

De stem van de wetenschapper in bio-kunst

Bachelorscriptie Fira Zorge

3745333

Begeleider: Patrick van Rossem

2015

Inhoudsopgave

Inleiding.....	2
Hoofdstuk 1 Beestachtige bloedcellen.....	7
Hoofdstuk 2 Duurzame schimmels.....	11
Conclusie.....	20
Literatuur.....	22
Afbeeldingen.....	25

Inleiding

Bio-kunst is een in de 20^e eeuw opgekomen kunstvorm. Kunsthistorica Frances Stracey definieerde bio-kunst als 'a crossover of art and the biological sciences, with living matter, such as genes, cells or animals, as its new media'.¹ In Stracey's definitie staat het gebruik van levende organismen als medium centraal. Deze praktijk kan teruggevoerd worden op de uitvinder van penicilline, Alexander Fleming. De arts en microbioloog deed onderzoek naar de mogelijkheid van papier als voedingsbodem voor micro-organismen. Fleming ontwikkelde een methode die hij in 1933 gebruikte om een tekening te maken (zie afbeelding 1).² Drie jaar later opende het Museum of Modern Art in New York een tentoonstelling rond genetisch gemuteerde riddersporen van fotograaf Edward Steichen (zie afbeelding 2).³



Afb. 1: Alexander Fleming, *Guardsman*, 1933.



Afb. 2: Edward Steichen, *Edward Steichen's Delphiniums*, 1936.

Sommige kunstenaars, zoals Steichen, doen zelf onderzoek en voeren technische handelingen uit. Anderen betrekken wetenschappelijke specialisten om met hun specifieke kennis en gereedschap kunstwerken te verwezenlijken. Wat zijn precies de motivaties van deze wetenschappers om een samenwerking met een kunstenaar aan te gaan? Deze motivaties blijven vaak op de achtergrond omdat wetenschappers minder media-aandacht lijken te genereren, soms uit eigen beweegredenen of omdat ze worden genegeerd.⁴ Zo besteedde bio-kunstkenner William Meyer in zijn boek *Bio-design: Nature, Science,*

¹ Frances Stracey, 'Bio-art: the ethics behind the aesthetics', in: *Nature Reviews Molecular Cell Biology* (2009) nr. 10 (july), p. 496.

² Alexander Fleming, 'The Growth of Microorganisms on Paper', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007, p. 345-346.

³ Ronald J. Gedrim, 'Edward Steichen's 1936 Exhibition of Delphinium Blooms: An Art of Flower Breeding', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007, pp. 347, 354-355.

⁴ Stracey 2009 (zie noot 1), p. 496.

Creativity aandacht aan conceptuele ideeën van de ontwerpers van bio-design maar liet de rol van de wetenschapper in het proces buiten beschouwing.⁵ Een ander voorbeeld is het project *GFP Bunny* van bio-kunstpionier Eduardo Kac uit 2000. *GFP Bunny* werd door bio-kunstenaar George Gessert in het tijdschrift *Leonardo* het 'beroemdste voorbeeld van transgenetische kunst' genoemd.⁶ *GFP Bunny* ging van start met de geboorte van



Afb. 3: Eduardo Kac, *GFP Bunny*, 2000.

Alba, een albino konijn waarin een versterkt groen fluorescente proteïne (GFP) was aangebracht. Door GFP zou het dier licht geven als het onder een bepaalde tint UV-lamp werd bekeken (zie afbeelding 3). Volgens Kac werd het transgenetische dier speciaal voor hem ontwikkeld door onder anderen biotechnoloog Louis-Marie Houdebine van het *Institut National de la Recherche Agronomique* (INRA) in Jouy-en-Josas, Frankrijk.⁷ In de tweede fase gaf Kac aanzet tot een debat over genetische manipulatie en als afsluiting van het project wilde hij Alba mee naar huis nemen om haar een liefdevolle omgeving te bieden. Bij deze fase ontstond er echter onenigheid tussen de partijen. Volgens Kac weigerde Paul Vial, de directeur van de INRA, het konijn mee te geven.⁸ De kunstenaar begon uit protest de tot op heden onsuccesvolle campagne 'Free Alba', waarmee hij naar eigen zeggen anderhalf miljoen mensen bereikte.⁹



Afb. 4: Louis-Marie Houdebine, *GFP rabbit (under UV light)*, z.j.

Dit is het verhaal vanuit het perspectief van de kunstenaar. Er bestaat tevens een andere versie van de betrokken biotechnoloog. In het pamflet *GFP Bunny. Trying to get the story straight* legde Houdebine uit dat de transgenetische konijnen al in 1998 ontwikkeld waren op verzoek van INRA collega Jean-Paul Renard (zie afbeelding 4). De groene cellen werden voor verschillende

⁵ William Meyer, *Bio-design: Nature, Science, Creativity*, Londen 2012.

⁶ George Gessert, 'Art and Genetics Bibliography', 2005, <www.leonardo.info/isast/spec.projects/art+biobiblio.html>, (21 februari 2015).

⁷ Eduardo Kac, *Telepresence & Bio art*, Michigan 2005, p. 266.

⁸ Eduardo Kac, 'GFP Bunny', in: *Leonardo* 36 (2003), nr. 2 (april), p. 101.

⁹ Kac 2003 (zie noot 8), p. 102.

doeleinden gebruikt, zoals het volgen van de cel ontwikkeling bij klonen en het enten van netvliezen op een minimaal ingrijpende manier.¹⁰ In 2000 bezocht Kac het instituut en gaf een van de dieren een naam. Volgens Houdebine was het vrijgeven van Alba nooit aan de orde geweest en het resultaat van een miscommunicatie.¹¹

Bij dit voorbeeld blijken de kunstenaar en de betrokken wetenschapper er andere versies van het voorval op nahouden. Kac's *GFP Bunny* is een terugkerend voorbeeld in de literatuur over bio-kunst, maar het verhaal van Houdebine wordt nauwelijks genoemd of niet belangrijk gevonden. Zo stelde Huub de Groot, hoogleraar biofysische organische chemie aan de Universiteit Leiden, in zijn artikel *Over de noodzaak van de doordringing van kunst in genomics* dat het 'Onduidelijk is (...) of Alba werkelijk heeft bestaan, maar eigenlijk is dat ook verder niet belangrijk.'¹² Stracey pleit in haar artikel *Bio-art: the ethics behind the aesthetics* voor meer aandacht voor de betrokken wetenschappers, maar bespreekt slechts Kac's verklaring.¹³

