De oorspronkelijke schetsen en aquarellen werden in litho omgezet door Adolf Giltshch.

Een bekend voorbeeld is de Nederlandse architect H.P. Berlage. Sierelementen in de vorm van sterren en cirkels in de Beurs van Berlage te Amsterdam zijn overgenomen van Haeckels afbeeldingen van eencellige organismen.

37 Wordt genetisch gemodificeerd voedsel beter verteerbaar op aarde door succesvolle toepassing ervan in de ruimte?

Seasons of the Void
Alexandra Daisy Ginsberg, Sascha Pohflepp, Andrew Stellitano.
Groot-Brittannië. 2013.
Prints, polymeer maquette. Volttooid.

Het voeden van de astronauten op lange ruimtevluchten is een grote uitdaging. Wetenschappers en ingenieurs proberen de juiste balans te vinden tussen de emotionele behoeften van eenzame ruimtereiziger die hunkert naar moeders keuken en de noodzaak om de hoeveelheid proviand die hij meekrijgt drastisch te beperken.

Ondanks de successen in de ontwikkeling van *closed life support food* (gezuiverd menselijk afval en gerecyclede lucht) worstelt men ermee deze vindingen te vertalen in iets dat lijkt op biefstuk of pizza. Seasons of the Void laat denkbeeldige vruchten zien die worden geteeld uit gemodificeerde micro-organismen en gevoed met elektriciteit opgewekt uit zonlicht. In dit scenario is elektro-synthese de vervanger voor fotosynthese en is plantenteelt niet afhankelijk van de seizoenen op aarde, maar van de baan van het ruimteschip. Deze nieuwe aanpak kan de sleutel zijn tot het elimineren van de 30.000 kg levens-middelenvoorraad die je normaal gesproken nodig hebt voor een reis naar Mars.

Talloze technologieën, waaronder draadloze stofzuigers en geheugenschuim, die oorspronkelijk werden ontwikkeld voor de ruimtevaart zijn teruggekomen op aarde en maken inmiddels onopvallend deel uit van ons dagelijks leven – we verbazen ons niet meer over deze ooit futuristische producten. Seasons of the Void is een suggestie om ons onbehagen met genetisch gemodificeerd voedsel te heroverwegen.

38 Elk exemplaar van deze algenvaas belichaamt op een unieke manier de eigenschappen van dit natuurlijke materiaal.

Algae Vase
Mandy den Elzen.
Nederland. 2013. Algen. Volttooid.
De ontwerper raakte oorspronkelijk geïnteresseerd in algen door hun veerkracht en transparantie. Deze algenvaas bestaat uit

zorgvuldig aan elkaar genaaide, pas geoogste algenlappen. Hij vormt iedere vaas met de hand, reagerend op de unieke eigenschappen van de specifieke lappen. Nadat de vaas is gedroogd brengt hij een lak aan als beschermende coating. Uit elke algenvaas spreekt een diep respect en bewondering voor natuurlijke schoonheid. Algae Vase raakt aan de onbegrensde mogelijkheden van productvormgeving bezield door de structuur, kleur en textuur van natuurlijke materialen.

39 Dit denkbeeldige ontwerp van een hanglamp combineert fotosynthese met de menselijke ademhaling. Je kunt hem verzorgen als een huisdier, in ruil waarvoor hij licht geeft.

Latro
Mike Thompson.
Groot-Brittannië. 2010.
Glas, 1W LED, batterijen, groene poly kleurstof (als algensubstituut). Volttooid.

Terwijl fossiele brandstoffen steeds schaarser worden, groeit de belangstelling voor natuurlijke energiebronnen. Algen zijn een voorbeeld van planten die geschikt zijn voor de productie van biobrandstoffen. Bij deze methode gaat echter veel van de energie verloren die ze uit het zonlicht opnemen. Mogelijk zijn er meer efficiënte manieren om deze energie te oogsten. Veelbelovend is een methode waarbij wetenschappers erin geslaagd zijn kleine hoeveelheden elektrische stroom op te wekken door op nanoschaal gouden elektroden in de algen op te nemen.

Latro (Latijn voor *dief*) is een speculatief ontwerp voor een ‘ademende’ hanglamp die alleen zonlicht, koolstofdioxide en water nodig heeft om licht te geven. Als je via de handgreep in het apparaat ademt, lever je kooldioxide, terwijl via een andere opening water kan worden verschaft en zuurstof uitgestoten. Geplaatst in zonlicht hebben de algen dan alles wat ze nodig hebben. Om te voorkomen dat ze ondervoed raken wordt verwijdering van elektroden gelimiteerd via een sensor die de lichtintensiteit meet. De verzamelde elektrische energie wordt opgeslagen in een batterij waardoor deze voor later gebruik beschikbaar is.

40 Door de dramatische veranderingen in ons milieu moeten we misschien wel dieren gaan ontwerpen om te kunnen overleven.

Post Natural History
Vincent Fournier.
Frankrijk. 2012 – doorlopend. Fotografie en 3D print. In productie.

Deze planten en dieren zijn afkomstig uit een encyclopedisch archief van toekomstige soorten dat de kunstenaar aan het opbouwen is. Zij doen vertrouwd en tegelijkertijd vreemd aan. Ze zijn aangepast aan een veranderde omgeving of nieuwe menselijke behoeftes. Vergeleken met de evolutie, die er duizenden jaren over kan doen om fysieke veranderingen tot stand te brengen, kan de mens deze aanpassingen in een oogwenk realiseren met synthetische biologie, *tissue engineering* of het herprogrammeren van stamcellen. De resultaten variëren van intrigerend tot griezelig.

41 Vleesetende robots die zich voeden met leven – voor jouw vermaak.

Fly Paper Robotic Clock
Uit de reeks Carnivorous Domestic Entertainment Robots. James Auger, Jimmy Loizeau. Groot-Brittannië. 2009.
Biobrandstofcel, elektronische klok, rubber, aluminium, hout. Prototype.

Deze klok maakt gebruik van kleefpapier op een rolmechanisme om insecten te vangen. Het papier wordt over een mes geleid dat de insecten ervan afschraapt, die vervolgens

in een microbiële brandstofcel terechtkomen. Deze genereert op zijn beurt de energie die nodig is voor het draaiende houden van de rollen en de kleine LCD klok.

Dit prototype verenigt nut, drama en entertainment en speelt daarmee een rol die vergelijkbaar is met die van een exotisch vleesetend huisdier, zoals een slang, piranha of hagedis. De eigenaar biedt levende prooi aan en wordt voyeur van het kunstmatig opgewekte geweld van de voedselketen. Het roofdier-achtige karakter van dit ontwerp roept vragen op over leven en dood en de rol van de mens als bemiddelaar hierin. De gebruiker wordt uit zijn morele *comfort zone* gelokt om stil te staan bij het gemechaniseerde doden van leven.

42 De consumptie van vlees neemt wereldwijd enorm toe, met grote gevolgen voor het milieu. Dit project bekijkt of we onze eiwitten ook kunnen krijgen uit een andere bron: insecten.

Insects au Gratin
Susana Soares.
Portugal. 2011–2013. Object, insecten eieren, gedroogde insecten, insecten, video. Volttooid.

Doordat de wereldbevolking groeit en de algemene welvaart toeneemt, verbruiken we steeds meer vlees. De productie van vlees vergt enorme hoeveelheden water, energie en grond en brengt een grote dosis methaan (een krachtig broeikasgas) in de atmosfeer. Deze situatie hebben we jarenlang min of meer genegeerd maar dreigt nu onhoudbaar te worden en daarom is het een goed idee om te kijken of we ook op een andere manier in onze eiwitbehoefte kunnen voorzien.

In cultures over de hele wereld worden van oudsher insecten gegeten. Insecten zijn opmerkelijk efficiënt in het omzetten van planten in eetbare eiwitten en zitten vol vitaminen en mineralen: vier kreklens geven evenveel calcium als een glas melk en mestkevers bevatten per gewicht meer ijzer dan rundvlees.

Insects au Gratin onderzoekt de voedings- en milieuaspecten van *entomophagy* (het eten van insecten) in combinatie met het 3D-printen van voedsel. Het houdt een voorstel in voor een efficiëntere voedselproductie- en distributieketen. Door het insecteneiwit op te slaan in compacte vorm, door een lager gebruik van water en CO₂ bij de productie, en door digitale ontwerpen te gebruiken voor de distributie.

43 Larven kweken om vlees te vervangen – misschien wel de meest ecologische manier om in onze behoefte aan eiwitten te voorzien.

Farm 432
Katharina Unger.
Oostenrijk. 2013. Synthetisch materiaal, zwarte militairvlieg, larven en eieren van de zwarte militairvlieg, bioafval. Prototype.

Tegen 2050 zullen we 50% meer vlees moeten produceren om gelijke tred te houden met de toegenomen vraag. Voor de productie van vlees zijn enorme hoeveelheden water en energie nodig. Bovendien gebruiken we een derde van het totaal beschikbare akkerland voor de productie van diervoer. Daarom moeten we dringend op zoek naar alternatieve voedselbronnen.

Farm 432 maakt het mogelijk iets tegenover dit verspillende systeem te stellen door het kweken van een eiwitbron in eigen huis. In de loop van 432 uur kan 1 gram eieren van de zwarte militairvlieg 2,4 kilogram proteïne produceren. De larven oogsten zichzelf en vallen schoon en klaar om te koken in een emmer.

Dit ontwerp, dat nog in ontwikkeling is, verbruikt maar kleine hoeveelheden water en organisch afval voor het voeden van de larven. Bij de oogst wordt een deel van de larven teruggevoerd in het systeem, waarna ze zich ontwikkelen tot vliegen, eieren leggen en het hele proces opnieuw begint. De larven

van de zwarte militairvlieg bevatten ongeveer 17% eiwit en daarnaast veel calcium en aminozuren.

44 Ervaar hoe het is om achterna gezeten te worden door een slijmzwam die denkt dat jij voedsel bent en probeert je te pakken te krijgen.

Being Slime Mould: observation/ simulation/ enactment (2013)
Slimoco: The Slime Mould Collective
Heather Barnett en Daniel Grushkin in samenwerking met het Centre for Unconventional Computing.
Groot-Brittannië, Verenigde Staten. 2013.
Bewegingssensor, interactie software, video. Volttooid.

Dit interactieve ontwerp gebruikt de kijker (jij) om het groeigedrag van de slijmzwam *Physarum polycephalum* te laten zien. Sensoren registreren waar je bent en wat je doet. Dit verschijnt op een scherm, samen met een virtuele slijmzwam die denkt dat jij eten bent. Je ziet het organisme om obstakels heen gaan om bij je te komen. Deze bewegingen zijn gebaseerd op een computersimulatie van het gedrag van slijmzwammen. Deze organismen vertonen een verbazingwekkende vaardigheid bij het zo efficiënt mogelijk door doolhoven heen bewegen en het overwinnen van andere obstakels.

Het gedrag van de slijmzwam heeft ook praktische toepassingen: een artikel, gepubliceerd in het wetenschappelijk tijdschrift *Science*, beschrijft hoe we hieraan wiskundige modellen kunnen ontlenen met behulp waarvan netwerkontwerpen kunnen worden geoptimaliseerd. De toepassing van deze modellen zou kunnen zorgen voor efficiëntere transport- en communicatienetwerken.

45 Technische vooruitgang lijkt heen en weer te slingeren tussen het versterken en dan weer wegnemen van ons gevoel van veiligheid. Wat te denken van een kogelvrije huid?

2.6g 329 m/s
Jalila Essaïdi.
Nederland. 2011. Glas, spin, GGO zijdespin cocons, video. Prototype.

In de videoclip weerstaat een biologisch gemanipuleerde huid een kogel die afgevuurd is op de helft van de normale snelheid. Dit levende materiaal is een combinatie van menselijk weefsel en spinnenzijde afkomstig van genetisch gemodificeerde geiten en spinnen. Beide zijn samengevoegd en geïncubeerd in het Leids Universitair Medisch Centrum.

Dit werk geeft een glimp van de mogelijkheden die we in de nabije toekomst zullen hebben om ons lichaam te verbeteren. Op verschillende plaatsen vindt hoogwaardig onderzoek plaats naar spinnenzijde met het oog op hightech toepassingen. Deze variëren van kunstmatige hoornvliezen tot implantaten in de hersenen.

Het gaat misschien nog heel wat jaren duren eer onze huid kogelwerend is, maar we kunnen ons wel alvast afvragen waarom kogels überhaupt worden afgeschoten op mensen.

De titel van het werk refereert naar het gewicht van een huiddeeltje en de snelheid van een kogel.

46 Cellen van een muis en het DNA van een vuurvlieg worden gecombineerd om een levende lamp te maken.

Half Life Lamp
Joris Laarman Lab.
Nederland. 2010. Glas, kobalt chroom, genetisch gemodificeerde CHO cellen. Volttooid.
Een functioneel en aantrekkelijk voorwerp in een vorm die direct kan worden begrepen. Het gaat om een biologische lamp die licht

geeft door bioluminescentie via genetisch gemodificeerde cellen. De cellen komen van de CHO cellijn, die oorspronkelijk geoogst is uit de eierstokken van een Chinese hamster aan het eind van de jaren vijftig. Deze cellen worden veel gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek.

De cellen in Half Life Lamp zijn gemodificeerd door de introductie van het luciferase gen van een vuurvlieg in het DNA. Dit zorgt ervoor dat ze het enzym luciferase gaan produceren, dat bioluminescentie genereert in aanwezigheid van het substraat luciferine. Het glazen vat is gevuld met een voedingsmedium dat de gemodificeerde CHO cellen voedt, die op een vel biopolymeer op de lampenkap groeien.

Dit experimentele ontwerp is een voorbeeld van de manier waarop we de functionaliteit van een gebruiksvoorwerp kunnen heroverwegen vanuit de toepassing van biologische processen. Het zet ons ook aan het denken over de vraag of we ons op ons gemak zouden voelen met een soortgelijk apparaat in huis.

47 Deze installatie laat met behulp van speciale verlichting zien wat BioGlow met crowdsourcing probeert te realiseren: een fluorescerende plant.

Glowing Plant
Ontwikkeld door Eveleen Hamers. Geïnspireerd door Anthony Evans’ Glowing Plant project.
Nederland, Verenigde Staten. 2013 – doorlopend. *Zandraket (Arabidopsis thaliana)*, genetische sequentie voor Green Fluorescent Protein (GFP). Concept.

In 2013 startte een controversieel project in de Verenigde Staten met als doel een fluoriserende plant te ontwikkelen om te verspreiden onder degenen die bereid waren een financiële bijdrage aan het onderzoek te leveren. De oprichters van het bedrijf BioGlow haalden met behulp van het crowdsourcing-platform Kickstarter maar liefst € 340.000 op bij 8500 sympathisanten. Deze krijgen zakjes zaad van de genetisch gemodificeerde plant en mogen deze planten waar ze willen.

Misschien is dit het model voor het innovatie-ecosysteem van de toekomst, waarbij kleine groepen onafhankelijke onderzoekers en hobbyisten experimenten uitvoeren en zich bezighouden met productontwikkeling op eigen initiatief, financieel ondersteund door gelijkgestemden. Een dergelijke aanpak wordt vergemakkelijkt door de dalende prijzen van laboratoriumapparatuur en van genetische sequentie en synthese.

Sommige mensen zijn bang voor eventuele onbedoelde gevolgen van deze technologie. Op dit moment bestaat er in de Verenigde Staten geen regelgeving die BioGlow kan stoppen, maar het is de vraag of zij het opgehaalde bedrag zullen ontvangen want Kickstarter heeft onlangs zijn reglement aangepast om dit soort projecten uit te sluiten.

48 Visualisaties van de cellulaire wereld onthullen de complexiteit die aan de basis ligt van menselijk leven.

The molecular machines that create your flesh and blood
Drew Berry.
Australië, Verenigde Staten. 2013. Film compilatie. Concept.

Als het technisch mogelijk was om objecten honderd miljoen keer uit te vergroten dan konden we de kronkelende, dynamische wereld van het DNA direct waarnemen. Zelfs met de meest geavanceerde *imaging*-technologie verschijnen de grootste moleculen echter nog steeds als wazige vlekken. Door deze beperking moeten wetenschappers een beroep op andere technieken, zoals röntgenstraling en kristallografie, om te zien hoe moleculen met elkaar samenwerken en hun rol spelen in het creëren van leven.

Zich baserend op gegevens uit alle gebieden van biomedisch onderzoek construeert Berry visualisaties van de cellulaire wereld die nauwkeuriger zijn dan alles wat er op dit gebied tot nu toe gemaakt is. Op een verhelderende manier vertelt *The molecular machines that create your flesh and blood* complexe visuele verhalen over hoe cellen, DNA en biomoleculen opereren. Details als moleculaire vormen, afmetingen en real-time dynamiek zijn zo nauwkeurig mogelijk weergegeven.

49 Een experiment met bacteriën als weerstand in een elektronisch circuit.

Bacterial Electric Circuit uno – Genetic Landscape
Matt Brown, Tim McGee, Rodrigo Martinez, Alex Staudt, Scott Mackie, Jason Robinson, Jenn Sarich-Harvey, Todd Vanderlin, alle ontwerpers van IDEO – Boston. Verenigde Staten. 2012 – doorlopend. Verschillende veel voorkomende micro-organismen, elektronische apparatuur. In productie.

De ontwerper Victor Papanek heeft design ooit omschreven als ‘doelgericht spelen’. Hier zien we hoe levende cellen deel gaan uitmaken van de speelgoed- of gereedschapskist van de ontwerper.

Bacterial Electric Circuit uno is onderdeel van een reeks experimenten die momenteel gaande zijn bij het internationale ontwerp-bureau IDEO en te maken hebben met biologie. De bacteriële monsters zijn afkomstig van verschillende plaatsen op Central Square in Cambridge, Massachusetts, waaronder een openbare telefoon, een prullenbak en een leuning in de metro.

Genetic Landscape is de ruimtelijke weergave van een stuk DNA dat kan worden gelezen met behulp van de verstrekte kaarten. Een stuk van het DNA van de kunstenaar om een uniek en informatief portret mee te maken. De complexe vorm volgt een systeem waarin genetische variatie een ruimtelijke uitdrukking heeft gekregen (hoog, middelhoog en laag ten opzichte van de basis). Aspecten van de unieke genetische samenstelling van de kunstenaar kun je decoderen met behulp van de verstrekte kaarten. Dit project is voortgekomen uit de vaststelling van Martinez dat we nog een lange weg te gaan hebben bij het toegankelijk maken van genetische informatie voor niet-specialisten.

50 Een micro-organisme dat met behulp van DNA is teruggebracht tot zijn essentie markeert een nieuw werkgebied voor design. Ook te zien: een vergroting van HeLa Cells, cellen die essentieel zijn geweest voor medisch onderzoek.

Synthetic Life en HeLa Cells
Tom Deernick.
Verenigde Staten. 2010. Transmissie elektronenmicroscopie en Multi-foton fluorescentie microscopie. Volttooid.