Waarom is dit problematisch? Auteurs zijn immers vrij hun onderwerp naar eigen inzicht te benaderen en kunst is niet verplicht om de werkelijkheid waarheidsgetrouw weer te geven. Deze (artistieke) vrijheid leidt er echter toe dat de wetenschapper in de marge verdwijnt. Hoewel Stracey in haar artikel onvoldoende inging op *GFP Bunny*, ziet zij een dringende noodzaak om de kant van de wetenschapper onder de aandacht te brengen. Het onbelicht laten van intenties kan volgens haar onder andere leiden tot een desinteresse in artistieke motieven en de bredere culturele toepassing van de gezamenlijke ontdekkingen aan de kant van de wetenschappers omdat zij op deze manier geen verantwoording zouden hoeven af te leggen. Hiermee doelt zij op een 'science for science's sake' houding die te vergelijken is met een *l'art pour l'art* instelling van sommige kunstenaars.¹⁴ Deze situatie kan in het slechtste geval leiden tot ofwel het reduceren van leven tot esthetiek ofwel het risico dat bio-kunst uit economische motieven door bedrijven wordt ingezet om controversiële

¹⁰ Louis-Marie Houdebine, 'GFP Bunny. Trying to get the story straight', z.j.

¹¹ Mondelinge mededeling Louis-Marie Houdebine, 3 maart 2015.

¹² Huub de Groot, 'Over de noodzaak van het doordringen van kunst in genomics', *NVBe Nieuwsbrief* 13 (2006), nr. 1 (maart), p. 26.

¹³ Stracey 2009 (zie noot 1), p. 499.

¹⁴ Stracey 2009 (zie noot 1), p. 496.

wetenschap sociaal geaccepteerd te maken bij een breder publiek.¹⁵ Hoewel het hier om twee uitersten gaat zijn vergelijkbare scenario's onwenselijk omdat het afbreuk doet aan bio-kunst als een samenwerking tussen kunst en wetenschap. Dit wil niet zeggen dat geen publicaties bestaan waarin er aandacht wordt geschonken aan het verhaal van de wetenschapper. Journalist Steve Nadis schreef in 2000 een artikel in *Nature* over de aanstelling van beeldhouwer Joe Davis in het laboratorium van bioloog Alexander Rich. Nadis vroeg Rich en een aantal werknemers van het betreffende Massachusetts Institute of Technology (MIT) naar hun mening en ervaringen.¹⁶ In



Afb. 5: Joris Laarman, *Half Life Lamp*, 2010.

2010 verscheen in het tijdschrift van de Universiteit Twente een interview van redacteur Sandra Pool met assistent-professor *Developmental Bioengineering* Aart van Apeldoorn. De aanleiding was het project *Half Life Lamp* (een lamp gemaakt van materiaal dat voortkwam uit een kruising tussen genen van een hamster en een vuurvliegje) in samenwerking met ontwerper Joris Laarman (zie afbeelding 5).¹⁷

In navolging van deze journalisten zijn voor dit onderzoek moleculair celbioloog Frans Rameakers en microbioloog Han Wosten geïnterviewd, twee Nederlandse wetenschappers die hebben meegewerkt aan bio-kunstprojecten. Centraal staat de vraag: Wat waren de motivaties van Rameakers en Wosten om een samenwerking met kunstenaars of ontwerpers aan te gaan voor deze bio-kunstprojecten? Onderdeel van deze motivatie is hun blik op de collaboratie tussen kunst en wetenschap. Kan bio-kunst iets toevoegen aan hun vakgebied? Als leidraad voor deze deelvraag beroept dit onderzoek zich op twee theoretische uiteenzettingen van samenwerking tussen kunst en wetenschap. De eerste uiteenzetting is van Stephen Wilson. De voormalig directeur van het Conceptual Information Arts Program aan de San Francisco State University ziet een inhoudelijke rol voor kunst weggelegd binnen academische vakgebieden. 'Clearly artists can contribute to many aspects

¹⁵ Stracey 2009 (zie noot 1), p. 496-497.

¹⁶ Steve Nadis, 'Science for art's sake', in: *Nature* 407 (2000), nr. 6805 (oktober), p. 669.

¹⁷ Sandra Pool, 'Levende cellen geven tafellamp licht. Coproductie tussen TWN-vakgroep en kunstenaar.', in: *UTnieuws* (2010), nr. 11 (april), p. 15.

of the research process by framing new agenda's, designing unorthodox approaches and inventing ways to visualize findings.'¹⁸ Voor Wilson staan dus het aandragen van nieuwe onderwerpen, een onorthodoxe benadering en een vernieuwende manier van resultaten visualiseren centraal. Onder 'onorthodoxe benadering' zullen de gebruikte wetenschappelijke technieken worden verstaan. Wilson geeft wel aan dat de vaardigheden die nodig zijn om bio-kunstwerken te begrijpen niet wijdverbreid zijn. De toeschouwer heeft zowel kennis van de wetenschappelijke concepten nodig als van het artistieke gebaar dat verder gaat dan de wetenschap.¹⁹ Kunst draait immers niet puur om het inzichtelijk maken van onderzoek.

De mogelijkheid van een samenwerking tussen kunst en wetenschap valt niet bij alle theoretici in goede aarde. De tweede benadering komt van bioloog Lewis Wolpert. Wolpert spreekt zich expliciet uit tegen het idee van een band tussen de twee disciplines. Zijn uitgangspunt in het artikel 'Which side are you on?' in *The Guardian* is de werkwijze binnen de vakgebieden. 'Science makes progress, we build on the work of our current and earlier colleagues. To talk about progress in art makes no sense, there is change but not progress. Art is not constrained by reality.'²⁰ Om deze redenen heeft kunst in zijn ogen vrijwel niets bijgedragen aan de wetenschap. Sluiten Wosten en Rameakers zich aan bij de visie van Wilson of van Wolpert? In hoofdstuk 1 zal Rameakers zijn ervaringen met het kunstwerk *Good and Evil on the Long Voyage* van Paul Perry uit 1997 toelichten. In hoofdstuk 2 spreekt Wosten over *System Synthetics* van Maurizio Montalti uit 2010 en *Fungi Mutarium* van Julia Kaisinger en Katharina Unger uit 2014.

¹⁸ Stephen Wilson, *Art + Science Now*, London 2010, p. 16.

¹⁹ Wilson 2010 (zie noot 11), p. 8.

²⁰ Lewis Wolpert, 'Which side are you on?', in: *The Guardian* 2002, <<http://www.theguardian.com/education/2002/mar/10/arts.highereducation>>, (11 juni 2015).

Hoofdstuk 1 Beestachtige bloedcellen

Professor Frans Ramaekers begon als scheikundige en specialiseerde zich later in biochemie en farmacochemie in Nijmegen en Oss. In zijn PhD onderzoek richtte hij zich op de rol van het cytoskelet in celdeling.²¹ In de jaren daarna onderzocht hij de toepassing van onderdelen van het cytoskelet bij kankerdiagnoses. Tijdens de jaren negentig was hij professor in moleculaire celbiologie aan de Universiteit van Maastricht. Hierbij werd hij geassisteerd door Wiel Debie, een analist met ervaring in celkweek. Tegenwoordig is hij werkzaam als wetenschappelijke directeur bij GROW, School for Oncology and Developmental Biology.

Good and Evil on the Long Voyage

Ramaekers kwam in contact met bio-kunstenaar Paul Perry door de echtgenote van een collega-hoogleraar Farmacologie. Zij was op dat moment lerares op de opleiding van Perry en organiseerde de tentoonstelling rondom een aantal jonge kunstenaars. Perry gaf aan een kunstwerk te willen maken rond het thema onsterfelijkheid, waarna de farmacoloog binnen zijn faculteit aan de Universiteit Maastricht op zoek ging naar geschikte partners.

Met hulp van met Ramaekers en Debie besloot Perry een aantal van zijn eigen cellen onsterfelijk te maken. Het concept van het kunstwerk kwam voort uit een fascinatie voor de discussie omtrent onsterfelijkheid en 'radicale levensverlenging'.²² Volgens de kunstenaar was onsterfelijkheid lang voorbehouden aan de ziel, bijvoorbeeld in de vorm van poëzie in de negentiende eeuw of door middel van religie in de twintigste.²³ Voor Perry was onsterfelijkheid echter niet langer een zaak voor het immateriële, maar voor het lichamelijke. 'Prayers do not come to life in poetry any longer, but in cell cultures.'²⁴ Normale cellen sterven na een bepaald aantal celdelingen, maar bij kankercellen is dit niet het geval. Doordat deze cellen zich blijven vermenigvuldigen zonder te verouderen zijn ze praktisch onsterfelijk, mits er voldoende voeding aanwezig is.

²¹ Anoniem, 'Prof. Frans Ramaekers, PhD', z.j., <<http://gcb.mumc.nl/medewerkers/ramaekers-phd>>, (10 april 2015).

²² Arjen Mulder, 'A Techno-Religious Work of Art. Paul Perry's Good and Evil on the Long Voyage', z.j., <<http://www.alamut.com/proj/97/longVoyage/technoReligion.html>>, (3 april 2015).

²³ Ibidem.

²⁴ Ibidem.



Afb. 7: Wiel Debie neemt een bloedmonster om Perry's lymphocyten te isoleren.

Rameakers gebruikte een techniek genaamd *hybridoma* om een kankercel van een muis te fuseren met een witte bloedcel van de kunstenaar. Hierdoor ontstond er een hybride die nog steeds antistoffen produceerde. Hybridoma wordt gebruikt voor het produceren van medicijnen, meestal uit een fusie van muizencellen. Het was reeds bekend dat fusies tussen verschillende soorten mogelijk waren, hoewel de kans op slagen vele malen kleiner was. De eenwording tussen witte bloedcellen van de kunstenaar en kankercellen van een muis was echter een succes. Perry zag de kankercellen als het kwaad ('messengers of death'), terwijl de antilichamen het goede symboliseerde als 'warriors of the immune system'.²⁵ Perry's rol in het proces bestond uit het doneren van bloedcellen (zie afbeelding 7), waarna wetenschappers het technische werk hebben verricht. Wel heeft Perry mee kunnen kijken met het laboratoriumproces. Het project was onder 'normale' werktijd vervaardigd en meegenomen in de begroting van de instelling.

Good and Evil on the Long Voyage (zie afbeelding 6) werd in 1997 tentoongesteld in het Bonnefantenmuseum in Maastricht bij de tentoonstelling *(P)reservations*.²⁶ De visuele presentatie bestond uit een installatie waarop een aluminium kano met een bioreactor was geplaatst. In deze bioreactor bevonden zich de onsterfelijke bloedcellen van de kunstenaar. Hoewel de kweek niet met het blote oog te zien was kon het publiek via een schuin geplaatste spiegel in de bioreactor kijken. De kano was voor de



Afb. 6: Paul Perry, *Good and Evil on the Long Voyage*, 1997.

²⁵ Paul Perry, 'Good and Evil on the Long Voyage', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007, p. 131.

²⁶ Kac 2007 (zie noot 17), p. 211.

kunstenaar sterk verbonden met Noord-Amerikaanse symboliek: volgens Ramaekers stond het voertuig symbool voor de overgang van het leven naar de eeuwige jachtvelden.^{27 28}

Intentie

Ramaekers ging om verschillende redenen akkoord met het project. Allereerst beschouwde hij het een uitdaging om mensencellen met muizencellen te fuseren, omdat de kans van slagen bijzonder laag was (volgens Perry zijn er enkele successen op tien miljoen pogingen).²⁹ Ook was hij nieuwsgierig hoe de kunstenaar het eindresultaat zou presenteren, mocht de fusie een succes zijn. Daarnaast nam hij het verzoek in overweging omdat het van een collega kwam. Als laatste was hij geïnteresseerd in Perry's artistieke motieven. Ramaekers vond Perry's benadering van de dood vanuit Noord-Amerikaanse symboliek een interessante insteek.

Kunst en wetenschap

Heeft *Good and Evil on the Long Voyage* een nieuw onderwerp, een onorthodoxe benadering en een vernieuwende presentatie toegevoegd aan Ramaekers vakgebied? Het bestaan heterohybriden (fusies tussen verschillende soorten) was al eerder bekend, hoewel niet op deze manier uitgetoond. Het fuseren van een menselijke cel met een cel van een muis was dus een nieuw experiment binnen het onderwerp, maar heeft volgens Ramaekers geen verder nut gehad. Eveneens werd er gebruik gemaakt van een standaardtechniek. Wel stelde Perry de kweek op een originele manier tentoon door een installatie te bouwen, hoewel de cellen niet met het blote oog te zien waren. *Of Good and Evil on the Long Voyage* heeft bijgedragen aan een beter begrip van wetenschap onder de bezoekers vond Ramaekers moeilijk te beoordelen. Volgens de bioloog werd de ontwikkeling van de cellen achteraf online uitgelegd, maar werd er tijdens de tentoonstelling geen informatie gegeven of verwezen naar de website van de kunstenaar. Het is onwaarschijnlijk dat het publiek mee

²⁷ Mondelinge mededeling Frans Ramaekers, 10 april 2015.