In 2010 maakten geneticus J. Craig Venter en zijn collega’s de schepping bekend van de allereerste synthetische levensvorm: *Mycoplasma mycoides JCVI-syn1.0*. Het synthetische genoom van dit organisme is gebaseerd op die van de bacterie *Mycoplasma mycoides*. Het team bracht het genoom terug tot de essentie van datgene wat nodig is om te overleven en te zorgen voor zelfreproductie. Met deze afgeslankte DNA-code maakten ze vervolgens een nieuw DNA. Ze integreerden dit in een bacteriële gastheer, waar het gerepliceerde zoals verwacht – de allereerste keer dat een synthetische levensvorm dit presteerde. Op deze microscopische afbeelding, Synthetic Life, zijn de nieuwe celtypen te zien.

Volgens Venter is dit het eerste organisme dat een computer als ouder heeft (het heeft zelfs zijn eigen website gecodeerd in zijn DNA). Hoewel dit eerste synthetische organisme

een *proof of concept* is, houdt de achterliggende technologie een grote belofte in voor toekomstige toepassingen.

HeLa Cells laat onsterfelijke cellen zien die aan de basis liggen van een groot aantal medische verworvenheden, maar ze roepen ook vragen op over de eigendom van persoonlijke genetische informatie. Deze gekweekte HeLa cellen hebben de opmerkelijke eigenschap onsterfelijk te zijn. Op de afbeelding zijn ze gekleurd om de distributie van microtubuli (cyaan) en cellulair DNA (rood) te laten zien. Onder de juiste omstandigheden verdelen ze zich tot in het oneindige. Ze zijn continu gekweekt sinds ze in 1951 geoogst werden bij een kankerpatiënt genaamd Henrietta Lacks.

De cellen zijn bijzonder nuttig gebleken voor medisch onderzoek. Tot 2009 zijn meer dan 60.000 wetenschappelijke artikelen gepubliceerd met betrekking tot onderzoek waarin gebruik gemaakt is van HeLa cellen. De wijde toepassing van de cellen heeft ook tot een controverse geleid, aangezien noch Lacks noch haar nakomelingen ooit toestemming hebben verleend of een vergoeding ontvangen voor het gebruik van haar cellen. De kwestie is in 1990 voor het Hooggerechtshof in Californië gebracht. De rechtbank oordeelde dat weggegooide weefsels en cellen van een persoon niet langer diens eigendom zijn en voor commerciële doeleinden mogen worden gebruikt. In augustus 2013 werd een overeenkomst tussen de familie en de National Institutes of Health in de Verenigde Staten bekendgemaakt, waarin de familie enige controle krijgt over de toegang tot de DNA-code van de cellen en een belofte van erkenning in wetenschappelijke artikelen.

51 Ons lichaam is gemaakt van honderd triljoen cellen, maar slechts tien procent hiervan zijn ook echt menselijke cellen.

uBiome Citizen Science Microbiome Sequencing Kits

uBiome, Inc. Verenigde Staten. 2013. Uitstrijkpreparaat, voedingsbodem. In productie.

Alle bacteriën die in en op ons lichaam leven (de *microbiome*) helpen ons met het verteren van voedsel, het synthetiseren van vitamines, het reguleren van ons immuunsysteem en nog veel meer. De microbiome komt steeds meer in de publiciteit en roept vragen op over onze biologische identiteit.

Het uBiome-pakket is onderdeel van een grootschalig project om het menselijk microbiome in kaart te brengen met behulp van *citizen science*. uBiome vraagt het publiek om met dit pakket hun eigen biologische systeem te samplen en de resultaten op te sturen voor analyse met behulp van geavanceerde DNA-sequentie technieken. Op deze manier krijgen ze niet alleen een uniek genetisch portret van zichzelf, maar leveren ze ook een bijdrage aan een belangrijk grootschalig biomedisch onderzoek.

52 Een draagbaar laboratorium met ingebouwd gedicht geeft de kijker de mogelijkheid dit kunstwerk tot leven te brengen.

Cypher Eduard Kac. Verenigde Staten. 2009. Do-It-Yourself transgenetic kit met Petri schaalpjes, agar, voedingsstoffen, entogen, pipetten, reageerbuizen, synthetisch DNA en een instructieboekje. Voltoid.

Cypher is een doe-het-zelf transgenetisch pakket in de vorm van een kunstenaarsboek. Dit roestvrijstalen 'boek', gevat in een roestvrijstalen cassette, bevat petrischaaltjes, agar, voedingsstoffen, entogen, pipetten, reageerbuizen, synthetisch DNA en een instructieboekje. In de genetische sequentie van

het synthetische DNA van Cypher is een speciaal voor het project geschreven gedicht gecodeerd. Kac licht het gedicht en de wetenschappelijke basis van het project toe in het instructieboekje.

Het kunstwerk komt letterlijk tot leven als de 'lezer' het protocol in het boekje volgt en het synthetisch DNA in de bacterie integreert. Wanneer de transformatie plaatsvindt, licht de bacterie rood op. Deze transgene visuele marker geeft aan dat het kunstwerk daadwerkelijk tot leven is gekomen.

Cypher nodigt de kijker uit een reeks instructies op te volgen die de grenzen tussen kunst, poëzie, biologie en techniek vervagen. De vereiste participatie en de hieruit voortvloeiende nieuwe vorm van leven dwingen je tot nadenken over onze omgang met zulke kunstmatig gemodificeerde organismen

53 Urine is geen afval maar een biologische vloeistof die waardevolle inzichten kan verschaffen over de toestand van een organisme.

Aqua Vita Susana Cámara Leret, Mike Thompson. Spanje, Groot-Brittannië. 2012. Vloeistof analyse, echo, metabolic painting, urine, glas, elektronica, digitale prints, video. Voltoid.

Dit project bestaat uit drie onderdelen: *Fluid Analyzer*, een concept voor een spectrometer om dagelijks gegevens mee te verzamelen uit urine en speeksel; *Echo*, een interactief object dat spraakherkenningstechnologie gebruikt voor het verwerken van antwoorden op een diagnostische vragenlijst; en *Metabolic Painting*, een visualisatie van biochemische data afkomstig uit urine- en speekselmonsters van de kunstenaars en hun antwoorden op een vragenlijst gebaseerd op traditionele Chinese geneeskunde, over een periode van zes weken.

Dit werk plaatst kanttekeningen bij de reductionistische benadering van de moderne westerse geneeskunde en laat zien hoe beperkt onze opvatting van het lichaam en zijn systemen is. De kunstenaars hebben geprobeerd het organisme op te vatten als een dynamisch gegeven dat voortdurend zoekt naar balans en evolueert binnen zijn omgeving.

Dit project is voortgekomen uit een samenwerking tussen de kunstenaars en het Netherlands Metabolomics Centre en het Sino-Dutch Centre for Preventive and Personalized Medicine.

54 Leugens vertellen om de waarheid te zeggen. Een fictief bedrijf legt de keerzijde van ons productiesysteem en het consumentisme bloot met een onbestaand product.

The Rise and Fall of Rayfish Footware Koert van Mensvoort, Ton Meijdam, Floris Kaayk, Next Nature Network. Nederland. 2011 – doorlopend. Rayfish schoenen, materiaalmonsters, video, illustraties, digitale interface. Prototype.

Rayfish Footware is een fictief bedrijf dat even fictieve gepersonaliseerde sneakers maakt van de huid van genetisch gemodificeerde pijlstaartroggen. De lancering van het bedrijf – een hoax – bracht een debat op gang over de morele implicaties van biotechnologische producten, wat ook precies de bedoeling was van de kunstenaars. De reacties waren soms verrassend en soms extreem.

Het nepbedrijf werd door de media, hongerig naar nieuws als altijd, wereldwijd gepresenteerd als echt. Dit roept de vraag op of *fact-checking* wel altijd wordt toegepast op de informatie die de media ons voorschotelen. Tegelijkertijd roept het project ook vragen op over ons productiesysteem en onze relatie met de dieren. In de woorden van Van Mensvoort: “... als je een surrealistisch

alternatief voorstelt, kan het misschien het surrealisme onthullen van de wereld waarin we leven.

55 DNA van de kunstenaar toegevoegd aan dat van gist, wat het micro-organisme ertoe brengt een ingrediënt voor yoghurt te gaan produceren.

Hu.M.C.C. (Human Molecular Colonization Capacity)

Maja Smrekar. Slovenië. 2012. Genetisch gemodificeerde gist, DNA van de kunstenaar, illustraties en video. In productie.

De komende decennia zal grondstoffschaarste grote druk uitoefenen op de voedselproductie en onze afhankelijkheid van de biotechnologie vergroten. Dit werk kijkt naar mogelijkheden om synthetische biologie in de voedingsmiddelenindustrie toe te passen. Een genetische code uit het DNA van de kunstenaar is gebruikt om een gist te modificeren zodat het melkzuur gaat produceren. Melkzuur is een gangbaar ingrediënt in de voedingsmiddelenindustrie en wordt onder andere gebruikt voor de productie van yoghurt. De monsters hier zijn gefilterd zodat er geen genetisch gemodificeerde organismen aanwezig zijn. Om het product te mogen proeven moet je eerst een vrijwaringsverklaring ondertekenen.

Door een vertrouwde visuele brandingtaal te gebruiken lijkt Maya YogHurt op een alledaags product dat gewoon op de markt is. Zouden we in werkelijkheid op ons gemak zijn met zo'n product? De schaarste van hulpbronnen zal ons wellicht niet veel keuze laten.

Dit werk werd gemaakt in samenwerking met de biotechnische faculteit van de universiteit van Ljubljana.

56 Een levende bestrating die niet alleen de omgeving verfraait maar ook regenwater opvangt en de lucht afkoelt.

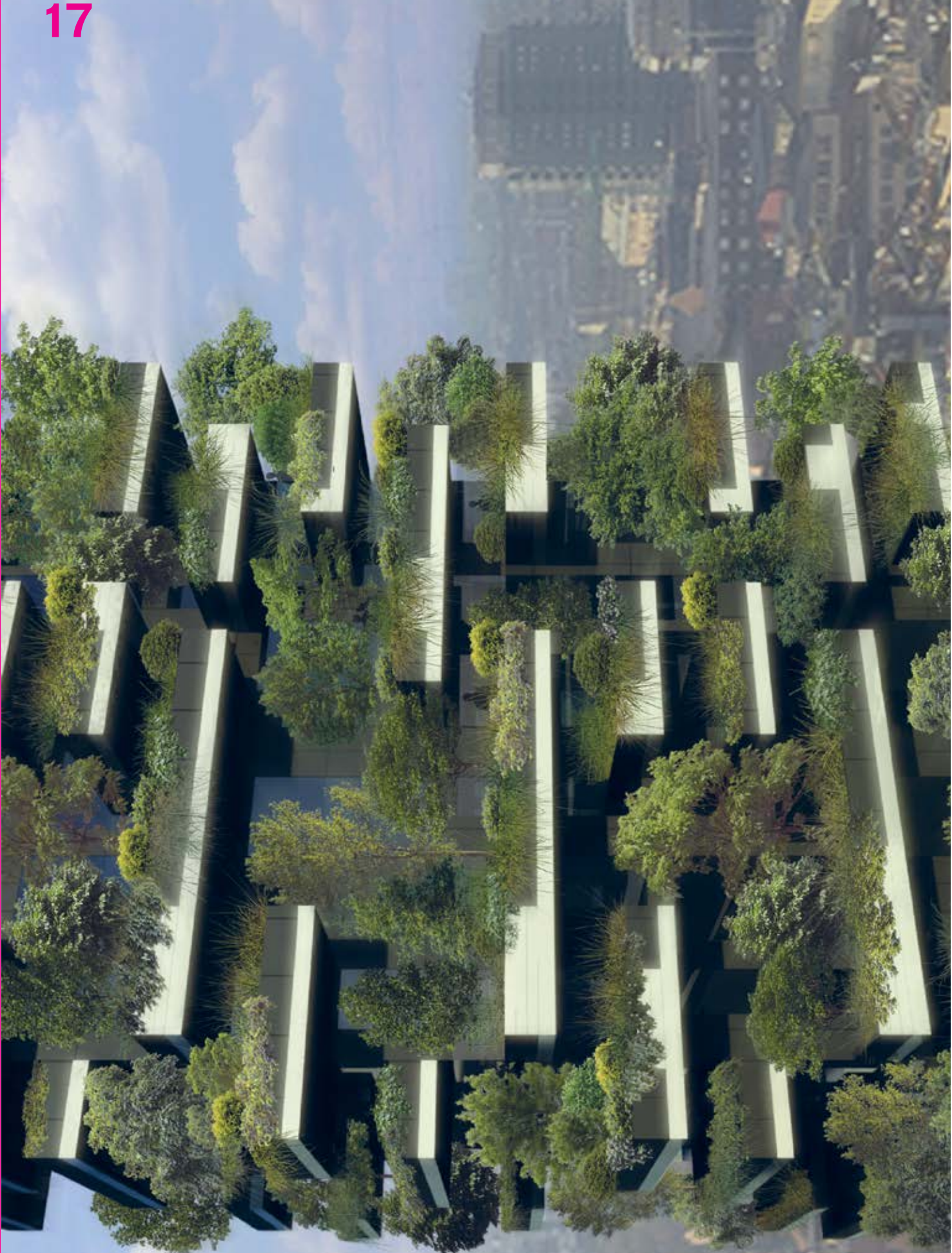
Living Pavement Bennie Meek en Vincent Wittenberg. Nederland. 2012. Tegels, planten, aarde, water. Prototype.

Dit systeem van poreuze oppervlakken en grind brengt de grondoppervlakken van de stad letterlijk tot leven, zowel met doelbewuste aanplant als met spontane begroeiing zoals onkruid. Living Pavement heeft verdere voordelen als: het verlagen van de temperatuur, het reinigen van de lucht en het aantrekkelijker maken van een saai oppervlak. Belangrijker is dat dit systeem regenwater absorbeert en helpt voorkomen dat de riolerings- en waterafvoersystemen overbelast raken bij zware regenval. Dit reduceert de vervuiling van het lokale water en beschermt de dierlijke habitat en drinkwaterbronnen.

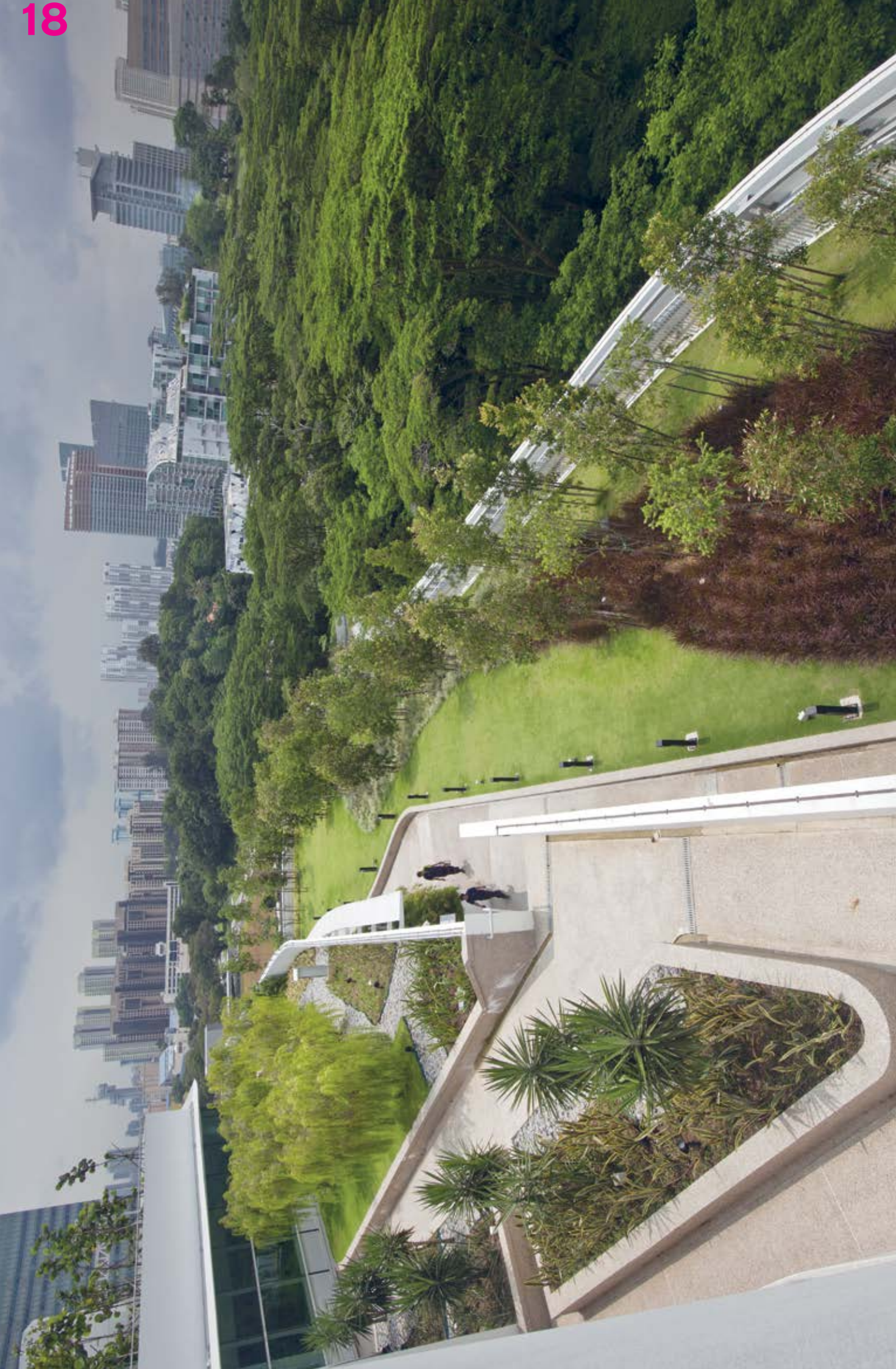
57 Al sinds de oudheid zijn dieren de mens behulpzaam, van honden tot paarden en zelfs duiven die belangrijke boodschappen overbrachten in oorlogstijd.

Crowbox Joshua Klein, Tomorrow-lab. Verenigde Staten. 2012 – doorlopend. Open-source ontwerptekeningen en video's. Voltoid.

Dit object is een interactief ontwerp waarmee je kraaien kunt aanleren om munten of klein afval op te rapen, zoals flessendopjes, in ruil voor pinda's die de doos afgeeft. Kraaien zijn slimme dieren en leren dit soort gedrag heel makkelijk. Het ontwerp is open source zodat iedereen het zelf kan bouwen en ermee kan experimenteren.



BIOMILANO. Bosco Verticale (verticaal bos) en Expo 2015 (Milaan), Stefano Boeri Architetti (2013 en 2015). Een verticaal bos en een internationale proeftuin voor Milaan.