²⁸ Paul Perry geeft aan dat Noord-Amerikaanse symboliek een rol speelt in zijn werk, maar legt de precieze connectie met *Good and Evil on the Long Voyage* niet verder uit. Bron: Tom McCarthy, 'Interview with Paul Perry, artist', 2001, <http://www.alamut.com/cv/interviews/0103_INS.html>, (11 april 2015).

²⁹ Kac 2007 (zie noot 17), p. 131.

heeft gekregen hoe Perry aan deze onsterfelijke cellen kwam. Is kunst in dit licht een geschikt medium om wetenschap mee weer te geven? Ramaekers vond dat kunst, mits goed uitgelegd, wetenschap naar een grotere groep mensen kan brengen. 'Veel mensen interesseren zich niet voor wetenschap omdat ze het saai vinden of denken dat ze het toch niet begrijpen.'³⁰ Door een beroep te doen op een andere discipline kan wetenschap op een verschillende manier uitgelegd worden, bijvoorbeeld door middel van beelden in de artistieke discipline. Voor Ramaekers zou een dergelijk project, idealiter, de interesse van het publiek zodanig prikkelen dat ze door gaan vragen naar de gebruikte technieken. 'Als je ziet dat dit een techniek is die veel gebruikt wordt om medicijnen te maken gaan mensen misschien verder doorkijken, bijvoorbeeld op het internet.'³¹ Op deze manier kan het publiek een inzicht krijgen in de oorspronkelijke functie van de wetenschappelijke techniek. Wel moet er volgens Ramaekers bij bio-kunswerken zowel aandacht worden besteed aan het artistieke concept als de praktische uitvoering.³² Hiermee sluit Ramaekers visie aan bij de uiteenzetting van Wilson.

Voor de bioloog zou de combinatie tussen creatieve geesten uit de kunst en de wetenschap wel degelijk tot iets toepasbaars kunnen leiden. Het verschil tussen de gebieden zit voor hem voornamelijk in de verschillende doelen. 'Onderzoekers zijn natuurlijk wetenschappelijk geïnteresseerd, maar uiteindelijk willen ze ook dat hun kennis gebruikt wordt voor maatschappelijk belang. Ik denk dat dit een ander doel is dan de kunstenaar beoogt. Door met elkaar te praten kunnen beide desalniettemin op ideeën komen.'³³ Hoewel de disciplines van elkaar verschillen kan interactie tussen creatieve geesten vruchtbaar zijn. Ramaekers ideeën over de mogelijkheden voor kunst en wetenschap komen dus niet volledig overeen met de visie van Wolpert. Aandacht voor een succesvolle interactie tussen kunst en wetenschap ziet Ramaekers terug in het beleid van de Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen (KNAW). Oud-president Hans Clevers heeft voor het eerst sinds een lange tijd weer kunstenaars betrokken bij de Akademie, wat lang een wetenschappelijk bolwerk was.

³⁰ Mondelinge mededeling Frans Ramaekers, 10 april 2015.

³¹ Ibidem.

³² Ibidem.

³³ Ibidem.

Hoofdstuk 2 Duurzame schimmels

Han Wosten werkte voor het eerst met schimmels tijdens zijn bachelor biologie aan de Rijksuniversiteit in Groningen. Na een korte uitstap naar bacteriën kwam hij bij zijn promotieonderzoek en doctoraat terug bij fungi. Vanaf 2001 is hij hoogleraar Microbiologie en hoofd van de afdeling Biologie aan de Universiteit Utrecht. Het onderzoek van de universiteit richt zich op groei en ontwikkeling van schimmels in de natuur, maar ook op praktische toepassingen zoals het onderzoeken van enzymen voor de voedselindustrie.

Wosten kwam op het pad van bio-kunst en design door een samenwerking met ontwerper Maurizio Montalti. Montalti studeerde van 2006 tot 2010 aan de Design Academy in Eindhoven. Gedreven door een fascinatie voor de microscopische schaal en symbiotische relaties ging hij op zoek naar nieuwe materialen.³⁴ Na vijf afwijzingen door schimmelexperts voor een samenwerking kwam Montalti bij Wosten terecht. De ontwerper wilde



Afb. 8: Maurizio Montalti, *Continuous Body's – Body's of Change*, 2010.

aanvankelijk nieuwe begrafenisrituelen ontwikkelen, waarmee hij de ontkenning en onrust die met het verlies van een geliefde gepaard gaat onderzocht door het proces van ontbinding naar een meer natuurlijk niveau te transporteren.³⁵ Het lichaam van de overledene zou omgezet worden in een doodskleed, wat als voedingsbodem voor

schimmels kon dienen. Dit werk, *Continuous Body's – Body's of Change* (zie afbeelding 8), werd onderdeel van zijn masterscriptie. Centraal in het scriptie-onderzoek stond de interactie tussen schimmels en verschillende materialen zoals stof, papier, plastic en menselijk materiaal. Om met deze verhoudingen te kunnen experimenteren kreeg Montalti een training in microbiologie en mocht hij zelfstandig gebruik maken van het laboratorium van de Universiteit Utrecht.

³⁴ Maurizio Montalti, 'Curriculum Vitae 2015', 2015, <<http://www.corpuscoli.com/>>, (4 juni 2015).

³⁵ Maurizio Montalti, 'Continuous Body's', 2010, p. 9, <<http://www.corpuscoli.com/projects/bodies-of-change/>>, (4 juni 2015).

Wat bewoog Wosten om als wetenschapper deze samenwerking aan te gaan? ‘Ik voelde me intuïtief aangetrokken tot Maurizio’s project’, aldus de bioloog, ‘want ik ben geen museumafloper. Zijn werk heeft alles met dood en leven te maken, en schimmels zijn betrokken bij afbraak in de natuur. Ik vond dat erg fascinerend.’³⁶ Wosten was op dat moment betrokken bij het *Kluyver Centre for Genomics of Industrial Fermentation*, een virtueel onderzoekscentrum van verschillende universiteiten en bedrijven. Het centrum was onderdeel van het *Netherlands Genomics Initiative* (NGI), een instituut dat vanuit de aardgasbaten budget had gekregen voor onderzoek naar *genomics*. Het NGI vond het belangrijk om onderzoeksresultaten naar een groot publiek te brengen en koos bio-kunst en design als medium.³⁷ Zodoende werd de *Designers & Artists 4 Genomics Award* (DA4GA) in het leven geroepen. Bij deze competitie werden kunstenaars en wetenschappers gekoppeld om samen een projectopzet te ontwikkelen. Wosten en Montalti besloten zich na een oproep van het Kluyver Centre in te schrijven en werden op een introductiedag gekoppeld. Na verschillende rondes werden zij samen met twee andere teams als winnaars uitgeroepen en kregen 25.000 euro om het project te realiseren.³⁸