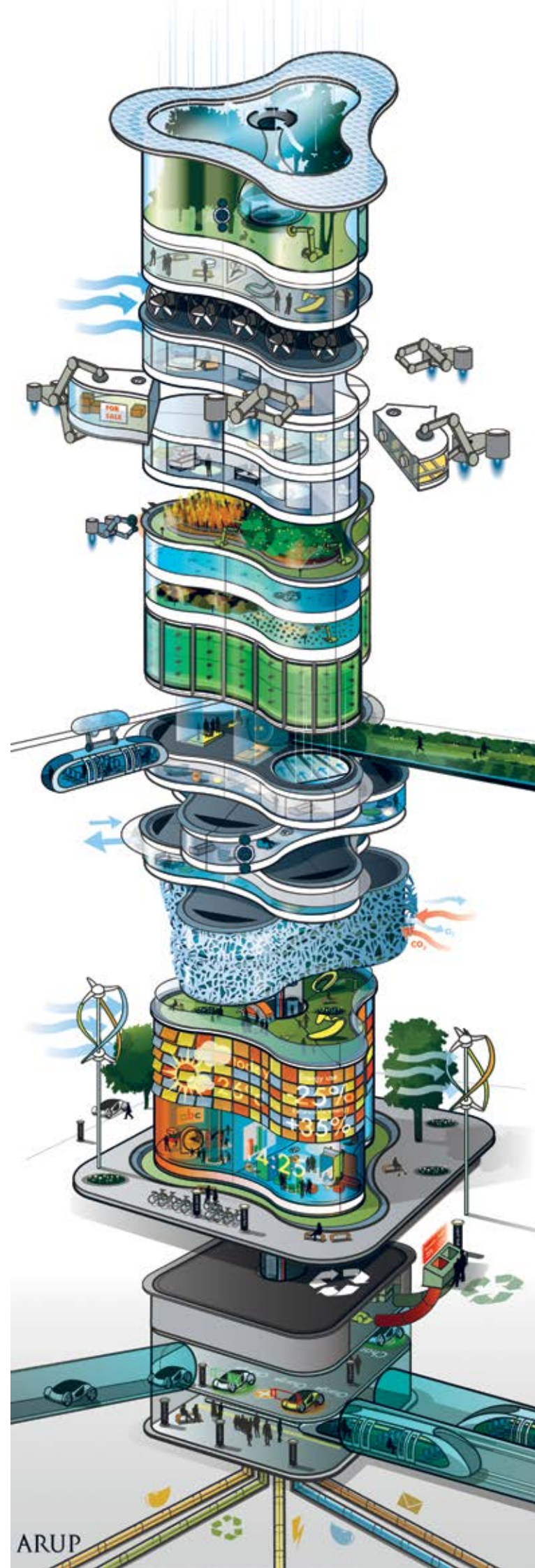


11

Solaris @ 1-North Singapore. T.R. Hamzah & Yeang Sdn. Bhd. (2013).
Een groen gebouwcomplex in Singapore.

Solaris @ 1-North Singapore. T.R. Hamzah & Yeang Sdn. Bhd. (2013).
A structure that prioritizes living, green spaces and utilizes density to increase the potential for community building.

19



12

It's Alive. Rob House (illustrator) in opdracht van Arup (2013).
De wolkenkrabber van de toekomst als levend onderdeel van de genetwerkte stad.

It's Alive. Rob House (illustrator) commissioned by Arup (2013).
The skyscraper of the future as a living component of the networked city.



13

Contaminant. Steve Pike (2013).

Onze omgeving wemelt van de micro-organismen die normaal gesproken onzichtbaar zijn.

Contaminant. Steve Pike (2013).

Our environments teem with countless microorganisms that usually remain invisible.



14

Algaerium. Marin Sawa + Nixon Group and Hellgardt Group, Imperial College London (2009 – doorlopend).
Algen die biobrandstoffen produceren en kleurrijk design in huis brengen.

Algaerium. Marin Sawa + Nixon Group and Hellgardt Group, Imperial College London (2009 – ongoing).
Simple algae may bring both biofuel production and colorful design into our homes.



Mushroom® Packaging. Ecovative.

De industriële techniek kent vele wonderen, maar wat als er al die tijd een veel betere biologische oplossing heeft bestaan?

Mushroom® Packaging. Ecovative.

The miracles of industrial technology are many, but what if biology has had a better solution all along?

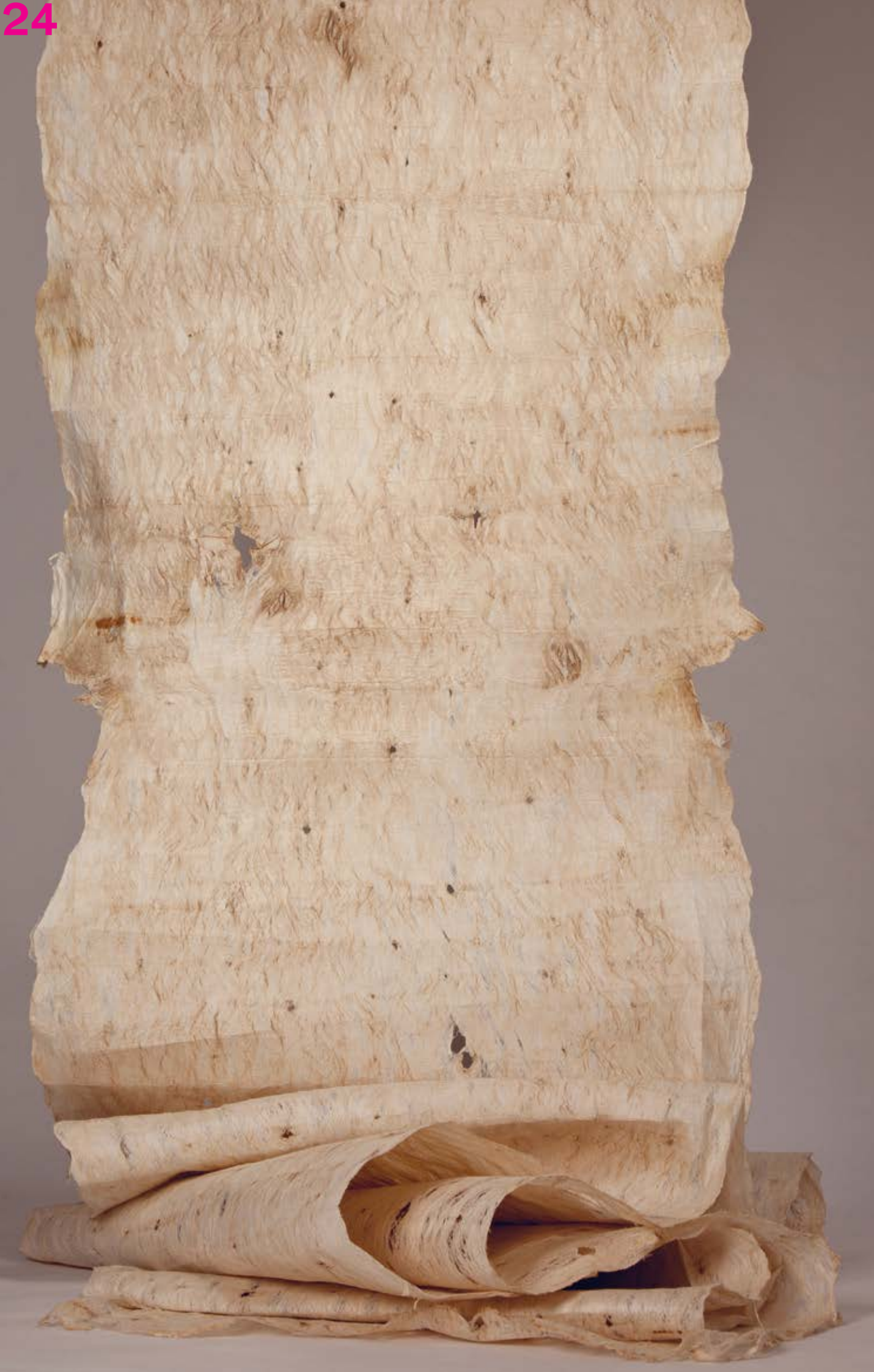


Slakken. Lieske Schreuder (2012 – doorlopend).

Het spijsverteringskanaal van de slak opgevat als fabriek voor de productie van een ongebruikbaar materiaal.

Snails. Lieske Schreuder (2012 – ongoing).

This work transforms the digestive tracks of snails into factories for an unusual material.

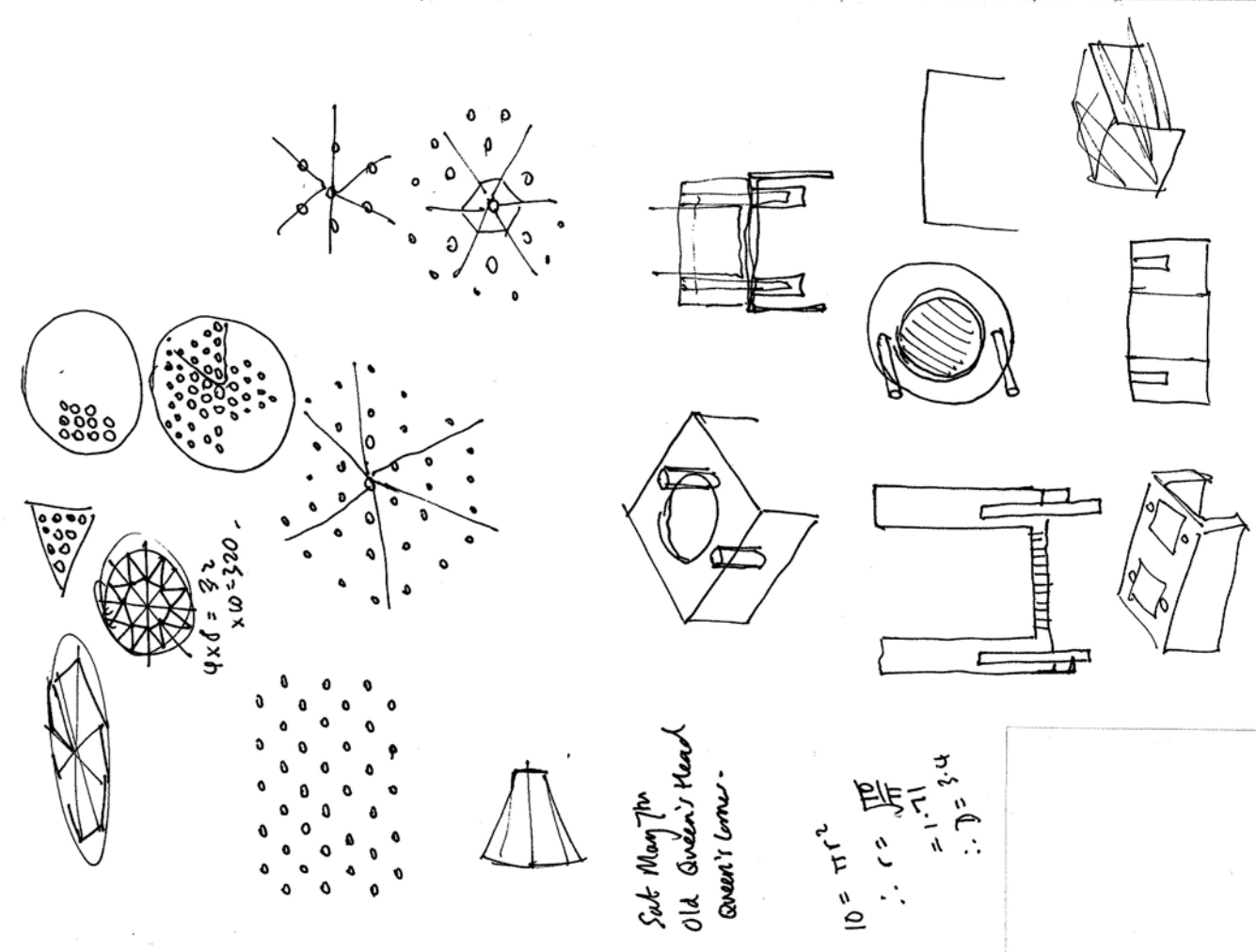


Wood Textiles. Lenneke Langenhuijsen (2010).
Een eeuwenoude ambachtelijke techniek voor het maken van stof uit hout.

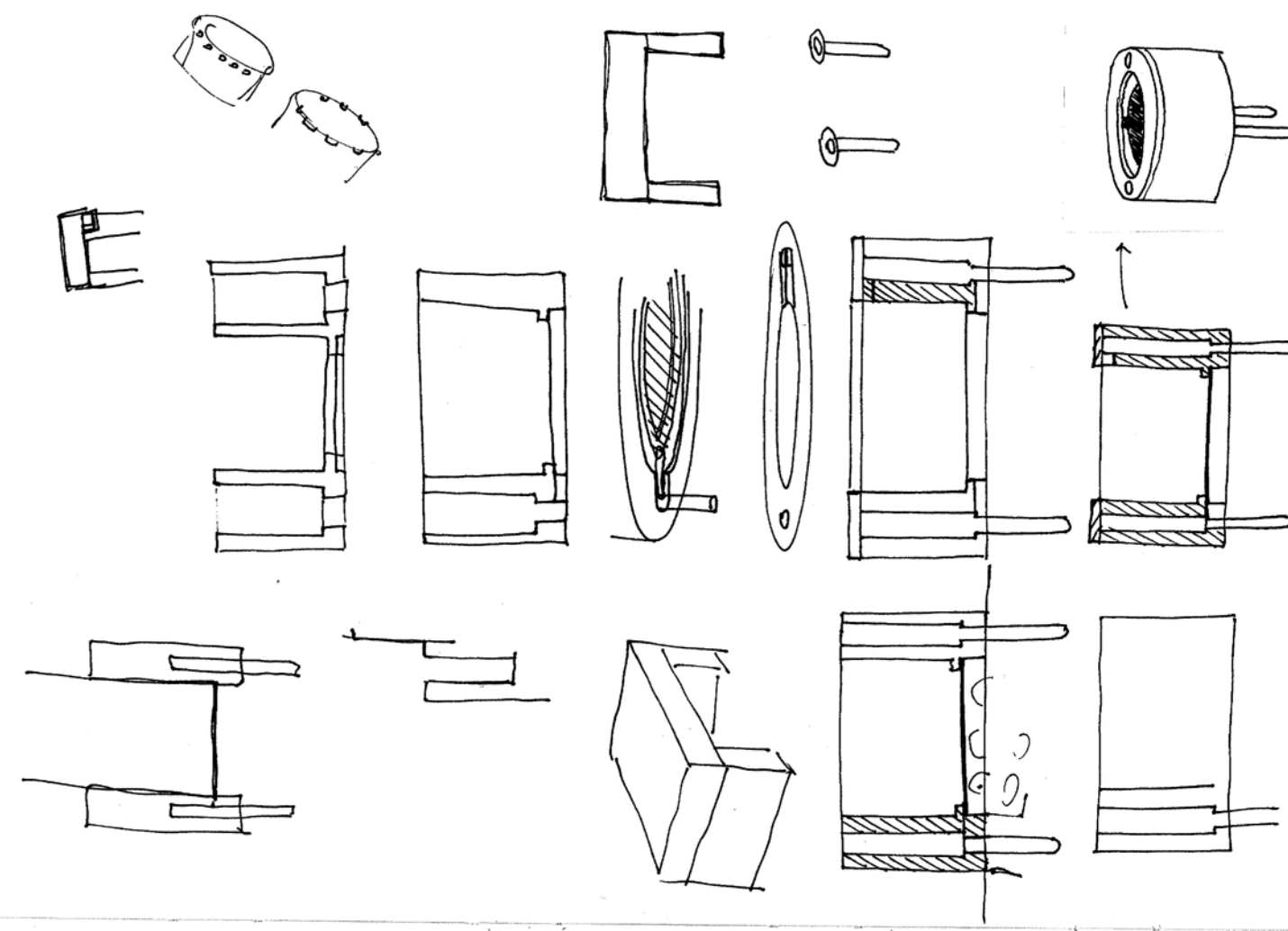
Wood Textiles. Lenneke Langenhuijsen (2010).
An ancient craft for making textile from wood.

11/4/11

This week. finish design of device.



The Moss Table. Carlos Peralta en Alex Driver (kunstenaars), en Paolo Bombelli (wetenschappelijke ontwikkeling) (2011).
Mos zien we vaak als onkruid, maar het potentieel ervan als bron van elektriciteit zou ons oordeel wel eens sterk kunnen veranderen.



The Moss Table. Carlos Peralta en Alex Driver (artists) and Paolo Bombelli (scientific development) (2011).
Moss is often considered a nuisance but its potential as a source of electricity may well change our perception.



Palmleather, Tjeerd Veenhoven (2011–2013).
Thousands of disposable bags and flip-flops are discarded every hour of every day – an excellent reason to make them from a renewable material.



Palmleather, Tjeerd Veenhoven (2011–2013).
Elk uur worden duizenden plastic tasjes en teenslippers weggegooid – een goede reden om ze van een hernieuwbaar materiaal te maken.



In Bloom, Elena Pereira (2012).
Levendige kleuren en motieven op wandbekleding gemaakt met dode bloemen.

In Bloom, Elena Pereira (2012).
Living colors and motifs for wallcovering and garments made using dead flowers.



The Biocouture Shoe. Biocouture Atelier Suzanne Lee (2012 – doorlopend). Kleding die door bacteriën gemaakt is en van een fashion statement een ecologische stellingname maakt.

The Biocouture Shoe. Biocouture Atelier Suzanne Lee (2012 – ongoing). Bacteria-grown clothes with reduced environmental impact recast a fashion statement as an ecological stance.



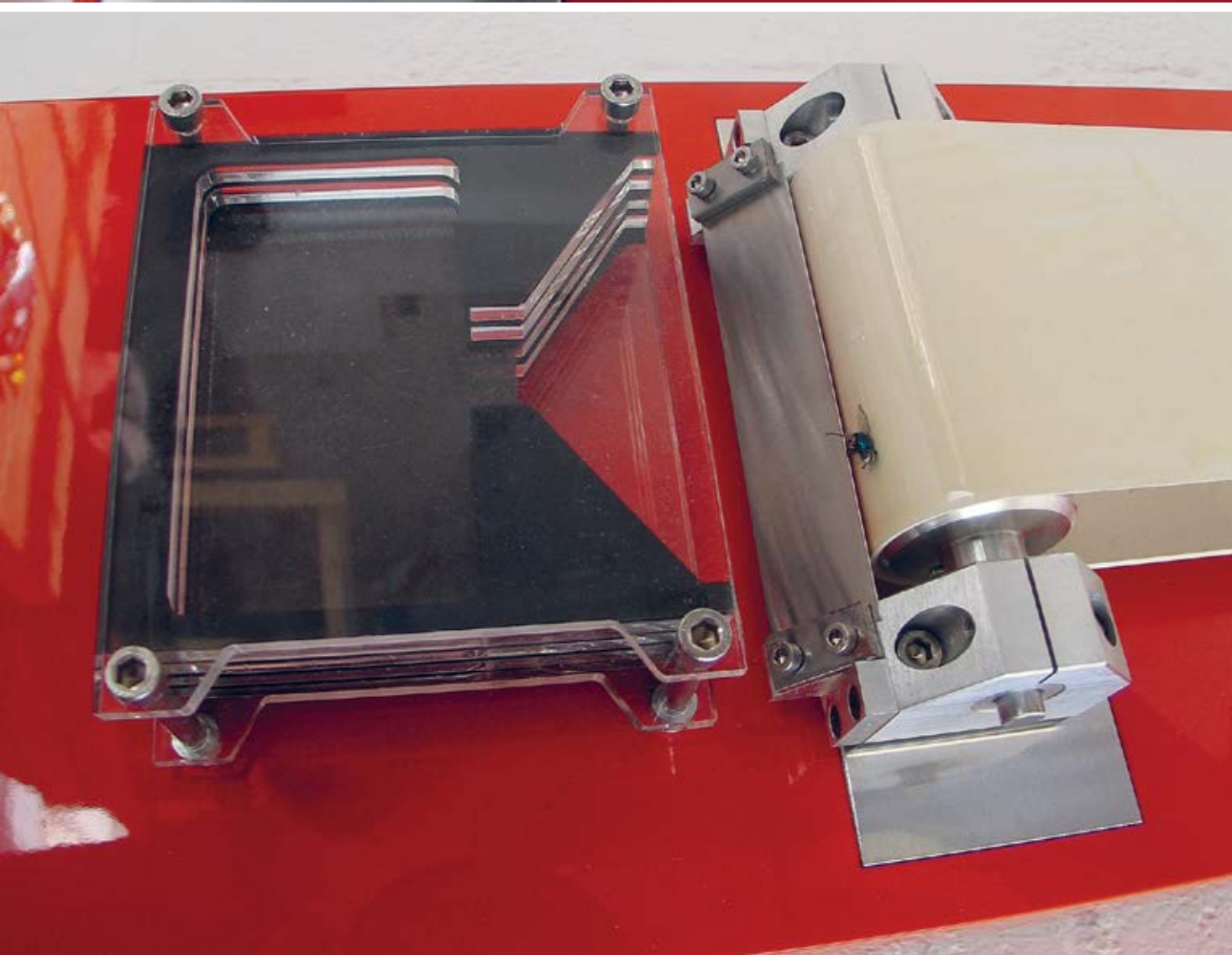
Biolace. Carole Collet (2012). Groenten en fruit kunnen nu al genetisch aangepast worden om pesticiden te weerstaan, met minder water te overleven en er lekkerder uit te zien. Binnenkort zijn we in staat tot nog veel meer.

Biolace. Carole Collet (2012). Vegetables and fruits can already be genetically designed to resist pesticides, look more appetizing and survive on much less water. In a short time we will be able to do much more.





Fly Paper Robotic Clock. Auger – Loizeau (2009). Carnivorous robots of the future may feed on life in the home for your enjoyment.



Fly Paper Robotic Clock. Auger – Loizeau (2009). Vleesetende robots die zich voeden met leven – voor jouw vermaak.

01 Can the behavior of bacteria reveal underlying aspects of urban development? Life may prove to be more sophisticated and interdependent than we can imagine today.

Bio City Map
Terreform ONE, Mitchell Joachim, Maria Aiolova, Nurhan Gokturk, Melanie Fessel. United States. 2013 – ongoing. Various media including bacteria samples, microscopes, metal, glass. Completed.

This installation projects world population density in the next 100 years. It has been modeled by combining all the world cities together as one continuous growth system, displayed using the Dymaxion Map developed by R. Buckminster Fuller in 1943. This allows the continents to be seen as linked, underlining the interdependences across the planet, all of which are intensifying with the pace of urban development and the impacts of climate change.

On the reverse side of the mapping installation are focal points that zoom in on density zones across the globe. These points are visualized by the growth of living bacteria that have been modified to glow under UV light. The strains used are harmless variants of *E. coli* bacteria.

These bacteria grow to reveal variant patterns of biological transformation that frequently match the growth of urban regions. These patterns have been observed to be more accurate than computational models for city growth in many cases. Ultimately, this installation may illustrate growth patterns yet unobserved in typical models and help to narrow the gap between idealized mathematical interpretations and observable events in nature.

02 Shaping and guiding biological processes is nothing new. These natural structures continue to grow and can last for hundreds of years.

Root Bridges of Meghalaya
Numerous designers, Khasi tribe, within present day India. Photographs by Justin Ames and Lambert Shadap. India. Approximately 1500 – ongoing. *Ficus elastica* (rubber tree), *Areca catechu* (betel nut palm). In production.

These bridges are found in northeastern Indian state of Meghalaya, one of the wettest places on the planet, with up to 1,200 cm (470 in.) of rain annually. In the Khasi and Jaintia hills, this rain creates numerous swift-flowing rivers that are dangerous to cross and require bridges to afford basic mobility to the local people.

Within these communities made up of tribes that have lived in the area for centuries, a natural and effective solution has been developed: bridges grown from the roots of rubber trees, shaped by people and strengthened over time. The Root Bridges of Meghalaya are coaxed from the natural growth of *Ficus elastica*—a rubber tree within the banyan group of figs. These trees thrive on the slopes of hills and have strong rooting systems. Although precise dating is difficult, it is widely accepted that many are more than 500 years old.

Sadly however, many of the region's rivers have in recent years been poisoned by the runoff from nearby illegal mines. If the disruption to local ecosystems continues unabated, these ingenious works of design that are engineered to live indefinitely may shrivel and die.

03 A building method that makes use of the constructive intelligence of trees.

Baubotanik Tower, Living Footbridge, House of the Future
Ferdinand Ludwig (Research Group Baubotanik, IGMA, University of Stuttgart), Neue Kunst am Ried, Cornelius Hackenbracht, Oliver Storz, Daniel Schoenle. Germany. 2009 and 2005. Silver willow (*Salix alba*), common osier (*Salix viminalis*) steel tubes scaffold. Completed.

The art of designing constructions that are made using living trees has been called 'Baubotanik' or 'Building Botany' by a group of architects at the University of Stuttgart, Germany. These demonstration projects explore engineering with living plants to integrate architecture into its immediate environment. They also blend research and application by uniting architects, engineers and natural scientists in an endeavor to create a structure and test new possibilities.

An important feature of these projects is the utilization of plants as load-bearing systems, taking advantage of what the architects call the "constructive intelligence" of trees: like human muscles, tree branches naturally strengthen in response to stress or increased loads. At the same time, this practice exposes researchers to the biodynamics and uncontrollability of natural growth. This lack of control inspires a form of architecture that is characterized by accidental processes, hope and risk. The architects also take a critical stance by embracing an "aesthetic of uncertainty" in the use of living materials.

04 Why build a house when it can be grown?

Fab Tree Hab
Terreform ONE, Mitchell Joachim, Lara Greden, Javier Arbona. United States. 2005 – ongoing. Computer numerical controlled produced scaffolds, a variety of native trees. Concept.

This concept offers a method for growing residential housing from native trees that remain living and integrated with the ecosystem. Home, in this sense, becomes indistinct and fits itself symbiotically into the surrounding ecosystem. Here, a growing structure is grafted into shape with prefabricated and reusable scaffolds. Depending on weather conditions and location, it should take approximately seven years to grow.

The creation of Fab Tree Hab relies on 'pleaching,' the ancient process of tree shaping in which branches are woven together so that as they continue to grow they form archways, lattices or screens. The trunks of inosculating (self-grafting) trees, such as elm, oak and dogwood form the load-bearing elements, while the branches provide a continuous crisscross frame for the walls and roof. Interlaced throughout the exterior is a dense protective layer of vines interspersed with soil pockets that support growing plants.

05 A stalled development in the center of Boston revived by moveable modules.

Eco-pods: Pre-cycled Modular Bioreactor
Höweler + Yoon Architecture and Squared Design Lab. United States. Algae bioreactor, algae, prefabricated modules, various plants. Concept.

This vision of adaptable architecture echoes proposals and structures of the Metabolist architects and theorists in post-war Japan. They conceived of urban growth as cycles in nature, undergoing periods of expansion, decline and rebirth.

The objectives of this proposal are to stimulate the local economy and ecology of downtown Boston through the integration

of energy production and architecture, while taking advantage of a stalled construction site known as Filene's Development.

The architects propose prefabricated modules that can be used as incubators in which to grow algae for biofuel. The ability of these 'pods' to interlock and be moved around allows them to fill different types of space. For example, they can be affixed to vacant buildings or lots, and any space between them can be planted with productive gardens.

06 A residential building in Hamburg that generates its own electricity.

Bioreactor Façade at the BIQ – Das Algenhaus
SSC Strategic Science Consult GmbH., Hamburg. Germany. 2013. Bioreactor algae façade. Completed.

This five-story residential structure in Hamburg, Germany, grows and harvests micro algae to produce its own electricity, integrating biology into architecture and utilizing the rapid and renewable growth of a simple micro-organism. These micro algae are contained in glass panels on the building façade and thrive on sunlight and carbon-dioxide from the surrounding environment. Natural oils from these algae are then extracted and become biofuel.

This shell of living material gives the building its distinctive color while providing shade as well as heat and sound absorption functions. Energy from the sun is also captured by integrated thermal collectors and converted into electricity for the building's immediate use.

The BIQ Building is the result of a competition organized by the International Building Exhibition which called for the use of smart materials and systems for architecture.

07 These imaginative urban strategies utilize bacteria, crystal formation and spider silk for structures.

Three Invincible Cities: Sandra, Crystallia, Arachnia
Ordinary Ltd., Magnus Larsson & Alex Kaiser Sweden, Ireland. 2013. Graphics, video, models. Concept.

The architects envision here building structures out of sand, crystals and spider silk in this speculative series of future cities. They take an approach of focusing on materials and processes that are the basis for all architecture and ask how we might radically alter them, possibly bringing them to life. The central project is a scheme to build a vast wall using bacteria in the Sahara to protect against the spread of the desert. This audacious plan would harness the ability of a particular bacterium to perform construction by naturally converting dunes into sandstone. The other works examine the properties and possibilities of crystals and spider silk for urban construction. The inspiration for these speculative cities is Italo Calvino's 1972 novel *Le città invisibili*.

08 Plant roots as medication for sick buildings.

Bio-Mechanical Hybrid: Active Modular Phytoremediation System (AMPS)
The Center for Architecture, Science and Ecology (CASE) at Rensselaer Polytechnic Institute, RPI.
United States. 2010 – ongoing.
Hybrid hydroponic plants (including English Ivy, Golden Pothos, Boston Fern), organic plant media mix, rhizosphere microbial communities. Prototype.

This prototype helps improve indoor air quality while reducing pressure on energy-hungry heating, ventilation and air-conditioning systems. It is well understood that contemporary construction materials and designs negatively impact the internal environment of buildings, thereby contributing to health problems for many people. This situation is often worsened by high levels of pollution in urban spaces that typically surround a building.

Modular pods that contain a variety of hydroponic plants are mounted to a wall. The growing method used for the plants has the advantage of exposing their roots, resulting in three to four times the efficiency compared with potted plants, in which air filtration occurs through the leaves. In this scenario, air is directed across the roots, which absorb airborne toxins, including volatile organic compounds and particulate matter, which are harmful to people. Since these particles are taken in at the root level and not through the leaves, the plant does not become toxic.

The air-cleaning system is scheduled to be installed and tested in the Public Safety Answering Center II, an emergency response center in New York City.

09 Living design: an unpredictable tile pattern.

Growth Pattern
Allison Kudla.
United States. 2013.
Petri dishes, cut tobacco leaves, growth medium. Completed.

In this work the artist converts a living system into a manufactured pattern, which is then allowed to develop and change shape according to its small, enclosed environment. Tobacco leaves are die-cut into a bilaterally symmetrical pattern and suspended in tiling square Petri dishes containing the nutrients and hormones necessary to promote new leaf growth. The plant cells, like spores, are totipotent, which means that they are able to multiply and eventually differentiate into all of the cell types of the whole organism.

In Growth Pattern the newly growing leaves undergo morphological changes and thereby extend the form of the traditionally inspired botanical motif over time. Alternatively, although the tiles are sealed ecosystems, accidental contamination can result in the decay of plant again allowing the design to change in unpredictable ways.

10 A vertical forest and an international experimental garden for Milan.

BIOMILANO
Featuring Bosco Verticale (Vertical Forest) and Expo 2015 (Milan). Stefano Boeri Architetti (Stefano Boeri and Michele Brunello). Italy. 2013 and 2015.
Various media and materials, including graphics, architectural diagrams. In construction and in concept.

BIOMILANO is a six-part plan aimed at rehabilitating sections of Milan. The architect's goal is to create a biodiverse metropolis emphasizing an increase in biologically active spaces, including new types of agriculture. The project also aims to facilitate the germination of new business and jobs for thousands

of people in sustainable industries, such as renewable-energy generation.

Two components are featured here. One is Bosco Verticale (vertical forest), a residential project in the center of Milan. Its dual towers are a bold experiment to combine housing and dense forest in a single, compact footprint. Reaching 110 m (360 ft) and 76 m (249 ft) high, the towers' external walls will host more than 900 trees of a variety of species as well as several hundred shrubs. Achieving a similarly verdant tract of land would probably require either 10,000 sq. m (110,000 sq. ft) of uninterupted forest or 50,000sq. m (538,000 sq. ft) in a conventional residential setting. The potential benefits of the towers are many: in addition to the aesthetic appeal of so much dense foliage, the plants will offer footholds for a multitude of species, including birds and insects.

The other component featured here is Expo 2015, designed for the next Universal Exposition, to be held in Milan in 2015. It creates a vast 'global kitchen' in the northwest of the city. Instead of the traditional national pavilions, each country taking part will have a section of land to cultivate in order to display forms of biodiversity protection and remediation, new technologies and possible solutions to food-production problems.

11 A structure that prioritizes living, green spaces and utilizes density to increase the potential for community building.

Solaris @ 1-North Singapore
T.R. Hamzah & Yeang Sdn. Bhd. Malaysia. 2013.
Mechanically jointed components, integrated photovoltaics, various trees and vegetation. Completed.

This project from Singapore demonstrates an ecological approach to the design of a high-rise construction that provides spaces for a variety of uses, from retail units to auditoriums. Starting with a detailed survey of the site's ecosystems, the architects found a devastated environment with little topsoil, flora or fauna. To address this absence of life, Solaris incorporates heavily planted façades and terraces, which will form continuous green public spaces. The cultivated species are chosen from local native varieties.

There is also a systems to catch rainwater, recycle greywater and utilize solar energy collected from photovoltaics. The building also takes into account potential future use of materials and space: many components are to be mechanically and not chemically bonded so that disassembly and reuse is possible.

12 The skyscraper of the future as a living component of the networked city.

It's Alive
Rob House (illustrator) commissioned by Arup.
United States and worldwide. 2013.
Graphics. Concept.

By 2050 it is estimated that the world population will number nine billion people, with three-quarters of them residing in cities. This development will demand vast resources and create cycles of consumption that will imperil scarce natural resources and aggravate climate change. This vision of a future urban building responds to this stark forecast by proposing a structure as a series of adaptable and ecologically-integrated systems that create and recycle resources like food and energy.

Arup's Foresight + Innovation team demonstrates how such architecture might be designed in a report titled *It's Alive!* Its overarching theme is that buildings must literally become living and breathing organism to be as efficient and effective as the future demands. In this concept, which is not to be seen as a blueprint but rather a tool to explore the art of the possible, the skyscraper would

be thoroughly networked to the city, the environment and its users in order to be responsive to changing conditions.

13 Our environments team with countless microorganisms that usually remain invisible.

Contaminant
Steve Pike.
United Kingdom. 2013. Vessels with Microorganisms. Completed

We share our spaces with abundant populations of microbes: they rely on us for nutrients and surfaces to flourish. We, in turn, rely on them for our health, from digestion to immunity from disease. Here they are made visible as they propagate and subtly change every moment, presenting us with unique examples of form, organization and symbiosis.

The work includes a series of monitor vessels, installed in the gallery space and exposed to the room's ambient microorganisms. Visitors to the space introduce additional microbes just by passing through, contaminating and slightly altering the form over the course of the exhibition.

The installation can be seen as a challenge to our notions of beauty and disgust. It is also a hybrid, living object that hints at a possible future of living architecture far removed from the Modernist pursuit of hygienic sterility.

14 Simple algae may bring both biofuel production and colorful design into our homes.

Algaerium
Marin Sawa + Nixon Group and Hellgardt Group, Imperial College London.
Japan, United Kingdom. 2009 – ongoing.
Glass, water, marine algae (including Tetraselmis sp., Dunaliella sp., Pyrocystis lunula), freshwater algae (including Hydrodictyon sp.). Prototype.

This textile-inspired project proposes bringing algae into built environments to generate living light as an ever-changing decorative element. The plants' processes of photosynthesis and bioluminescence are exploited to find design solutions that work in the contemporary home and outdoor urban spaces. The designer leverages simple yet powerful microorganisms to produce dynamic color systems that react to their immediate surroundings.

Crafted in a home biology lab, Algaerium was created with knowledge adapted from biology and molecular gastronomy (a subdiscipline of food science) in order to cultivate strains of algae that are adapted to the design's environment and can serve as a source of green energy. Algae are grown and then encapsulated in a sphere of 'biological skin' that allows them to photosynthesize normally – absorbing carbon dioxide and producing oxygen.

A modular arrangement of clear, flexible tubing circulates a cocktail of algae capsules and carefully prepared water containing artificial color-changing elements that respond to carbon dioxide levels. In addition, some of the algae are bioluminescent, so with shifting levels of photosynthesis-promoting sunlight, the color of the system changes; and with the movement of water, some of the microorganisms glow.

15 A new type of concrete that can heal itself with the aid of bacteria.

BioConcrete
Henk Jonkers, CiTG Microlab Delft University of Technology.
Netherlands. 2009. Concrete, bacteria (Sporosarcina pasteurii), calcium lactate. Prototype.

Traditional concrete is key to the construction industry and is found in all kinds of building. However, its drawbacks include the serious environmental impact of its production and its brittle character vulnerable to cracking. By adding specialized bacteria to concrete, BioConcrete is capable of automatically filling any cracks that appear in the material over time.

An endless variety of bacteria occur in nature and many are well adapted to artificial environments, some of which are extreme. From a human perspective, concrete may appear to be a supremely inhospitable environment for life – dry and dense. A select group of bacteria, however, not only thrive in barren conditions but also naturally produce limestone. This ability can be harnessed to seal holes and strengthen weak areas.

A full 5% of all human carbon-dioxide emissions result from the manufacture of concrete. BioConcrete, if it can be perfected and adopted on a large-scale, could therefore benefit both the economy and the environment because the traditional building material is ubiquitous, expensive to maintain and it creates a tremendous carbon footprint.