System Synthetics

Het resultaat van de samenwerking tussen Wosten en Montalti voor de DA4GA werd de installatie *System Synthetics* (zie afbeelding 9). Het team stelde voor de mogelijkheid te onderzoeken om biobrandstof te verkrijgen uit de afbraak van plastic afval.³⁹ Voor Montalti was het werk een reactie op het veelvoudige gebruik van giftige materialen door ontwerpers en producenten. Hij nam de rol van onderzoeker aan om alternatieve methoden te ontwikkelen om plastic opnieuw deel te laten nemen aan de afvalcyclus, terwijl het tegelijkertijd energie zou opwekken.⁴⁰ Wosten vult dit aan: ‘We wilden een

³⁶ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

³⁷ Ibidem.

³⁸ “The BIO ART & DESIGN AWARD (called Designers & Artists 4 Genomics Award till 2013) is a unique competition that aims at stimulating young artists and designers from The Netherlands and abroad to experiment with bioart and design and to collaborate with renowned Dutch science centers.” Bron: Anoniem, ‘BIO ART & DESIGN AWARD’, z.j., <<http://www.badaward.nl/about/>>, (5 juni 2015).

³⁹ Neva Lukic, ‘Interviews with Maurizio Montalti and Han Wösten about System Synthetics’, 15 juni 2011, <<http://www.da4ga.nl/?p=2445>>, (5 juni 2015).

⁴⁰ Maurizio Montalti, ‘System Synthetics’, <<http://www.corpuscoli.com/projects/system-synthetics/>>, (5 juni 2015).

afbraakorganisme combineren met de bio-ethanolproducent, waarbij we afbraak en productie van brandstof in één organisme combineerden.⁴¹ Twee verschillende schimmelorganismen zouden een symbiose aangaan waardoor hun eigenschappen een gecombineerd resultaat leverden.⁴² Dit is echter een vooruitblik; de symbiose in *System Synthetics* is volgens Wosten de komende twintig jaar nog niet mogelijk.



Afb. 9: Maurizio Montalti, *System Synthetics*, 2010.

Het verschil tussen kunst en design

Achter het concept van *System Synthetics* zat het idee dat de mens in staat is tot het genereren van nieuwe levensvormen. De discussie bij dit kunstproject was tegelijkertijd hoe ver de mens moet gaan als de ontwikkeling een duidelijk positief belang heeft, terwijl er in feite met leven wordt gespeeld door het kruisen van twee organismen.⁴³ De discussie was voor Wosten een belangrijk onderdeel van het werk. De DA4GA is een award voor zowel design als kunst, en voor Wosten is de aanwezigheid van discussie de doorslaggevende factor in het verschil tussen deze twee vormen. “Studenten van een design academy zijn niet per definitie kunstenaars. Sommigen willen een mooi product maken waar niet per se een

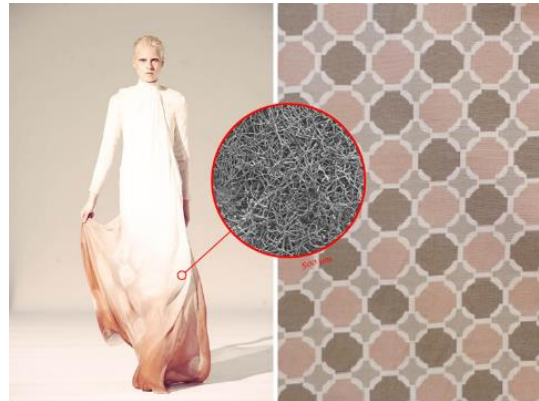
⁴¹ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

⁴² Montalti (zie noot 27), (5 juni 2015).

⁴³ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

discussie achter hoeft te zitten. Ik zeg niet dat een designer geen kunstenaar is of een kunstenaar geen designer is, maar functioneel design hoeft niet per definitie kunst te zijn.”⁴⁴

De bioloog heeft later voor de Awards ook samengewerkt met de interieurarchitect en productontwerpster Simone Vermaning. Zij wilde jurken maken van schimmelmateriaal om via High Fashion de publieke opinie over schimmels te verbeteren (zie afbeelding 10).⁴⁵



Afb. 10: Simone Vermaning, *Fungal Fabrics*, 2012-2013.

Wosten stelde voor om design luiers voor oudere mensen te ontwikkelen. De schimmels stonden voor het verval en de dood, maar de schoonheid van het ontwerp zou de mens haar waardigheid teruggeven. Simone voelde zich echter niet gelukkig bij het idee. Door gebrek aan een verdiepend aspect in het ontwerp kwam het duo niet verder dan de voorrondes.

Fungi Mutarium

Bij de oproep voor de Award 2014 (inmiddels onder de naam *Bio Art & Design Award*) meldde Wosten zich opnieuw aan. Deze keer werd hij gekoppeld aan de Oostenrijkse L I V I N Studio, bestaande uit Katharina Unger en Julia Kaisinger. Toen in het voorgesprek duidelijk werd dat het duo eveneens met schimmels aan de gang wilde stuurde Wosten aan op een contrast tussen gif en esthetische schoonheid. Zoals ook bij de projecten met Montalti het geval was ontstond het concept door een nauwe samenwerking tussen Wosten en de ontwerpers. ‘Ik heb vaak gezegd: het is uiteindelijk jullie kunstproject, maar omdat ik vaak bij de selecties aanwezig ben geweest voelde ik aan welke voorstellen prijswinnaars waren. Het is een gesprek geweest, maar uiteindelijk voeren de ontwerpers het uit.’⁴⁶

Wosten en L I V I N Studio kwamen uit op een vooruitstrevend thuis-systeem om voedsel te verbouwen genaamd *Fungi Mutarium* (zie afbeelding 11). In een speciaal ontworpen agar vorm genaamd *FU* werd plastic gestopt, waarna de gebruiker schimmelsporen aanbracht op

⁴⁴ Ibidem.

⁴⁵ Simone Vermaning, ‘Fungal Fabrics’, z.j. < <http://www.simonevermaning.com/fungal-fabrics/>>, (5 juni 2015).