16 A revised version of the ancient brick, produced with the help of bacteria.

BioBrick
Leon van Paassen, TU Delft.
Netherlands. 2012 – ongoing.
Sand aggregate, bacteria (Sporosarcina pasteurii). Prototype.

The brick is a ubiquitous and effective construction component that has endured for thousands of years relatively unchanged. It is inherently simple and it is both durable and sized to fit the human hand. But while its form and function have been mastered, its standard method of production is damaging: intense heat energy, with a requirement for large quantities of agricultural soil, leaves a significant ecological footprint.

In contrast, the BioBrick utilizes a natural process found in common bacteria to fuse sand particles and thereby create a rigid shape with strength and durability comparable to those of conventional bricks. Here, the scientist combines the microorganisms with sand and a solution of calcium chloride and urea to initiate microbial-induced calcite precipitation, whereby the bacteria glue the grains of the sand together to form stone.

As with all life processes, this one is sensitive to environmental conditions and it is not yet mastered for the demanding pace of industry. Factors such as temperature, density of nutrients and pH levels must all be maintained within particular ranges for it to work and it can take a full week to form.

17 The miracles of industrial technology are many, but what if biology has had a better solution all along?

Mushroom® Packaging and Mushroom® Wall Insulation

Ecovative.
United States. 2007. Fungal mycelia, local agricultural waste. In production/ Completed.

Synthetic foam makes up a large portion of our garbage and then lives for centuries in the ground, sometimes poisoning it. Mushroom® Packaging is a creative approach to harnessing a natural process, in this case mushroom growth, to effectively replace an industrial-chemical one.

Mycelium are the root systems of mushrooms. They grow readily in agricultural waste to fill whatever space is available and create a rigid polymer matrix. The result is a lightweight, non-compressible structure that is as durable as expanded polystyrene while kept in dry conditions but will begin to degrade when discarded on the compost heap, where it will decompose harmlessly.

Several companies have begun to use the packaging materials of Mushroom® Insulation for their products including Steelcase, Crate & Barrel and Dell computers. The material is certified Cradle to Cradle Gold and has won the Green Challenge award by the Postcode Lottery.

Mushroom® Wall Insulation is material which is produced from locally sourced agricultural by-products, such as corn stalks, that are bound together by fungal mycelium – the root system of mushrooms, which grow naturally and rapidly to create rigid structures. In contrast to common, plastic-based insulation that is derived from petroleum, this wall insulation is organic and entirely renewable. The shape is variable and can be customized by simply molding the shape of the vessel for growth. The resulting insulation performs similarly to plastic foam and, unlike plastics, it achieves class A fire rating without any chemical additives.

18 A versatile, high performance and durable textile made from sugar cane.

Biobased Xorel
Carnegie.
United States. 2012. Biobased polyethylene woven textiles. In production

This material is an exceptionally strong and durable textile that can be used in a variety of applications, from homes and offices to airports and hospitals. The polyethylene fibers are derived from sugar cane – a renewable and fast-growing plant. It easily absorbs dyes and it meets the highest standards in limiting its impacts on human and environmental health. The material is certified Cradle to Cradle (C2C) Gold. This new type of Xorel is an update to a previous version of the material that relied on natural gas for polyethylene production.

19 Nature inside our home with the help of the Guyabono tree.

Natural Wall Covering
Magiclean Corp./ TCI Tang Chen International.
Philippines. Leaves, bark, fibers and shells. Prototype.

Synthetic and petroleum-based materials can often be replaced by organics, thereby reinforcing sustainable practices and generating income from underused resources.

This interior wall and furniture-covering material is comprised mainly of Guyabano leaves that are processed and pressed using water-based adhesives and then woven by hand. The result is a material that displays its direct biological origin in its varying patterns.

The small Guyabano tree originated in tropical climates in the Americas but is now cultivated in the Philippines. Other components of the tree, including its bark and fruit have proved useful to medical research. This use of the leaves adds another benefit to cultivating these trees and, in turn, to maintain clean air, soil and water where they are grown.

20 The logic of natural growth is observed and adapted to create new tools for design.

Bio Computation & Bio Processing
David Benjamin, with Fernan Federici for Bioprocessing.
United States. 2011 – ongoing.
Graphics, objects, video. Prototype/ Concept.

This project brings together several experts including designers, synthetic biologists and mathematicians to explore new ways of applying biological systems as design tools. While there may be numerous examples of identifying and using the form of nature in design and architecture, this team sought to identify and utilize the logic of nature. Echoing investigations first made by D'Arcy Wentworth Thompson and outlined in his seminal *On Growth and Form* (1917), this exploration digs beneath outward appearance to harness the underlying processes of optimization found in plants.

Bio Processing uses patterns in xylem cell growth to solve architectural structural design problems. One goal is to extract the complex behaviors of these cells at the micrometer scale and to apply them to architecture at the scale of meters. In the course of this collaboration, the team studied the physical constraints of a cell in order to see how its exoskeleton might offer material distribution solutions for architectural forms.

The physical models here show the design of an exoskeletons derived using evolutionary computation and a second, slightly more massive model designed using an equation that describes the growth behavior of xylem cells.

21 This work transforms the digestive tracks of snails into factories for an unusual material

Snails
Lieske Schreuder.
Netherlands. 2012. Snail excrement used in tiles and threads, snail excrements machine. Prototype.

This project came about when the designer's accidentally discovered that *Helix aspersa*, the common garden snail, readily consumes paper and then produces excrement in the same color. The resulting snail waste is malleable and can be used for crafting decorative tiles and threads.

She designed a laboratory to carry out controlled research into the paper eating habits of snails – and their excrement – then built a machine that processes the material by grinding, mixing and pressing it, resulting in unique color combinations and patterns. The machine is mobile so you can make tiles “on the spot”. The thread is 5 mm in diameter and is very delicate. It is hand made, by pressing the snail excrement mix into a mold with a spatula.

The designer aims to scale up production and develop applications like flooring from the material produced by the snails. “What if all snails worldwide are producing paper excrements and we are able to make floors out of it?” DOEN Materiaalprijs nominee 2012.

22 The ancient craft of making textiles from wood.

Wood Textiles
Lenneke Langenhuijsen.
Netherlands. 2010. Wood fibre and viscose yarn. In production.

Beating bark is an ancient handicraft and one of the earliest methods of making textiles. Sadly it is almost forgotten because of the influence of mass production in weaving with cotton. However, this technique is still performed daily by women in Tonga. On this small Pacific island there survives the centuries-old tradition of converting wood into a soft and flexible non-woven textile.

The process starts with harvesting bark from Paper Mulberry trees then soaking it and beating it flat. The wood fibers connect and soften into a malleable form that is similar to a thin leather and which readily takes on natural dyes like indigo.

Through research in to this traditional method of using wood textile, the material has been redeveloped for use in the interior as a textile for furniture and more. The wood is transformed through laser cutting, shaping, pleating, embroidery, washing, printing and dyeing. By sewing the wood fibers, you can wash it at 60 degrees.

The trees can be farmed sustainably without chemicals or pesticides alongside other crops. The process requires little water compared with other textile crops like cotton, and the resulting product can help provide a source of income for the islanders and add economic value.

DOEN Materiaalprijis nominee 2012.

23 A new craft technique using the natural growth of fungi and soil microorganisms, that rise and are baked, almost like bread.

Soilid
Erez Nevi Pana.
Israel. 2013. Soil, fungi and other natural materials. In production.

These objects are made with a mixture of soil, nutrients, small quantities of micro-organisms and fungi. The ingredients are mixed together, then allowed to grow and develop in a mold at room temperature. The combination of the soil with fungi and sugars creates a chemical reaction that makes the “soil” rise. The “dough” doubles in size. The result is then baked to a hardened form.

The “Soilid” farrago can be shaped and molded in a plaster or wood mold to create any object. After baking, the structure becomes solid and strong enough to be sanded, sawn and drilled. The methods and raw materials are completely natural and result in a design rigid enough to make functional furniture.

With low cost ingredients that are available at the local market, this new material is easy to produce. In addition to its accessibility, Soilid is a lightweight and eco-friendly material.

24 Moss is often considered a nuisance but its potential as a source of electricity may well change our perception.

The Moss Table
Carlos Peralta and Alex Driver (artists), Paolo Bombelli (scientific development).
United Kingdom, Italy. 2011.
ABS plastic, Acrylic, carbon fiber, carbon paper with platinum microparticles, neoprene, moss, soil and water. Prototype.

The designers of this table view moss as viable candidates for use in an emerging technology called biophotovoltaics, or using biological processes directly to generate energy.

During photosynthesis, moss creates a range of organic compounds, some of which are released into the soil. Symbiotic bacteria, in turn, feed on these compounds and, when breaking them down for their own use, liberate a small flow of electrons into the soil. Using ribbons of carbon fiber to absorb them in each of the small pots, the charged particles can be channeled into an electric current. With Moss Table, they show how such organisms might be used in the future within everyday objects to power small devices, such as lamps and clocks, by harnessing the energy of the sun.

25 This prototype anticipates a future in which designs are grown by cells rather than assembled by machines.

Gen2 Seat/ Genetic Generation Seat
Mitchell Joachim, Terreform ONE, Genspace. United States. 2012.
Biopolymer of Acetobacter xylinum, chitin, mycelium. Prototype.

This prototype was developed with the help of a team competing in the iGEM (International Genetically Engineered Machine) competition hosted annually by the Massachusetts Institute of Technology (MIT). It utilizes the behavior of the bacterium *Acetobacter xylinum* which readily secretes cellulose, a basic building material in biology.

For this demonstration object, the bacterial cellulose is fused with mycelium blocks grown using mushroom spores to create a novel biomaterial. The organic form of the seat, in the shape of the coccyx or tailbone relates both to how we sit and the biological nature of its making. The eventual goal, though still requiring more experimentation, is to create a novel form of this microorganism that can also produce the biopolymer chitin, a rigid material produced by arthropods, such as crustaceans.

As a product of collaboration across fields utilizing synthetic biology the seat may foreshadow how design in the 21st century will be propelled by advances in biology and the emergence of do-it-yourself science. This would contrast sharply with much of 20th century design which was as shaped by developments in chemistry and physics and distributed top-down.

26 Thousands of disposable bags and flip-flops are discarded every hour of every day – an excellent reason to make them from a renewable material.

Palmleather
Tjeerd Veenhoven.
Netherlands. 2011–2013.
Bark of the Areca Palm, natural oil solution. Prototypes.

Palmleather offers an alternative to leather and synthetics based on relatively simple all-natural processes. The dry, brittle leaves of the Areca Betel Nut (Areca Catechu) are an abundant natural resource that is currently discarded unused in many areas of southern India.

The designer has developed a way to treat these leaves with vegetable oils and wax leaving them strong, soft and flexible. The objects can be safely discarded after a period of use and are completely biodegradable, in contrast to many synthetics like plastics that are derived from fossil fuels and may contain toxins. Product applications generate economic opportunity for farmers and craftspeople.

DOEN Materiaalprijis encouragement award 2012.

27 The conventional jewel is replaced by a living organism that last for only a short time.

Mycelium Pendant
ELLIAT.
Australia, born in France. 2006.
Acrylic, silver, bread, Rhizopus stolonifer (black bread mold). concept.

Challenging our association of mold with decay or waste, this design celebrates the organism by treating it as a jewel or centerpiece of a pendant. Over the course of a week the mold establishes and feeds on the bread, slowly growing through the perforations of the pendant. Different breads will produce a variety of molds and resulting visual effects over time. Experimentation adds to the anticipation of cultivating jewelry for a special night, as an everyday ritual becomes a domestic laboratory.

28 A flower's life beyond its conventional decorative function: living colors and motifs for wallcovering and garments using dead flowers.

In Bloom
Elena Pereira.
Netherlands. Fabric, paper, flowers. 2012. Completed.

Dead flowers are typically given little consideration. By utilizing a simple technique of imprinting by hammer, flowers are given another life, producing shape and vibrant color, quite unlike conventional floral patterns on industrially produced fabric and wallpaper.

29 A bacterium that is capable of using complex forms of communication and generating fashionable patterns.

Eco Couture
Sarine Zaken.
Israel. 2012. Bacteria (Paenibacillus vortex), printed fabrics. Completed.

In the 1990s a group of researchers led by Professor Eshel Ben-Jacob discovered *Paenibacillus vortex*, a bacterium that exhibits fascinating, complex social behaviors. Similar to more sophisticated organisms, these bacteria form colonies that create intricate, foraging swarms to seek out food and solve other basic problems. This research has informed developments across many fields, from biomedicine to neuroscience.

For this project the designer created patterns using *Paenibacillus vortex* by controlling several environmental conditions for the organism to steer its growth behavior into unique forms seen here.

30 Bacteria-grown clothes with reduced environmental impact recast a fashion statement as an ecological stance.

The Biocouture Shoe
Biocouture Atelier by Suzanne Lee.
United Kingdom. 2012 – Ongoing.
Microbial cellulose grown from yeast and acetobacter xylinum and other undisclosed materials. 3D rendering, film. Prototype.

The Biocouture atelier is currently investigating the use of living microorganisms to produce the world's first 'grown' shoe. The film, entitled 'Bioformindustries: A Shoe Factory Tour', takes you on a journey around a fictional future bio facility where custom shoes are designed and grown. In a world of increasingly stressed natural resources, environmental challenges and population growth we need to radically rethink what constitutes sustainable consumer products.

This work investigates the use of microbes to grow a textile biomaterial. This is accomplished by adding simple microorganisms to a sugary green tea solution including yeasts and bacteria to produce a flexible cellulose mat. The bacteria feed on the sugar and spin fine threads of cellulose. As these begin to stick together they form a skin on the liquid's surface. After two to three weeks of growth this skin is removed from the growth bath. The resulting material can be used wet or molded onto a three dimensional form, like a dress shape or shoe, or dried flat and then cut and sewed into a garment.

The material is nearest in feel to vegetable leather and can be safely composted at the end of its use cycle. The designer is currently exploring how to control the bacteria to produce cellulose in a desired shape, maintaining the fabric's flexibility, making the material water-resistant and mastering biodegradation so it does not happen unexpectedly.

Shoe:
Biocouture Atelier. A collaboration with Liz Ciokajlo-Squire.

3D rendering:
Biocouture Atelier. Thomas Makryniotis.
Film:
Biocouture Atelier. Animator Aaron Lampert.
Voiceover Esther Chae

31 Visions of a future in which the built and natural environments are fused and the city grows as an organism.

Under Tomorrows Sky
Liam Young, illustrations by Daniel Dociu.
United Kingdom. 2010 – ongoing.
Illustrations, models and video. In production.

These images and video portray a fictional future city as developed by a think tank led by the speculative architect Liam Young. It is a city of extraordinary technology entwined with the landscape, in which the city is like an artificial reef: growing and decaying and growing again in cycles.

In this vision, the city and people are thought of as one interdependent being, developing as a giant, complex organism of which ecology and technology are inseparable parts. Importantly, Under Tomorrows Sky imagines a post-capitalist urbanity full of optimism, aspiration and joy, not another dystopian vision.

Illustrations and stories of this future city continue to accumulate. The work seen here was developed in online and live discussions held during the past year with scientists, technologists, futurists, illustrators, authors and special effects artists. Under Tomorrows Sky also includes films, stories and models. It has been featured at MU in Eindhoven as well as the 2013 Architecture Triennial in Lisbon.

32 Vegetables and fruit can already be genetically designed to resist pesticides, look more appetizing and survive on much less water. In a short time we will be able to do much more.

Biolace
Carole Collet.
France. 2012. Photography. Completed.

These images are part of a speculative, design-led research project that investigates the intersection of synthetic biology and textile design to propose future fabrication techniques using living organisms. These new, imagined species would be reprogrammed genetically to produce textiles as well as enhanced foods. A possible aim of such creations would be to address extreme resource shortages and climate changes predicted in the coming decades. Although currently not possible today, such synthetic plants could exist in twenty year's time, according to some scientists. Photographs here include:

Strawberry Noir (Fragaria Fusca Tenebris)
Produces black lace and black strawberries with enhanced levels of Vitamin C and antioxidants

Basil n° 5 (Ocimum Basilicum Rosa)
Produces perfumed lace for luxury fashion trimmings, culinary herb and anti-viral medicine

33 These works investigate techniques from the 18th and 19th centuries that looked to plants and animals for extracts to achieve plasticity.

Botanica
Studio Formafantasma.
Italy. 2011. Copal resin, shellac, bois durci, ceramic, textile. In production.

The designers of this project experimented with centuries-old practices in production to create unique, contemporary objects. Rosin, dammar, copal (a sub-fossil state of amber), natural rubber, shellac (extracted from insect waste) and bois durci (wood dust

combined with animal blood) are among the materials investigated by the studio.

The resulting objects display natural colors and plant-like forms that underlie the vegetal and animal origins of their material composition and finishing. Reigniting lost traditions in this way may point to an emerging post-industrial aesthetic.

DOEN Materiaalprijis nominee 2012.

34 A simplistic, poetic form of design emerges out of a self-imposed set of limitations.

Autarchy
Studio Formafantasma.
Italy. 2010. Flour, agricultural waste, limestone, vegetable dyes and herbs. In production.

This project proposes a hypothetical scenario in which a community embraces a serene and self-inflicted embargo on mass-produced goods. In this utopia nature is personally cultivated, harvested and processed to feed and make tools to serve most human necessities.

Objects include functional and durable vessels and lamps, naturally desiccated or low temperature baked with a biomaterial composed of 70% flour, 20% agricultural waste and 10% natural limestone. The differences in the color palette are obtained by the selection of distinct vegetables, spices and roots that are dried, boiled or filtered for their natural dyes. The vase and the bottle are internally waterproof thanks to a mixture of beeswax and colophonia (pine tar).

35 Our ability to design organisms heralds a new biological era.

The Synthetic Kingdom
Alexandra Daisy Ginsberg.
United Kingdom. 2009. Carbon monoxide polluting sensor, pollution sensing lung tumor, video. Completed.

Over millennia the tree of life has grown and evolved slowly, with significant changes taking perhaps a hundred thousand years. More recently, humankind has interfered with natural evolution, snapping branches off this tree by causing the extinctions of numerous species. Now, however, we have the opportunity to create new species through synthetic biology.

Synthetic Kingdom speculates on the consequences of developing such new life forms for our own ends. While we are currently dependent on petrochemicals and precious metals in manufacturing, soon we are likely to be able to choose useful features from different organisms, find and duplicate the relevant parts of their DNA, and then synthesize and insert them into host organisms that will behave like factories. As this field of activity expands, a new branch sprouts from the tree of life as show here: synthetica organisms designed by humans.

This presentation shows what a carbon monoxide sensor of the future might look like, embedded with genetically modified micro organisms that change color in the presence of the gas. Although such a device might prove useful, we can envision unintended consequences: life resists the predictability and stability we would like to assign it. Cells will not be factories, despite what we expect. Imagine, for example, how the same genetic sensing expression might be accidentally carried over and distorted in human tissues: seen here is a sculptural representation of such a fictional narrative, showing the lungs of a smoker fatally crystallized as a result of mutation.

Photographs: Carole Suety
Animation: Cath Elliot

36 Synthetic biology is imagined here enabling the local production and distribution of commercial goods. This would be akin to growing parts to IKEA products in your garden.

Growth Assembly and ‘Kunstformen der Natur’ (Art Forms of Nature)

For Growth Assembly: Alexandra Daisy Ginsberg, Sascha Pohflepp, illustrations by Sion Ap Tomos.
United Kingdom, Germany. 2009. Print reproduction from digital scan. Completed.

In the speculative project Growth Assembly, the cost of energy has risen to the point that the global shipping of raw materials and packaged goods is no longer feasible. In such a world, where only the extremely wealthy can afford traditional, mass-produced commodities, Growth Assembly proposes an alternative method of production inspired by synthetic biology. Unlike the energy intensive globalized manufacturing system in which materials are mined in one location, processed in another and assembled in a factory, in this scenario everything is done in one place using designed biology.

As part of such a system, lightweight seed-packets are sent through the postal service to domestic manufacturers who are also the produce consumers. Shops, which would function more like farms, could sell products grown on-site, simplifying supply chains.

The Herbicide Sprayer shown here would be an essential commodity to protect these delicately engineered horticultural machines from older nature. In proposing using biology for the production of consumer goods, Growth Assembly reverses the idea of industrial standards and introduced diversity and softness into a realm previously dominated by heavy manufacturing.

For ‘Kunstformen der Natur’ (Art Forms of Nature), Ernst Haeckel.
Germany. 1904. Print reproduction from digital scan. Completed.

‘Kunstformen der Natur’ (Art Forms of Nature) are images from 100 years ago which have been an inspiration for numerous artists and designers, including René Binet and others associated with Art Nouveau, celebrating the drama and intricacy of biology.

These images are selected from the influential publication Kunstformen der Natur (Art Forms of Nature) by the pioneering biologist Ernst Haeckel. It contains 100 plates in total depicting various organisms, many of which were discovered and named by Haeckel himself. These began as sketches and watercolors and were then translated to print by lithographer Adolf Giltisch.

One prominent example is the Amsterdam Commodities Exchange designed by Hendrik Petrus Berlage: ornamental elements shaped as stars and circles reflect Haeckel's depictions of single-cell organisms.

37 Imagine delicious fruits grown from redesigned microorganisms, feeding on electricity generated from sunlight. Could the success of genetically-modified food in enabling space travel make it more palatable on Earth?

Seasons of the Void
Alexandra Daisy Ginsberg, Sascha Pohflepp, Andrew Stelltian.
United Kingdom. 2013. Print, polymer model. Completed.

Space travel is limited by the ongoing challenge of feeding astronauts. To ensure successful missions, scientists and engineers work to balance the emotional needs of lonely space travelers who crave comfort foods with the desire to reduce the provisions sent into space. Despite successes in developing “closed life support food” that would purify human waste and recycle the air, scientists

struggle to translate these findings into something that resembles steak – or macaroni and cheese.

Seasons of the Void imagines delicious fruits that are grown from redesigned micro-organisms, feeding on electricity generated from sunlight. In this scenario, electro-synthesis replaces photosynthesis and farming is less reliant on the Earth’s seasons than the trajectory of the spaceship. These novel organisms might be the key to eliminating the 30,000 kg of provisions that would be required for a voyage to Mars.

Numerous technologies including portable cordless vacuums and memory foam that were originally designed for space travel have returned and become unremarkable parts of our daily lives. We no longer marvel at those once foreign products; Seasons of the Void suggests we reevaluate our discomfort with genetically modified foods.

38 Each delicate and beautifully translucent Algae Vase analyzes the unique qualities of this natural material.

Algae Vase
Mandy den Elzen.
Netherlands. 2013. Algae. Completed.

Each Algae Vase is carefully hand-sewn from individual pieces of harvested wet algae. The designer, originally attracted to algae for its resiliency and transparency, personally forms each vase in response to the unique qualities of the specific algae leaves used to create that vase. After the vase dries, a varnish is applied to give it a protective coating. Each vase, crafted from the delicate material communicates a deep respect and admiration for natural beauty. Algae Vase speaks to the limitless possibilities for product design informed by the structure, color and texture of natural materials.

39 This speculative design for a lamp would combine photosynthesis with human respiration, making an algae filled vessel that can be treated as a pet. With proper care it thrives and produces light for its users.

Latro
Mike Thompson.
United Kingdom. 2010. Glass, 1W LED, batteries, green poly dye (as algae substitute). Completed.

As fossil fuel supplies become more scarce, natural sources of energy, such as algae, are of increasing interest to researchers. While these organisms can be used in the production of biofuel, much of the energy they absorb from sunlight is lost. By inserting nanosized gold electrodes into the photosynthesizing chloroplasts of these plants, scientists have successfully drawn small amounts of electric current. With still further advances in nanotechnology in the future, algae will likely become an increasingly attractive energy source.

Latro (Latin for ‘thief’) is a speculative design for a “living and breathing” hanging lamp containing algae, which needs no more than sunlight, carbon dioxide and water to shine. Breathing into the device via the handle provides carbon dioxide, while a separate opening allows water to be added and oxygen to be expelled. In sunlight, the plants then have all they need to sustain themselves. Removal of electrons would be restricted by a sensor that monitors light intensity, thereby preventing malnourishment of the algae. The gathered electrical energy is stored in a battery, ready for use at night.

40 As our environment changes dramatically, we may need to design animals to survive.

Post Natural History
Vincent Fournier.
France. 2012 – ongoing. Photography and 3D printing. In production.

These images are part of an encyclopedic archive the artist is building of possible species of the future. They are familiar but alien, featuring adaptations that help them better fit a changing environment or to satisfy new human desires. Unlike evolution that takes thousands or millions of years to exhibit physical change, these adaptations would be initiated rapidly by people wielding synthetic biology or techniques of tissue engineering and the reprogramming of stem cells. The results are compelling if sometimes eerie representations of the animal world.

41 Carnivorous robots of the future may feed on life in the home for your enjoyment.

Fly Paper Robotic Clock
From the series **Carnivorous Domestic Entertainment Robots**. Auger – Loizeau.
United Kingdom. 2009.
Microbial fuel cell, electronic clock, rubber, aluminum, wood. Prototype.

The Clock uses flypaper on a roller mechanism to trap insects. As the paper passes over a blade, captured insects are scraped into a microbial fuel cell. This powers the turning of the rollers as well as a small LCD clock.

This prototype is meant for utility, drama and entertainment, serving a role similar to that of an exotic carnivorous pet, such as a snake, piranha or lizard. The owners provide living prey and become voyeurs in a synthesized glimpse of the violence of the food chain. The predatorial nature of such an object that relies on living animals raises questions of life and death and our role as mediator. This may nudge the user out of his moral comfort zone regarding the mechanized taking of life.

42 Worldwide consumption of meat is increasing rapidly with tremendous impact on the environment. This project examines how we might obtain protein from an alternative source: insects.

Insects au Gratin
Susana Soares.
Portugal. 2011–2013. Object, insect eggs, dried insects, insect flour, video. Completed.

As the world’s human population grows and reaches new levels of prosperity, it consumes ever-larger quantities of meat. This requires vast amounts of water and energy, while occupying valuable land and generating copious amounts of methane, a powerful greenhouse gas. The developed world has more or less ignored this unsustainable impact for years; and now that many more world citizens can afford a seat at the dining table, the environmental consequences will be tremendous.

Insects are eaten by people in many countries around the world already. They are remarkably efficient at converting vegetation into edible protein and full of vitamins and minerals: just four crickets provide as much calcium as a glass of milk, and dung beetles, by weight, contain more iron than beef.

Insects au Gratin explores the nutritive and environmental aspects of entomophagy (eating insects), combined with 3D food printing technologies. It proposes a more efficient food production and distribution chain, in which designs are digitally developed and insect protein is stored in compact formats using less water and CO2 in production.

43 Imagine growing and harvesting fly larvae in your home to replace meat. It may be the most ecological way to obtain protein.

Farm432
Katrina Unger.
Austria. 2013. Synthetic material, black soldier fly, larvae, bio waste. Prototype.

By 2050 meat production will have to increase by 50% to keep pace with demand. Considering that we already use one third of croplands for the production of animal feed as well as vast amounts of water and energy, the need for alternative food sources is urgent.

Farm 432 sets out to enable people to turn against the wasteful system of current meat production by growing their own protein source at home. Over the course of 432 hours, 1 gram of black soldier fly eggs introduced into this home farm system would generate 2.4 kilogram of larvae protein, larvae that self-harvest and fall clean and ready to cook into a harvest bucket.

This design, which is still in development, requires very little water and organic waste to feed the larvae as they grow and mature. At harvest time a portion of the larvae are returned into the system to mature into flies, lay eggs and begin the process anew. Black soldier fly larvae are one of the most efficient protein converters in insects, containing around 17% protein, a lot of calcium and amino acids.

44 Experience being chased by a virtual life form: slime mould that thinks you’re food and moves around obstacles to find you.

Being Slime Mould: observation/ simulation/ enactment (2013)
Slimoco: The Slime Mould Collective
Heather Barnett, Daniel Grushkin
in collaboration with the Centre for Unconventional Computing.
United Kingdom, United States. 2013.
Motion sensor, interaction software, video. Completed.

This interactive design includes the viewer (you) to illustrate the growth behavior of the common slime mould *Physarum polycephalum*. Sensors record your presence and movement in the gallery and depict in the projection as if you were a source of food for the slime mould. You see the organism moving around obstacles to reach you; this movement is approximated by a computer algorithm and is based on the observations of slime moulds. These organisms show astounding abilities to navigate mazes and other types of obstacles in the most efficient way possible.

Their behavior has practical uses for design: a paper published in the journal *Science* in 2010 describes how the behavior of these organisms can be used to derive mathematical models that optimize the design of networks. The potential application of these models includes making more efficient transit and communication networks.

45 Technological progress seems to alternate between strengthening and then removing our sense of security. What about a bullet proof skin?

2.6g 329 m/s
Jalila Essaidi.
Netherlands. 2011. Glass, spider, GMO spider silk cocoons, video. Prototype.

In the clip, bioengineered skin resists a bullet fired at half its normal speed. This living material is a combination of spider silk produced from genetically modified goats and spiders and human tissue, joined and incubated at the Leiden University Medical Center.

This work may preview the vast dimensions of possibility for changing and enhancing our bodies in the near future. Spider silk is actively being investigated by research teams around

the world for high-tech applications, which range from artificial corneas to brain implants.

We may be many years from changing our skin to be bullet-resistant, but as the technology races ahead, we may ask about their meaning in the face of social dysfunction: i.e. that bullets are shot at people in the first place.

The title of this work refers to the weight of a skin sample and the speed of a bullet.

46 Genetic modified material and firefly DNA are combined to make a living lamp.

Half Life Lamp
Joris Laarman Lab.
Netherlands. 2010. Mouse cells and firefly DNA are combined to make a living lamp. Completed.

This work is an exploration in creating a biological object that can be functional and attractive in a form that can be immediately understood. This device creates light through bioluminescence by incorporating genetically modified cells. The suspended cells originated from the CHO cell line, which was first harnessed from a Chinese hamster’s ovaries in the late 1950s. These cells are widely used in research and are safely non-pathogenic.

The cells in Half Life Lamp were genetically enhanced by the introduction of a firefly’s luciferase gene. This causes them to produce the enzyme luciferase, which generates bioluminescence in the presence of the substrate luciferin. The glass vessel is filled with a nutrient medium that feeds the population of genetically modified CHO cells growing on the lampshade, on a sheet of biopolymer. The device anticipates future collaboration across fields as well as experimentation in rethinking objects’ functions in relation to biological processes. It may also help us to ponder whether we could be comfortable with a living appliance.

47 A conventional plant (not genetically modified) presented under special lighting in order to illustrate what researchers are working on now to make possible in the near future: a genetically-modified plant that glows brightly.

Glowing Plant
Manufacturer: Eveleen Hamers.
Inspired by the Glowing Plant project from Anthony Evans.
Netherlands, United States. 2013 – ongoing.
Arabidopsis thaliana, genetic sequence for Green Fluorescent Protein (GFP). Concept.

In 2013, a controversial project began in the United States to develop a genetically modified glowing plant that would be distributed to donors who contributed money for its research and development. Using the crowd-sourcing platform Kickstarter, the organizers, who have formed the company BioGlow, raised an impressive sum, over \$450,000 (340,000 euros) from 8,500 supporters. Donors will receive packets of seeds from the genetically altered organism and plant them where they wish.

This project may be a sign of the innovation ecosystem of the future, in which small groups of independent researchers or hobbyists conduct experiments and engage in product development on their own, with the backing of like-minded individuals. Such work is facilitated by the increasing affordability of basic equipment to perform wet lab work as well as the falling prices of gene sequencing and synthesis.

It also raises alarms with some people who fear this technology may have unrecognized, unintended consequences. At the moment no regulation in the United States prevents BioGlow from pursuing its stated goals but there is question whether their funding through Kickstarter will ever become available, as the platform recently amended its rules to

forbid such projects. Importantly, the campaign helps to spread awareness about newly available technologies, reveals the extent of public interest in becoming involved and prompts debate about how or even if such projects could be regulated by governments.

48 Visualizations of cellular and molecular worlds reveal the intricacy at the basis of human life.

The molecular machines that create your flesh and blood

Drew Berry.
Australia, United States. 2013.
Film compilation. Concept.

If it was technically possible to magnify objects 100 million times, we could directly observe the writhing, dynamic molecular world of DNA. Unfortunately, even with the most advanced imaging technology today, the largest molecules appear as blurry blobs. Given this technological limitation, scientists relying on other techniques such as X-rays and crystallography map how molecules interact and accomplish their roles in creating life. Drawing upon the fragmentary evidence from all fields of biomedical research, Berry holistically constructs the most accurate visualizations of the cellular and molecular worlds produced to date.

The clarity and detail of *The molecular machines that create your flesh and blood* communicate the complex stories of how cells, DNA and bio-molecules perform the essential tasks at the basis of life. The illuminating visualizations are founded on the latest scientific data sets, ensuring details such as molecular shapes, sizes and real-time dynamics are as accurate as possible.

49 An experiment in using bacteria as a resistor in an electric circuit.

Bacterial Electric Circuit uno and Genetic Landscape
Matt Brown, Tim McGee, Rodrigo Martinez, Alex Staudt, Scott Mackie, Jason Robinson, Jenn Sarich-Harvey, Todd Vanderlin, all designers at IDEO – Boston.
United States. 2012 – ongoing.
Various common microorganisms, electronic equipment. In production.

The designer Victor Papanek once described design as “goal-directed play” and here we see evidence of how living cells are becoming elements of the designer’s toy box or tool kit.

The Bacterial Electric Circuit uno is part of a series of experiments currently underway at global design group IDEO to design and make with biology. The bacterial samples were collected from different places of Central Square in Cambridge, Massachusetts including a public phone, trash can and a handrail for the metro.

Genetic landscape is a sculptural representation of a portion of DNA which can be read using the cards provided. Here a portion of the artist’s DNA is used to make a unique and informative portrait. The complex shape follows a system in which genetic variation is expressed spatially, as high, medium and low heights from the base. Aspects of the artist’s unique genetic makeup can be read and decoded using the cards provided. This project grew out of Martinez’s observations about how far we have yet to go in making genetic information accessible to non-specialists.

50 A microorganism with DNA edited to its essentials marks a new territory for design. Also shown is a magnification of human cells that have been critical for medical research.

Synthetic Life and HeLa Cells
Tom Deernick.
United States. 2010. Transmission electron microscopy and multi-photon fluorescence microscopy. Completed.

In 2010, pioneering geneticist J. Craig Venter and colleagues announced the creation of the first synthetic life form, Mycoplasma mycoides JCVI-syn1.0. The synthetic genome of the organism is based on that of the native bacterium Mycoplasma mycoides. The team reduced this genome to the bare essentials needed to sustain life and allow for self-replication. With this reduced code they synthesized DNA and inserted it into a bacterial host. As expected, it replicated and marked the first time such a feat had been achieved. Synthetic Life is an example of microscopy which visualizes these new types of cells.

According to Venter, this is the first organism to have a computer as its parent. It even has its own website encoded into its DNA. While this first synthetic organism is a proof of concept, the technology developed to create it holds great promise for future applications.

HeLa Cells are immortal cells that are the basis of numerous medical achievements. However they also represent unresolved questions about ownership of our genetic information. This is an image of cultured HeLa cells stained to reveal the distribution of microtubules (cyan), and cellular DNA (red). These cells exhibit the unique property of immortality. Under the right conditions, they divide indefinitely, and have been cultured continuously since harvested in 1951 from a cancer patient named Henrietta Lacks.

These cells have proven extraordinarily useful for medical research. As of 2009, over 60,000 scientific articles had been published about research done on them. The cells’ wide use has generated controversy, however, as neither Ms. Lacks nor her descendants have granted permission nor have they received compensation for their use. The issue of ownership and Mrs. Lacks’s situation was brought up in the Supreme Court of California case of Moore v. Regents of the University of California (1990). The court ruled that a person’s discarded tissue and cells are not their property and can be commercialized.

In August 2013, an agreement by the family and the National Institutes of Health in the US was announced that gave the family some control over access to the cells’ DNA code and a promise of acknowledgement in scientific papers.

51 Our bodies are made up of 100 trillion cells called the human microbiome but only 10% of these are actually human cells.

uBiome Citizen Science Microbiome Sequencing Kits

uBiome, Inc.
United States. 2013. Swabbing materials, growth medium. In production.

The microbiome includes trillions of bacteria that live inside and on our bodies and help us digest food, synthesize vitamins and regulate our immune systems, among other functions. It is a subject of intense and growing interest for the medial field and it may challenge or assumptions about our own biological identity.

This kit is part of a project to help sequence the human microbiome using citizen science. uBiome invites the public to use these kits to sample their own system and send it to them for analysis, using advanced DNA sequencing technologies. The result is an unusual and unique genetic portrait – and a contribution to one of the major goals of biomedical science.

A portable minilab with a poetic gesture gives the viewer the decision and power to bring an artwork to life.

Cypher
Eduardo Kac.
United states. 2009. DIY transgenic kit with Petri dishes, agar, nutrients, streaking loops, pipettes, lest tubes, synthetic DNA, booklet. Completed.

Cypher sculpturally presents a DIY transgenic kit as an artist’s book. The stainless steel ‘book,’ housed within a stainless steel slipcase, opens to reveal Petri dishes, agar, nutrients, streaking loops, pipettes, test tubes, synthetic DNA and an instruction booklet. Encoded in the genetic sequence of the synthetic DNA in Cypher is a poem written by Kac specifically for the piece. The nuanced poem and its scientific basis are explained in the booklet.