⁴⁶ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

het geheel. Agar bestaat uit zeewier op basis van gelatine en diende gemengd met suiker en zetmeel als voedingsbodem voor de zwamvlok.⁴⁷ Na verloop van tijd bedekte de schimmel het medium en verteerde de schadelijke kleurstoffen in het plastic. De zwamvlok en FU konden na afloop van het proces opgegeten worden, waarvoor Unger en Kaisinger speciaal bestek ontwierpen.

Voor Wosten had *Fungi Mutarium* een belangrijke maatschappelijke boodschap omdat het werk zowel aandacht vroeg voor de voedselproblematiek als de jaarlijks geproduceerde 280 miljoen ton aan plastic afval.⁴⁸ 'In 2050 hebben we zeventig procent meer voedsel nodig, terwijl er tegen die tijd maar vijftien procent meer landbouwgrond beschikbaar zal zijn. Wat zijn de mogelijkheden om meer voedsel te produceren op relatief minder grond? Genetische modificatie is een optie, maar dat wil niet iedereen. Wij boden een extreem ander voorbeeld.'⁴⁹ Het voorbeeld was bedoeld als *urgency call*, en het heeft volgens Wosten aardig goed gewerkt. Het kunstwerk is veel in het nieuws geweest en er hebben zich al investeerders aangemeld. Helaas is *Fungi Mutarium* nog niet rendabel omdat het lang duurt om de schadelijke stoffen af te breken. Er zou veel onderzoek gedaan moeten worden om dit proces te versnellen.

⁴⁷ Katharina Unger, 'Fungi Mutarium', z.j., <<http://www.kunger.at/161542/5346941/concepts/fungi-mutarium>>, (5 juni 2015).

⁴⁸ Anoniem, 'Fungi Mutarium – (Growing Food From Toxic Waste)', z.j., <<http://www.badaward.nl/fungi-mutarium-growing-food-on-toxic-waste/>>, (13 mei 2015).

⁴⁹ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

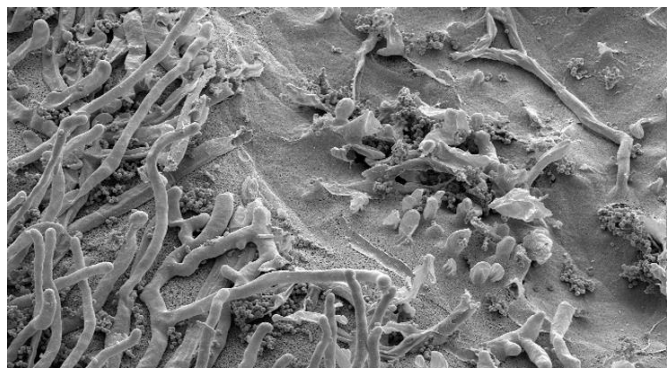


Afb. 11: L I V I N Studio, *Fungi Mutarium*, 2014.

Kunst en wetenschap

Heeft de samenwerking voor *System Synthetics* en *Fungi Mutarium* nieuwe onderwerpen aangedragen, een verrassende manier van onderzoeksresultaten visualiseren gegeven en een onorthodoxe benaderingen ontwikkeld in de microbiologie? Studio L I V I N heeft de resultaten van het project op een passende manier gevisualiseerd door een concrete

installatie te ontwerpen waarbinnen het proces zich afspeelt. Kaisinger en Unger lieten zich voor het ontwerp inspireren door paddenstoelen en andere natuurlijke vormen.⁵⁰ Montalti visualiseerde de symbiose in *System Synthetics* voornamelijk met attributen



Afb. 12: Maurizio Montalti, *System Synthetic micro sem fungus on plastic*, 2010.

⁵⁰ Katharina Unger (zie noot 44).

gebaseerd op wetenschappelijk materiaal, zoals erlenmeyers en rondbodemkolven. Hoewel de installatie speciaal ontworpen en gemaakt was blijft Montalti met de presentatie binnen de context van de wetenschap.

Qua onderwerp draaiden de projecten beiden om het afbreken van plastic. Het mechanisme waarmee plastic afgebroken wordt komt uit enzymen die normaal gesproken gebruikt worden om lignine af te breken. Lignine is de chemische stof die hout zijn donkere kleur geeft en moeilijk te ontleden is. Op het moment dat Wosten en de ontwerpers een schimmel vinden die efficiënter plastic afbreekt zal dit waarschijnlijk ook gelden voor lignine. In dat geval zal de nieuwe schimmel meteen gedeeld worden met collega's in het laboratorium die hier profijt van hebben. Helaas bood de Award niet voldoende middelen voor uitgebreid vervolgonderzoek. 'De winnaars krijgen een prijs van 25.000 euro en dat klinkt heel veel, maar je kunt er vrij weinig mee. Dit bedrag is genoeg voor drie of vier maanden.' In de wetenschappelijke sector zijn miljoenenbudgetten voor onderzoeken niet ongewoon. De winnaars van de Awards konden hun onderzoek een paar maanden voortzetten, maar daarna moesten de projecten worden afgerond. Het gebruiken van schimmels voor het afbreken van plastic in plaats van hout is dus een nieuwe tak van sport. De projecten hadden in dit geval geen toereikende middelen om een onorthodoxe benadering aan te dragen, hoewel de potentie wel aanwezig was.

Ondanks het verschil in budget is Wosten positief over de samenwerking tussen kunst en wetenschap. Wetenschap en kunst delen in zijn ogen zelfs gemeenschappelijke eigenschappen. 'Wetenschap is creatief, wij denken ook na in oplossingen en concepten. In feite is het ook een kunstvorm, dus wat dat betreft past het bij elkaar.'⁵¹ Alleen de benadering is volgens hem anders; wetenschappers formuleren een hypothese vanuit bestaande kennis. Dit is een logisch vervolg op datgene wat al onderzocht is. Bij kunst en design is dit niet het geval. 'Een ontwerper kan ineens zeggen (..) 'Ik wil gekleurd mycelium hebben, dus ik gooi het gewoon bij elkaar.'. Als wij dat doen zijn we slechte wetenschap aan het bedrijven.'⁵² Kunstenaars zijn dus niet gebonden aan eerder onderzoek, maar op resultaten van creatieve experimenten kunnen wel degelijk nieuwe academische

⁵¹ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

⁵² Ibidem.

vraagstellingen worden gebaseerd. Op deze manier is er sprake van een kruisbestuiving tussen kunst en wetenschap.

Wostens visie ondersteunt dus Wolperts mening dat de werkwijze van wetenschap een ontwikkeling gebaseerd is op eerder werk, terwijl kunst hier niet aan gebonden is. In tegenstelling tot Wolperts commentaar is dit verschil voor Wosten juist de basis van een mogelijke kruisbestuiving. Hoewel wetenschap een andere methode gebruikt ziet Wosten overeenkomsten met creatieve benaderingen in de wetenschap. Ook in dit opzicht verschilt zijn visie met die van Wolpert, die specifiek de overeenkomst tussen creativiteit in kunst en wetenschap afwijst. 'There may well be something similar in all human creativity, but that it is particularly similar in scientists and artists is without foundation. The similarity between art and science is even less than that between billiards and rugby both of which at least use a ball.'⁵³ Wosten ziet deze overeenkomst terug in het nadenken in oplossingen en concepten.

Wosten heeft getwijfeld over zijn deelname aan kunstzinnige projecten, vooral bij de verantwoording naar zijn vakgenoten. 'In dit gebouw (afdeling biologie) wordt je gerespecteerd als je aan fundamentele wetenschap doet. (..) Ik zit natuurlijk in de cultuur van dit gebouw en begin soms te twijfelen of ik op de goede weg ben.'⁵⁴ Kunst en design vallen voor velen buiten de categorie 'hardcore' wetenschap, hoewel Wosten van mening is dat het één het ander niet uitsluit. Valoriserend onderzoek voor de industrie wordt nog geaccepteerd, maar de volgende stap is een samenwerking met het creatieve veld. Wosten kreeg bevestiging om door te gaan met deze projecten van evolutiebiologe Toby Kiers. Vanuit haar positie in de adviesraad van Mediametic zag zij kunst en design als de beste manier om wetenschap naar het grote publiek te brengen.⁵⁵ Dit inspireerde hem omdat hij tegelijkertijd merkte dat de wetenschap steeds meer verplicht is om zich te presenteren aan mensen buiten de universiteit. Met kunst en design kunnen mooie voorbeelden geproduceerd worden. 'Heel vaak is wetenschap zo op de detail dat iedereen afhaakt. Dat merk ik zelfs bij mijn familie,' aldus de bioloog. Kunst is tastbaar, en aan de hand van een kunstwerk kan een verhaal verteld worden over de wetenschappelijke ontwikkelingen die

⁵³ Wolpert 2002 (zie noot 20).

⁵⁴ Mondelinge mededeling Han Wosten, 13 mei 2015.

eraan hebben bijgedragen. Zo krijgen deze ontwikkelingen een podium. Ook de media-aandacht is volgens Wosten bij de kunstprojecten vele malen groter dan in de rest van zijn carrière. Voor Wosten kan kunst dus een aanleiding tot het communiceren van onderzoeksresultaten zijn, waarbij een groter publiek wordt bereikt dan bij een puur wetenschappelijke publicatie het geval zou zijn.

Conclusie

Motivatie

Zowel Ramaekers als Wosten waren geïnteresseerd in de artistieke visies van de kunstenaars en ontwerpers op thema's uit hun vakgebied. Zo voelde Wosten zich intuïtief aangetrokken tot de ideeën van Montalti over leven en dood in combinatie met de afbraak van schimmels in de natuur. Daarnaast kwam voor beiden de oproep om mee te werken aan de bio-kunst projecten vanuit werk gerelateerde contacten, wat een extra prikkel was. Ramaekers was ook benieuwd naar het resultaat van de fusie tussen de cellen (omdat de kans op slagen gering was) en naar de visuele presentatie van het kunstwerk.

Kunst en wetenschap

In hoeverre hebben de drie bio-kunstprojecten nieuwe onderwerpen aandragen, een onorthodoxe benadering geven en een vernieuwende manier van resultaten visualiseren bieden? Bij *Good and Evil in the Long Voyage* is vooral de laatste van toepassing, omdat de hydroma-techniek en het concept van een fusie tussen twee rassen al bestond. *System Synthetics* richt zich op een nieuw onderwerp (het fuseren van twee schimmels voor het produceren van bio-brandstof), maar kan nog geen onorthodoxe benadering aandragen omdat de techniek pas na jaren onderzoek ontwikkeld zou kunnen worden. Dit geldt ook voor *Fungi Mutarium*. Het blijkt dus lastig om een onorthodoxe benadering te bieden, omdat het budget van de Awards ontoereikend zijn. Montalti bleef met de visuele presentatie van *System Synthetics* binnen de context van wetenschap. L I V I N Studio ontwierp een systeem en bestek om te visualiseren hoe het proces in de praktijk te werk zou kunnen gaan. Het verschilt dus per project in hoeverre de criteria van Wilson van toepassing zijn.

Wosten ziet een belangrijke rol voor kunst bij het aandragen van nieuwe onderwerpen. Omdat kunstenaars en designers niet gebonden zijn aan een logische opeenvolging van onderzoek kunnen zij verrassende resultaten bereiken, waarop nieuwe hypothesen voor de wetenschap gebaseerd kunnen worden. Het feit dat kunstenaars niet gebonden zijn aan eerdere resultaten is voor Wosten juist een belangrijk onderdeel van deze bijdrage, terwijl dit bij Wolpert de kern van zijn kritiek was. Voor Ramaekers zat het verschil tussen kunst en wetenschap voornamelijk in hun doelen; wetenschappers willen graag dat hun onderzoek

wordt ingezet voor een maatschappelijk belang. Dit wil echter niet zeggen dat een uitwisseling van ideeën door creatieve geesten uit beide disciplines nutteloos is. De overtuigingen van Wosten en Ramaekers komen dus niet overeen met de visie van Wolpers dat de kunst de wetenschap niets te bieden heeft.

Daarnaast is Wosten het eens met Kiers dat kunst een goede manier is om onderzoeksresultaten naar het publiek te brengen. Wetenschap is dusdanig op details gericht dat uitleg aan een divers publiek moeilijk is. Kunst geeft de mogelijkheid een tastbaar object te tonen waarbij een verhaal verteld kan worden. Dit verhaal is wel essentieel bij het overbrengen van de boodschap, zoals bleek uit de kritiek van Ramaekers op de ontbrekende informatie bij *Good and Evil in the Long Voyage*. Zijn kritiek past bij de notie van Wilson dat er bij het begrijpen van bio-kunst en design objecten kennis nodig is van de wetenschappelijke concepten die erachter zitten.

Al met al waren Ramaekers en Wosten beiden positief over het potentieel van bio-kunst om wetenschap naar een groter publiek te brengen. Hoewel de biologen niet claimen dat bio-kunst in dienst van de wetenschap zou moeten staan of geen (terechte of onterechte) kritiek zou kunnen geven kan men zich afvragen of dit een functie is die kunst zou moeten vervullen. Welke gevolgen heeft dit voor de autonomie van kunst? Welke gevolgen heeft dit voor de wetenschap? Zolang bio-kunst zich op het snijvlak van kunst en wetenschap bevindt zijn dit interessante vragen voor de toekomst.