The work literally comes to life when the ‘reader’ follows the protocol in the booklet and integrates the synthetic DNA into the bacteria. When the transformation occurs, the bacteria, which is normally pale, glows red; this transgenic visual marker communicates that the artwork has come to life.

Cypher invites the ‘reader’ to engage with a set of procedures that blur the boundaries between art, poetry, biology and technology. The required participation and resulting new form of life force the ‘reader’ to reevaluate the perceived distinctions between disciplines and life forms.

53 Contrary to popular belief, urine is not waste but a biofluid rich in information, providing valuable insights into the metabolic state of an organism.

Aqua Vita
Susana Cámara Leret, Mike Thompson.
Spain, United Kingdom. 2012.
Fluid analyzer, Echo, metabolic painting, urine, glass, electronics, digital prints, video. Completed.

This project is composed of three parts: Fluid Analyzer, a concept for a spectrometer that would collect data from daily urine and saliva samples; Echo, an interactive model proposing the use of speech recognition technology to illicit responses to health questions; and Metabolic Painting, a visualization based on the artists’ biochemical data drawn from samples of their urine and saliva and answers to questions from a Chinese Medical questionnaire compiled over a six-week period.

This work embodies a challenge to the reductionist approach of modern Western medicine and illuminates how limited our understanding of the body and its systems is today. In probing and visualizing some of these complexities the artists sought to recognize an organism as a place of motion, continually rebalancing and evolving in its environment.

This project arose from collaboration between the artists and the Netherlands Metabolomics Centre and the Sino Dutch Centre for Preventative and Personalised Medicine.

54 Telling lies to speak the truth. A fictitious company shines a light on the realities of production and consumerism with a non existing product.

The Rise and Fall of Rayfish Footware
Koert van Mensvoort, Ton Meijdam, Floris Kaayk, Next Nature Network.
Netherlands. 2011 – ongoing.
Rayfish skin shoes, material samples, video, graphics, digital interface. Prototype.

Rayfish Footware is a fictional company that offered personalized sneakers crafted from the skins of genetically modified stingrays. The launch of the company – a hoax – catalyzed a debate on emerging biotechnologies and the moral implications of the products they may generate. Reactions to the company were

sometimes surprising and extreme but ultimately productive and in line with the artists’ goals.

In our current age of accelerated news cycles and an unquenchable thirst for new content from editors, this fake company was presented as real to people all over the world. This phenomenon may force us to question the fact-checking applied to so much information we assume is accurate.

This work also questions our consumptive relationships to other animals and the vast structure of production in general. In the words of Mr. Van Mensvoort: “... if you propose a surrealistic alternative, it might disclose the surrealism of the world we live in today.”

55 The artist’s DNA has been added to common yeast, creating new functionality in the microorganism allowing it to produce an ingredient of yogurt.

Hu.M.C.C.
(Human Molecular Colonization Capacity)
Maja Smrekar.
Slovenia. 2012. Genetically modified yeast, artist’s DNA, graphics and video.
In production.

In the coming decades resource scarcity will apply pressure to food production processes and will likely result in greater reliance on biotechnologies. This work probes the possibilities of using synthetic biology in the food industry by combining genetic code from the artist’s DNA to alter yeast, changing its metabolism so that it produces lactic acid. This compound, which is quite common in the food industry and is produced in our bodies, is then used to make yogurt. The samples here are all filtered such that no genetically modified organisms are present. However, to sample the product you must first sign an agreement acknowledging your responsibility in consuming the yogurt.

By using familiar visual branding language Maya YogHurt appears to be a contemporary product that you might find in the market today. But would we be comfortable confronting such a product? Resource scarcity may not leave many choices.

This work was created in collaboration with the Biotechnical Faculty of the University of Ljubljana.

56 A living pavement that beautifies space while absorbing water and cooling the air.

Living Pavement
Bennie Meek, Vincent Wittenberg.
Netherlands. 2012. Tiles, plants, soil, water. Prototype.

This strategy for urban design challenges the accepted notion that green space and development must be distinct and separate. Using this system of porous surfaces and gravel, a city’s surfaces can be brought to life – literally – with a combination of deliberate plantings and the spontaneous growth of life such as weeds. The system offers many benefits such as lowering the temperature of urban spaces, cleaning the air and improving the aesthetic appeal of what is normally a drab and dark surface.

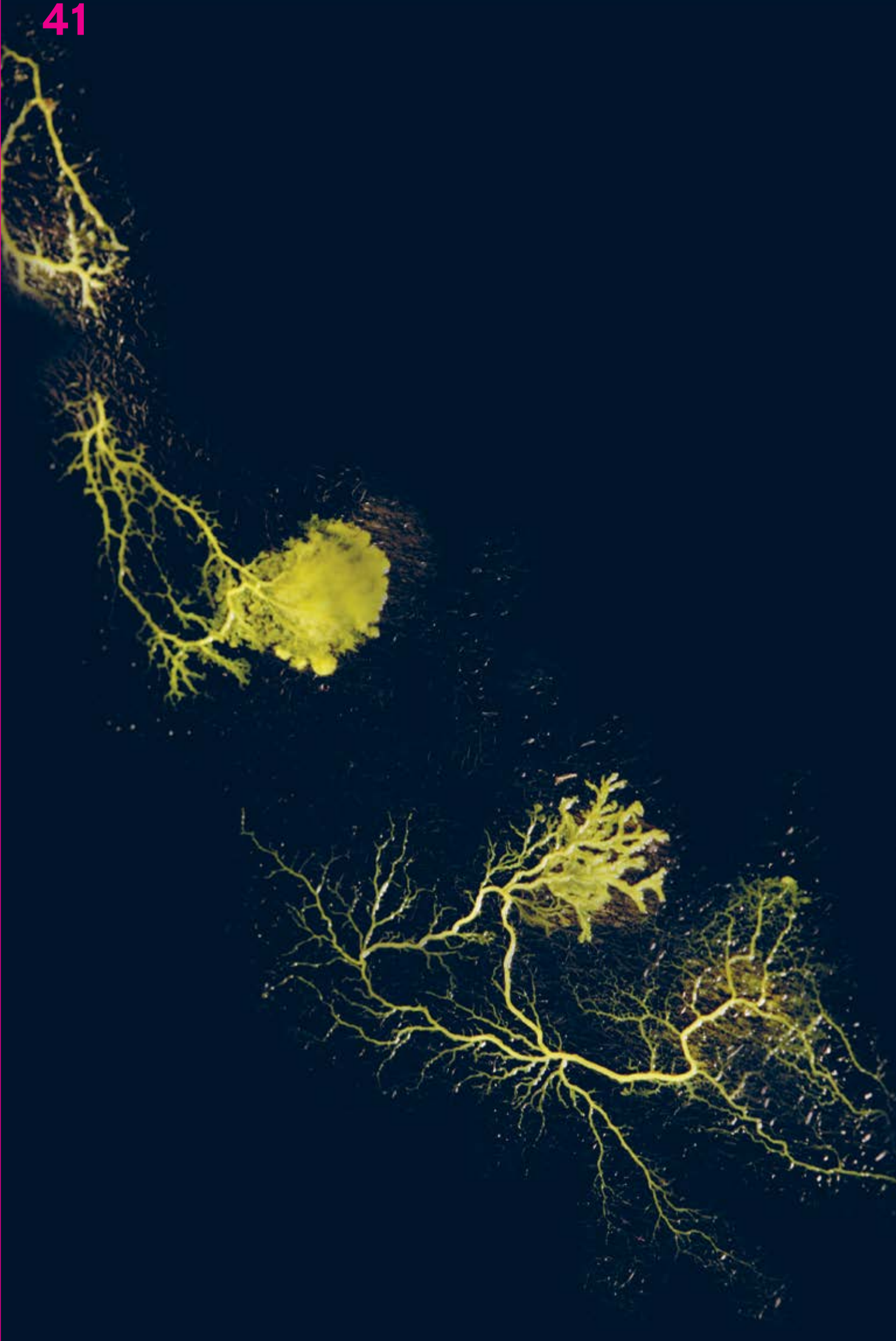
Most importantly, Living Pavement absorbs rainwater and helps to prevent the combined sewage and drainage systems common in most cities from becoming overwhelmed with volume during storms. This reduces pollution into local bodies of water and helps protect animal habitats as well as sources of drinking water.

57 Since antiquity animals have been at our sides, from dogs to horses and even pigeons that would carry critical messages in wartime.

Crowbox
Josh Klein, Tomorrow-lab.
United States. 2012 – ongoing. Open source diagrams and videos. Completed.

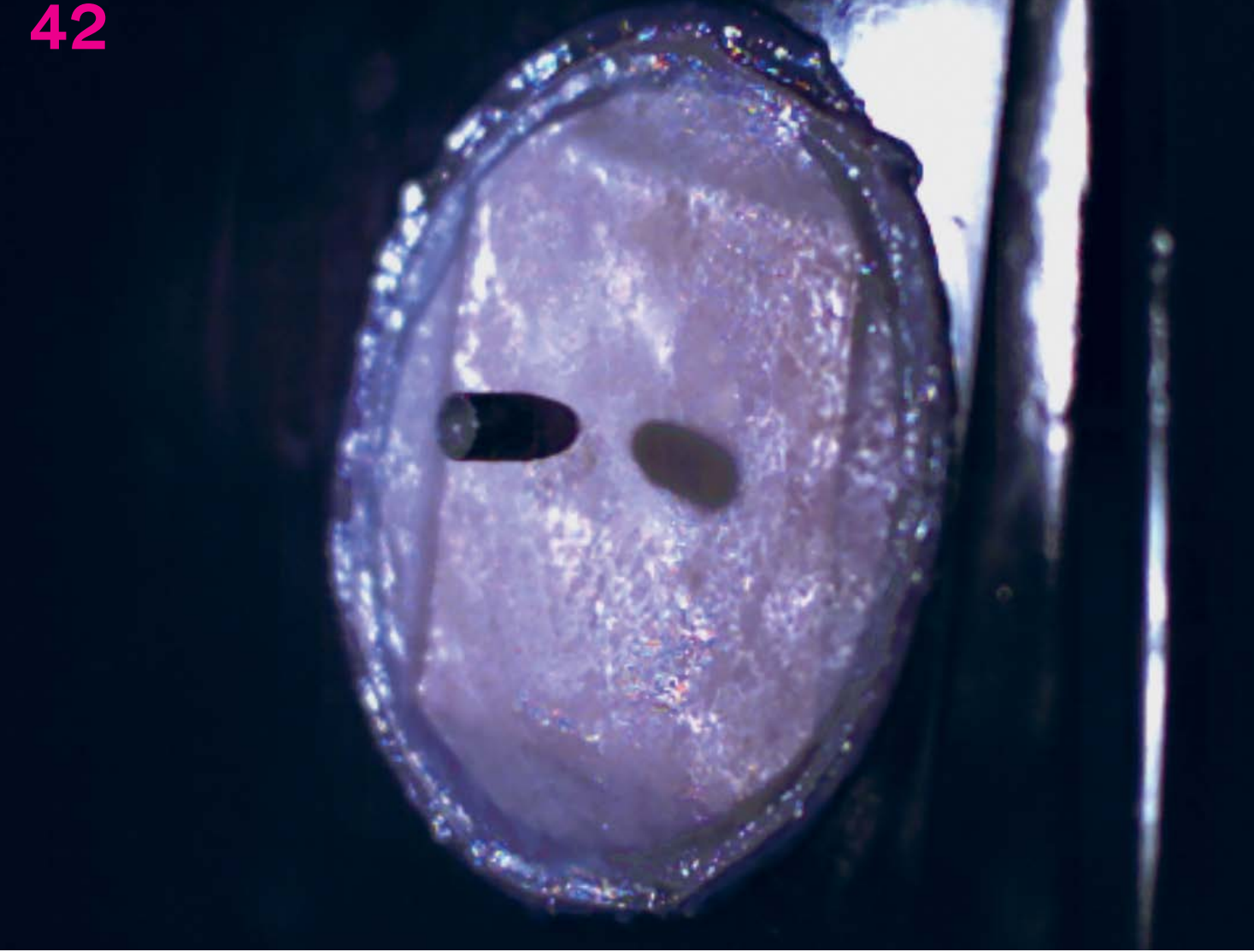
This object is meant to act as a new, cross species interaction design with crows learning to pick up coins or bits of trash, like bottle caps, in exchange for peanuts dispensed by the box. Crows are particularly smart creatures and are open to learning such behaviors and having them reinforced rapidly. The open-sourced nature of the design allows anyone to build one and begin experimenting with it.

The crows learn to use the box and develop the desired behavior in stages based on Skinnerian training principles: at first they are given food freely and grow comfortable with the machine, which includes a small shelf above a depository. Over time coins are left in place of the food the crows have grown to expect. The birds, in search of that food, knock the coin off the shelf and into the depository, which is designed to acknowledge the coin’s acceptance. At that moment food is dispensed. Crows are intelligent enough to associate the two events and will eventually begin finding and bringing coins to the machine for food. The designer hopes that behaviors such as trash clean up, electronic parts recycling and search and rescue can also be taught.



Being Slime Mold: observation/ simulation/ enactment. Slimoco: The Slime Mould Collective, Heather Barnett and Daniel Grushkin in collaboration with the Centre for Unconventional Computing (2013). Experience being chased by a virtual life form: slime mold.

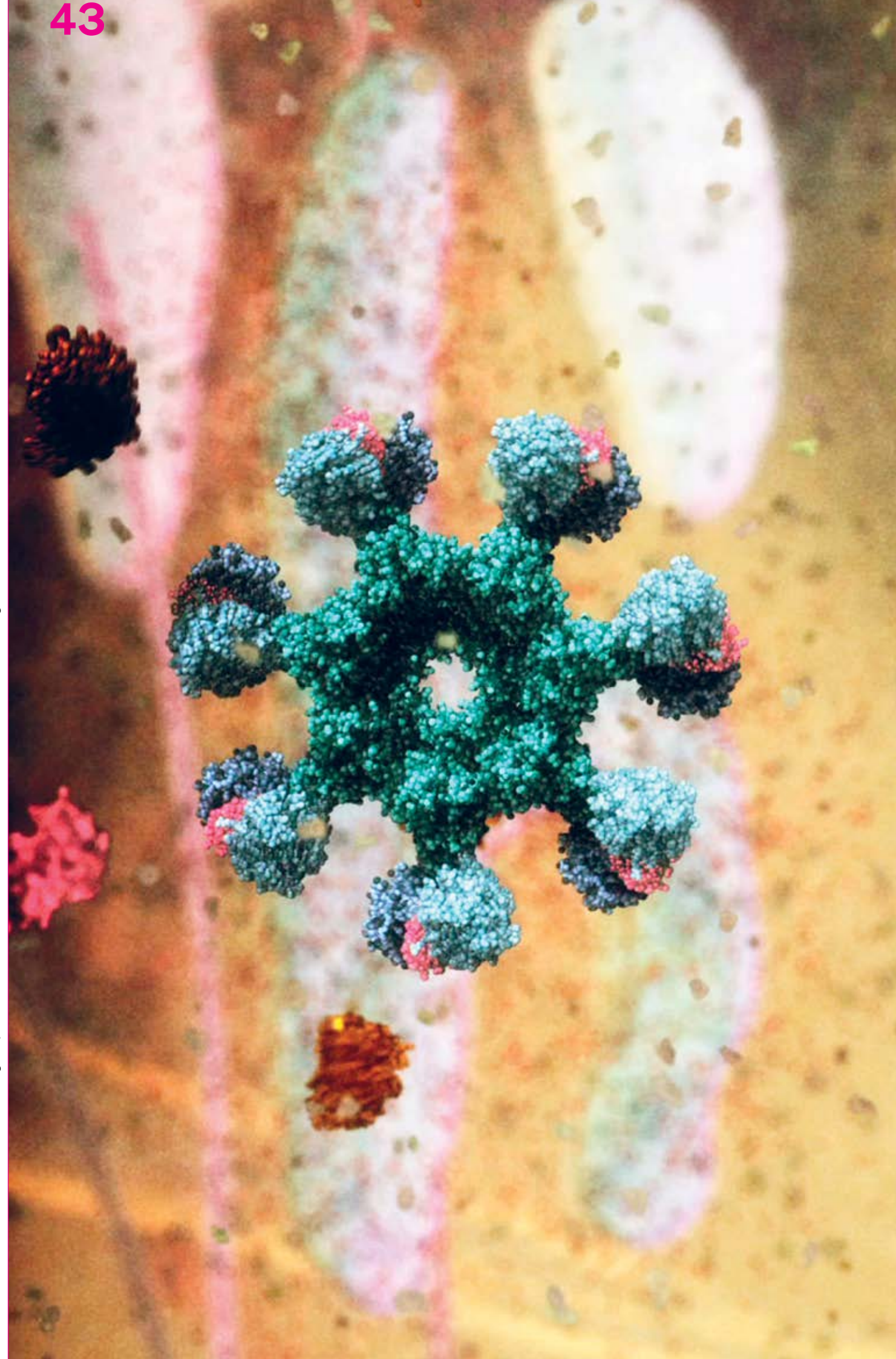
Being Slime Mold: observation/ simulation/ enactment. Slimoco: The Slime Mould Collective, Heather Barnett en Daniel Grushkin in samenwerking met the Centre for Unconventional Computing (2013). Ervaar hoe het is om achterna gezeten te worden door een slijmzwam.



45

2.6g 329 m/s. Jalila Essaïdi (2011). Technische vooruitgang lijkt heen en weer te slingeren tussen het versterken en dan weer wegnemen van ons gevoel van veiligheid. Wat te denken van een kogelvrije huid?

2.6g 329 m/s. Jalila Essaïdi (2011). Technological progress seems to alternate between strengthening and then removing our sense of security. This project investigates the potential of spider silk, an ultra-light natural material that is more durable than steel.