Literatuur

Anoniem, 'BIO ART & DESIGN AWARD', z.j., <<http://www.badaward.nl/about/>>, (5 juni 2015).

Anoniem, 'Fungi Mutarium – (Growing Food From Toxic Waste)', z.j.,
<<http://www.badaward.nl/fungi-mutarium-growing-food-on-toxic-waste/>>, (13 mei 2015).

Anoniem, 'Prof. Frans Ramaekers, PhD', z.j., <<http://gcb.mumc.nl/medewerkers/ramaekers-phd>>, (10 april 2015).

Fleming, Alexander, 'The Growth of Microorganisms on Paper', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007.

Gedrim, Ronald J., 'Edward Steichen's 1936 Exhibition of Delphinium Blooms: An Art of Flower Breeding', In: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007.

Gessert, George 'Art and Genetics Bibliography', 2005,
<www.leonardo.info/isast/spec.projects/art+biobiblio.html>, (21 februari 2015).

Groot, Huub de, 'Over de noodzaak van het doordringen van kunst in genomics', in: *NVBe Nieuwsbrief* 13 (2006), nr. 1 (maart).

Houdebine, Louis-Marie, 'GFP Bunny. Trying to get the story straight', z.j.

Kac, Eduardo, 'GFP Bunny', in: *Leonardo* 36 (2003), nr. 2 (april).

Kac, Eduardo, *Telepresence & Bio Art*, Michigan 2005.

Lukic, Neva, 'Interviews with Maurizio Montalti and Han Wösten about System Synthetics', 15 juni 2011, <<http://www.da4ga.nl/?p=2445>>, (5 juni 2015).

McCarthy, Tom, 'Interview with Paul Perry, artist', 2001,
<http://www.alamut.com/cv/interviews/0103_INS.html>, (11 april 2015).

Meyer, William, *Bio-design: Nature, Science, Creativity*, Londen 2012.

Montalti, Maurizio, 'Curriculum Vitae 2015', 2015, <<http://www.corpuscoli.com/>>, (4 juni 2015).

- Montalti, Maurizio, 'Continuous Body's', 2010, p. 9,
<[http://www.corpuscoli.com/projects/bodies-of- change/](http://www.corpuscoli.com/projects/bodies-of-change/)>, (4 juni 2015).
- Montalti, Maurizio, 'System Synthetics', <<http://www.corpuscoli.com/projects/system-synthetics/>>, (5 juni 2015).
- Mulder, Arjen, 'A Techno-Religious Work of Art. Paul Perry's Good and Evil on the Long Voyage, z.j.', <<http://www.alamut.com/proj/97/longVoyage/technoReligion.html>> , (3 april 2015).
- Navis, Steve, 'Science for art's sake', in: *Nature* 407 (2000), nr. 6805 (oktober).
- Perry, Paul, 'Good and Evil on the Long Voyage', Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007.
- Pool, Sandra, 'Levende cellen geven tafellamp licht. Coproductie tussen TWN-vakgroep en kunstenaar.', in: *UTnieuws* (2010), nr. 11 (april).
- Tracey, Frances, 'Bio-art: the ethics behind the aesthetics', in: *Nature Reviews Molecular Cell Biology* (2009) nr. 10 (july).
- Unger, Katharina, 'Fungi Mutarium', z.j.,
<<http://www.kunger.at/161542/5346941/concepts/fungi-mutarium>>, (5 juni 2015).
- Wilson, Stephen, *Art + Science Now*, London 2010.
- Wolpert, Lewis, 'Which side are you on?', in: *The Guardian* 2002,
<<http://www.theguardian.com/education/2002/mar/10/arts.highereducation>>, (11 juni 2015).

Overige bronnen

Telefonisch interview met Louis-Marie Houdebine op 3 maart 2015.

Interview met Frans Rameakers op 10 april 2015.

Interview met Han Wosten op 13 mei 2015.

Afbeeldingen

Afbeelding 1: Alexander Fleming, *Guardsman*, 1933, germ painting (pigmented bacteria on blotting paper), 4 inches in diameter, Alexander Fleming Laboratory Museum Foto: Alexander Fleming, 'The Growth of Microorganisms on Paper', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007

Afbeelding 2: Edward Steichen, *Edward Steichen's Delphiniums*, 1936, gelatine zilver print. Edward Steichen Archive, Department of Photography, The Museum of Modern Art, New York. Foto: Ronald J. Gedrim, 'Edward Steichen's 1936 Exhibition of Delphinium Blooms: An Art of Flower Breeding', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007

Afbeelding 3: Eduardo Kac, *GFP Bunny*, 2000. Foto: Chrystelle Fontaine, <<http://www.ekac.org/gfpbunny.html#gfpbunnyanchor>>.

Afbeelding 4: Louis-Marie Houdebine, *GFP rabbit (under UV light)*, z.j. Foto: Marie-Louis Houdebine.

Afbeelding 5: Joris Laarman, *Half Life Lamp*, 2010, glass, cobalt chrome, genetically modified CHO cells. Foto: Museum Boijmans van Beuningen.

Afbeelding 6: Paul Perry, *Good and Evil in the Long Voyage*, 1997, installatie, Bonnefanten Museum Maastricht. Foto: <<http://www.alamut.com/proj/97/longVoyage/index.html>>.

Afbeelding 7: Wiel Debie neemt een bloedmonster om Perry's lymphocyten te isoleren. Foto: Paul Perry, 'Good and Evil on the Long Voyage', in: Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, Massachusetts 2007.

Afbeelding 8: Maurizio Montalti, *Continuous Body's – Body's of Change*, 2010. Foto: <<http://www.corpuscoli.com/projects/bodies-of-change/>>.

Afbeelding 9: Maurizio Montalti, *System Synthetics: overview of the installation*, 2010. Foto: <<http://www.corpuscoli.com/projects/system-synthetics/>>.

Afbeelding 10: Simone Vermaning, *Fungal Fabrics*, 2012-2013. Foto: <<http://www.simonevermaning.com/fungal-fabrics/>>.

Afbeelding 11: L I V I N Studio, *Fungi Mutarium: prototype to grow the novel food product*, 2014. Foto: <<http://www.kunger.at/161542/5346941/concepts/fungi-mutarium>>.

Afbeelding 12: Maurizio Montalti, *System Synthetic micro sem fungus on plastic*, 2010. Foto: <<http://www.corpuscoli.com/projects/system-synthetics/>>.