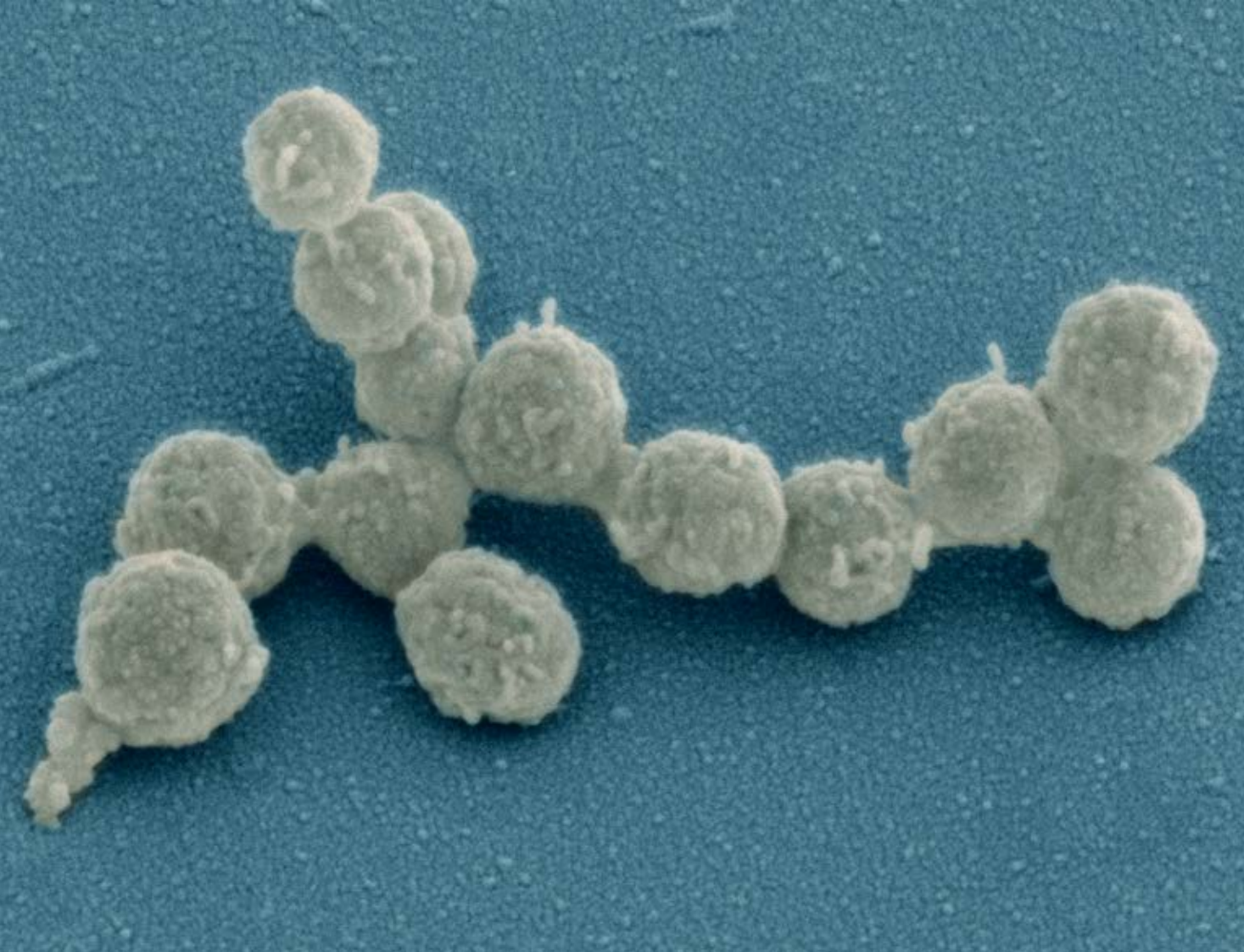
48

The Molecular Machines that create your flesh and blood. Drew Berry (2013). Visualisaties van de cellulaire wereld onthullen de complexiteit die aan de basis ligt van menselijk leven.

The Molecular Machines that create your flesh and blood. Drew Berry (2013). Visualizations of cellular and molecular worlds reveal the intricacy at the basis of human life.

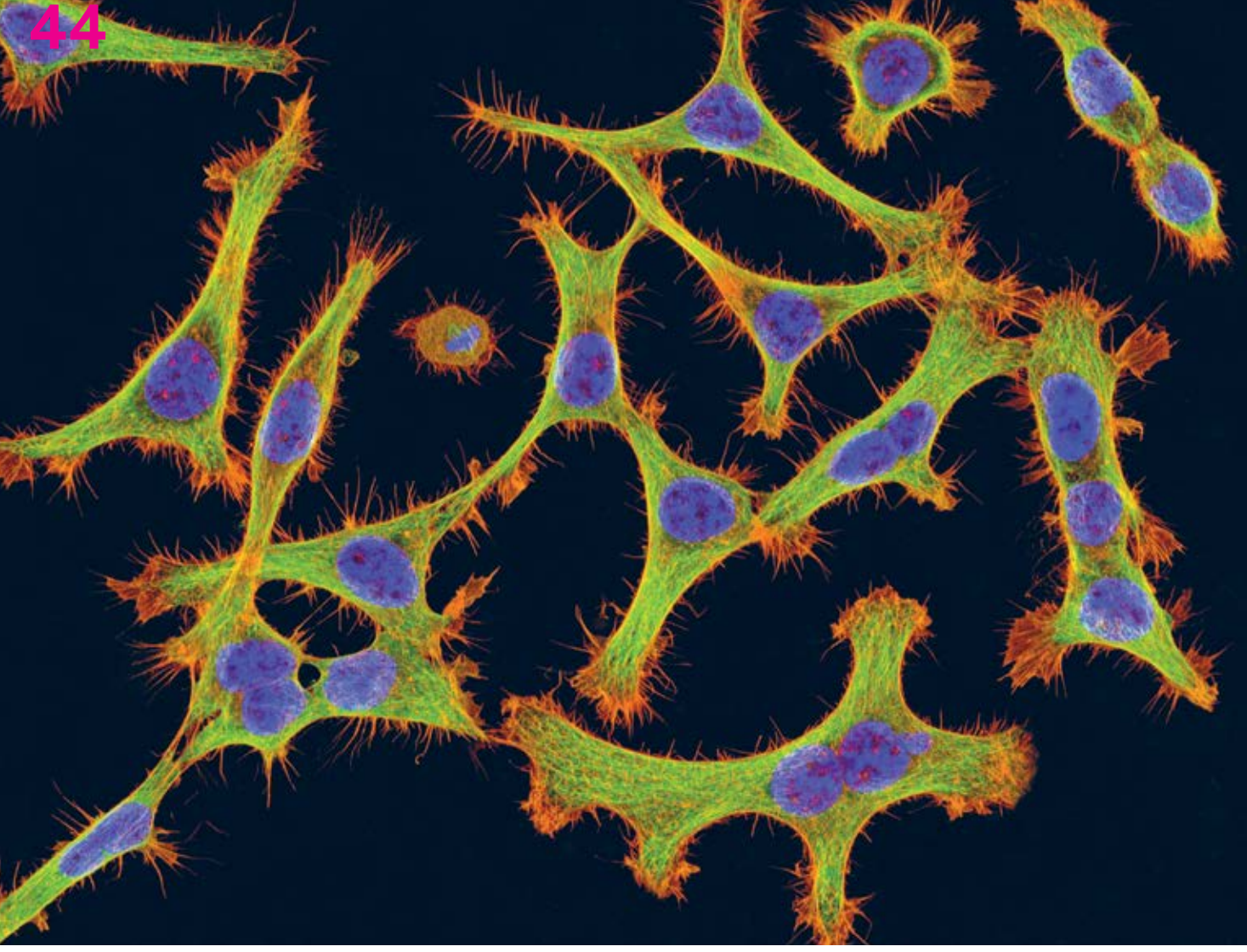
42

43



50

Synthetic Life en HeLa Cells. Tom Deernick (2010). Een micro-organisme dat met behulp van DNA is teruggebracht tot zijn essentie markeert een nieuw werkgebied voor design. Ook te zien: een vergroting van HeLa Cells, cellen die essentieel zijn geweest voor medisch onderzoek.



Synthetic Life and HeLa Cells. Tom Deernick (2010). A micro-organism with DNA edited to its essentials marks a new territory for design. Also shown is a magnification of human cells that have been critical for medical research.

45



52

Cypher. Eduardo Kac (2009). Een draagbaar laboratorium met ingebouwd gedicht geeft de kijker de mogelijkheid dit kunstwerk tot leven te brengen.

Cypher. Eduardo Kac (2009). A portable minilab with a poetic gesture gives the viewer the decision and power to bring an artwork to life.



Colofon

Curator: William Myers
Assistant: Bareket Kezwer
Tentoonstellingsontwerp: La Bolleur
Grafisch ontwerp:
Karel Martens, Marc Hollenstein
Website: Tomas Celizna
Teksten: William Myers
Vertaling: Sybrand Zijlstra
Uitvoering: Landstra & De Vries
Producent: Chris van Bokhorst,
Remco Wagemakers
Workshops: Biotecture

Projectmanagement Het Nieuwe Instituut:
Floor van Ast, Maritta Hindriks, Tim Vermeulen
Communicatie Het Nieuwe Instituut:
Michel Langendijk, Martine Heijnen,
Madeleine Mans, Martine Willekens
Tekstredactie: Gert Staal (introduction),
Cathy Brickwood, Maritta Hindriks,
Michel Langendijk, Madeleine Mans
Art Director: Maureen Mooren
Beeld adviseur: Johannes Schwartz

Drukwerk: DonMail culturele publicaties
Deze handout is gedrukt op 70 grs Pioneer

Met dank aan:
Alle deelnemende ontwerpers, kunstenaars en
organisaties, Stichting DOEN Materiaalprijs,
EDF Paris, Biologie en Medisch Laboratorium-
onderzoek van Hogeschool Rotterdam,
Barbara Eldredge, Andrew Gardner,
Lucas Dietrich, Lucas Evers, Ton den Nijs,
The Ravenstijn Gallery, Soontiëns Stadsnatuur,
Black Box Gallery Copenhagen, Gallery Libby
Sellers London.

Kijk voor meer achtergronden over Biodesign
en een overzicht van lezingen, workshops en
andere activiteiten in het kader van het parallel-
programma van de Biodesign tentoonstelling:
biodesign.hetnieuweinstituut.nl

Voor persvragen kunt u contact opnemen met
Michel Langendijk [m.langendijk@](mailto:m.langendijk@hetnieuweinstituut.nl)
hetnieuweinstituut.nl en via 010 4401307

www.hetnieuweinstituut.nl
www.facebook.com/NieuweInstituut
Twitter: [@nieuweinstituut](https://twitter.com/nieuweinstituut)
Pinterest.com/thenewinstitute

Het Nieuwe Instituut
Museumpark 25
3015 CB Rotterdam
010 4401200
service@hetnieuweinstituut.nl

biodesign.hetnieuweinstituut.nl
#biodesign

Acknowledgments

Curator: William Myers
Curatorial Assistant: Bareket Kezwer
Exhibition design: La Bolleur
Graphic design:
Karel Martens, Marc Hollenstein
Website: Tomas Celizna
Text: William Myers
Translation: Sybrand Zijlstra
Execution: Landstra & De Vries
Producer: Chris van Bokhorst,
Remco Wagemakers
Workshops: Biotecture

Projectmanagement The New Institute:
Floor van Ast, Maritta Hindriks, Tim Vermeulen
Communication The New Institute:
Michel Langendijk, Martine Heijnen,
Madeleine Mans, Martine Willekens
Text editing: Gert Staal (introduction),
Cathy Brickwood, Maritta Hindriks,
Michel Langendijk, Madeleine Mans
Art Director: Maureen Mooren
Image editor: Johannes Schwartz

Print: DonMail culturele publicaties
This handout is printed on 70 grs Pioneer

With thanks to:
All participating designers, artists and
institutions, Stichting DOEN Materiaalprijs,
EDF Paris, Biology and Medical Lab Research
of Rotterdam University of Applied Science,
Barbara Eldredge, Andrew Gardner,
Lucas Dietrich, Lucas Evers, Ton den Nijs,
The Ravenstijn Gallery, Soontiëns Stadsnatuur,
Black Box Gallery Copenhagen, Gallery Libby
Sellers London.

For background information on biodesign and
an overview of lectures, workshops and other
activities as part of the Biodesign exhibition:
biodesign.thenewinstitute.nl

For press inquiries please contact
Michel Langendijk [m.langendijk@](mailto:m.langendijk@thenewinstitute.nl)
thenewinstitute.nl or +31 (0)10 4401307

www.thenewinstitute.nl
www.facebook.com/NieuweInstituut
Twitter: [@nieuweinstituut](https://twitter.com/nieuweinstituut)
Pinterest.com/thenewinstitute

The New Institute
Museumpark 25
3015 CB Rotterdam
The Netherlands
+31 (0)10 4401200
service@hetnieuweinstituut.nl

biodesign.thenewinstitute.nl
#biodesign

Over Het Nieuwe Instituut

Het Nieuwe Instituut start dit najaar met
een meerjarig tentoonstellings-, onderzoeks-
en studioprogramma. Met het programma
De Ruïne blikt Het Nieuwe Instituut al vooruit op
de toekomstige agenda en veelzijdige ambities.

Een multidisciplinaire benadering van
het vraagstuk van de creatieve industrie vormt
de belangrijkste leidraad voor alle activiteiten
van Het Nieuwe Instituut en biedt de handvatten
om in te spelen op het beweeglijke ontwerpveld
(architectuur, design en e-cultuur). Innovatie
vormt daarbij het kernbegrip; een begrip
dat per definitie is verbonden aan conflict en
een veranderend waardensysteem.

Onderzoek op basis van verschillende
fellowships biedt de inhoudelijke samenhang
tussen archief, bibliotheek en tentoonstellings-
programma. Het tentoonstellingsprogramma
in binnen- en buitenland is gericht op een
breed publiek. Het studioprogramma zorgt voor
een verdere verdieping van de theoretische
praktijk van de verschillende ontwerp-
disciplines.

Het Nieuwe Instituut werkt samen
met zowel private als publieke organisaties op
lokaal, regionaal, nationaal en internationaal
niveau, en fungeert daarbij als een essentiële
schakel tussen economie en cultuur, en tussen
politiek en samenleving.

Het Nieuwe Instituut is ontstaan op
1 januari 2013 uit een fusie van het Nederlands
Architectuurinstituut, Premsela, Nederlands
Instituut voor Design en Mode en Virtueel
Platform, kennisinstituut voor e-cultuur.

www.hetnieuweinstituut.nl

About The New Institute

This autumn, The New Institute will launch
a multiyear exhibition, research and studio pro-
gramme. The programme The Ruin illuminates
The New Institute's varied ambitions and looks
ahead to its agenda for the future.

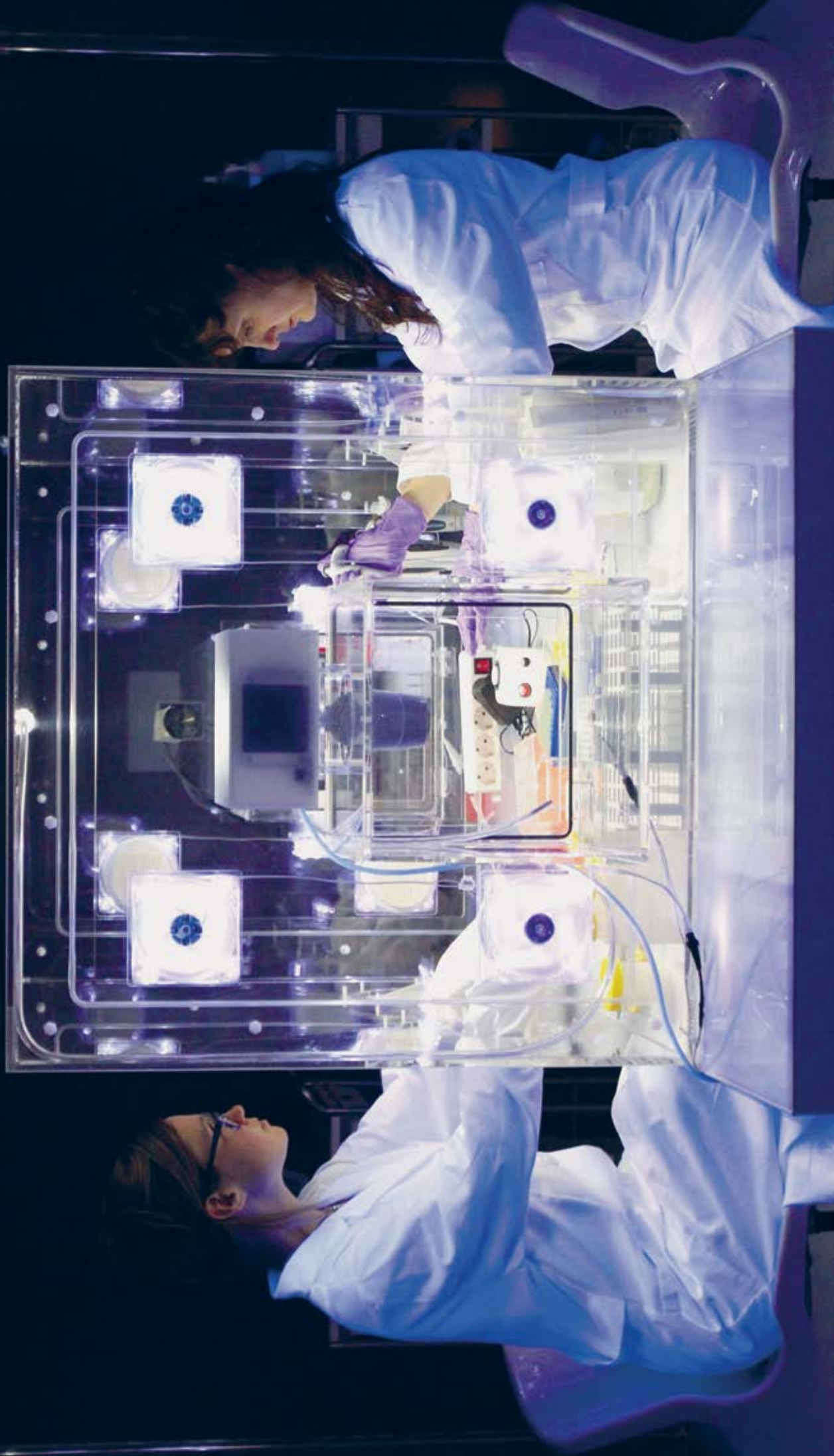
A multidisciplinary approach to the
creative industry guides all The New Institute's
activities and provides points of entry for
responding to the dynamic field of architecture,
design and e-culture. The core concept is
innovation: a word intrinsically linked to conflict
and changing value systems.

Research undertaken through various
fellowships will substantively connect
The New Institute's archive, its library and its
exhibition programme. Exhibitions in the Nether-
lands and abroad will target general audiences.
The studio programme will deepen the theoreti-
cal practice of the various disciplines.

The New Institute works with private and
public organisations at the local, regional,
national and international levels, functioning
as a vital link between economics and culture,
politics and society.

The New Institute arose on 1 January 2013
out of a merger between the Netherlands
Architecture Institute; Premsela, the Nether-
lands Institute for Design and Fashion;
and Virtueel Platform, the e-culture knowledge
institute.

www.thenewinstitute.nl



Hu.M.C.C. (Human Molecular Colonization Capacity).
Maja Smrekar (2012). DNA van de kunstenaar toegevoegd aan dat van gist, wat het micro-organisme ertoe brengt een ingrediënt voor yoghurt te gaan produceren.

Hu.M.C.C. (Human Molecular Colonization Capacity).
Maja Smrekar (2012). The artist's DNA has been added to common yeast, creating new functionality in the microorganism allowing it to produce an ingredient of yoghurt.