

Kommen Sie, lassen Sie uns Synthetische Biologie betreiben!

**Unsere Eltern vertrieben sich ihren Feierabend
mit dem Basteln an Modelleisenbahnen.
Werden unsere Kinder wie selbstverständlich an der
Weiterentwicklung der Evolution beteiligt sein?**

Benno Vogel

Die Biologie ist das beste Produktionswerkzeug, das wir je in den Händen hatten“, sagt Tito Jankowski. Er ist gelernter Softwareprogrammierer, arbeitet tagsüber bei einer Firma für Unternehmensberatung und frönt in seiner Freizeit der Do-it-yourself Biologie. Einer der Orte, wo er seinem Hobby nachgeht, ist eine Garage im Silicon Valley nahe von San Francisco. Dort hat er zusammen mit Freunden ein Labor eingerichtet, wohin er alle Interessierten dazu einlädt, gemeinsam zu experimentieren. Die Garage trägt den Namen BioCurious, eingedeutscht „bioneugierig“, und ist ein Gemeinschaftslabor für Biotechnologie. Geld und Geräte für dessen Einrichtung haben sich Tito und seine Freunde hauptsächlich im Internet beschafft. Sie haben sich zuerst bei kickstarter.com, einer online-Bühne für Kleinspender, eingeloggt und dort unter der Parole „Schließen Sie sich der Biotech-Revolution an“ Menschen gesucht, die Geld für die Einrichtung eines „Labors für Synthetische Biologie“ spenden. Mit dem Geld - 239 Gönner gaben ihnen insgesamt 35.000 Euro - sind sie dann auf online-Marktplätzen wie Ebay einkaufen gegangen. Was sich dort in gebrauchter Form alles finden ließ, steht jetzt in der Garage herum: Mikroskope, Autoklaven, Zentrifugen und dergleichen. Eines der wenigen neuen Geräte ist eine Maschine zur DNA-Vermehrung. Die hat Jankowski selbst gebastelt.

Knopfdruck-Biologie

Jankowski, der sich selber als DNA-Hacker bezeichnet, gehört zur wachsenden Schar der Menschen, die in ihrer Freizeit Do-it-yourself-Biologie betreiben. Sein Gemeinschaftslabor ist denn auch nur einer der in den letzten beiden Jahren eröffneten Räume, in denen sich die neue Bewegung trifft, um gemeinsam zu experimentieren. In Boston zum Beispiel gibt es das BOSSlab, in New York den Genspace, in Kopenhagen die Biologiegaragen und in Paris haben sie jüngst das BioHackLab gegründet. An allen diesen Orten spielt die Synthetische Biologie eine wichtige Rolle - vorerst noch ausschließlich in den Gesprächen, die dort geführt werden, doch schon bald soll sie auch beim gemeinsamen Experimentieren wichtig werden. Dass sich die Bewegung der Do-it-yourself Bioingenieure gleichzeitig mit dem Aufkommen der Synthetischen Biologie zu formieren beginnt, ist kein Zufall. Weshalb nicht, zeigt ein Besuch bei Andrew Hessel, der unweit von Jankowskis Garagenlabor Vorlesungen hält.

„Synthetische Biologie ist Informationstechnik. Sie wird unser Leben genauso verändern wie die Computertechnik“, sagt Hessel. Er ist einer der Vordenker - manche nennen ihn auch Prediger - der Synthetischen Biologie. Zu hören sind seine Zukunftsbilder an der Singularity Universität, einer 2009 mit Unterstützung von Google und der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA eröffneten Sommerschule im Silicon Valley. Dort führt Hessel die Führungskräfte der Welt in das neuste Gebiet der Lebenswissenschaften ein.

Die bisherige Gentechnik ist für ihn lediglich Kochkunst, kompliziert zwar, aber undurchdacht und unreif. Die Synthetische Biologie hingegen lobt er als Ingenieurkunst. „Der Paradigmenwechsel ist der DNA-



„Safety is our highest priority“, sagt der junge Mann im Werbespot für iGinkgoBioworks. Zu sehen ist der Spot auf Youtube unter www.youtube.com/watch?v=q7fpwmQWCKA



„Tomorrows kitchen is the Lab“, sagt die junge Frau mit dem Glas in der Hand im Werbespot für GingkoBioworks. Zu sehen ist der Spot auf Youtube unter www.youtube.com/watch?v=q7fpwmQWCKA

Drucker“, sagt Hessel, wenn er in den Vorlesungen von den neusten Erfolgen der DNA-Synthese-Techniken berichtet und damit von den Fortschritten, welche die Synthetische Biologie überhaupt erst ermöglichen. Da die technischen Entwicklungen die Synthese von Genen fortlaufend schneller, genauer und günstiger machen, sollen sie schon bald das erlauben, was Hessel „Knopfdruck-Biologie“ nennt. Was er damit meint, verdeutlicht er, indem er Softwareprogrammierer von Microsoft zitiert: „Der ultimative Traum ist, diese Systeme auf einer hohen Abstraktionsebene mit Ingenieurswerkzeugen und Programmiersprachen zu entwerfen, dann auf einen Knopf zu drücken, um den Entwurf als DNA-Sequenz zu erhalten, die in lebenden Zellen zum Arbeiten gebracht werden.“ Übersetzt heißt das: Sie sitzen zu Hause vor dem Computer, entwerfen sich dort einen neuen Organismus, drücken dann auf den Knopf und aus dem Drucker flupst ihr synthetisches Lebewesen.

Ökosystem war gestern, heute ist Internet

Noch existiert der DNA-Heimdrucker erst im Kopf von Hessel. Doch seine Utopie zeigt, wie Softwareprogrammierer und Computeringenieure, die unlängst in die Synthetische Biologie gewechselt sind, das neue Forschungsfeld der Biologie beeinflussen. Ein Einfluss, der nicht nur bei den Visionen und den technischen Herangehensweise Spuren hinterlässt, sondern auch bei der Sprache und der Herausbildung jener Subkultur, in der Menschen wie Tito Jankowski außerhalb des akademischen und industriellen Komplexes Wissen und Technik produzieren wollen.

Der sprachliche Einfluss hört sich bei Hessel so an: Bakterien sind für ihn keine Lebewesen, sondern Informationspakete, in deren Innern Rechnungsprozesse ablaufen, weshalb denn auch aus gentechnischen Veränderungen Neuverdrahtungen werden. Wenn Hessel neue Bakterien

macht, kreiert er sie nicht, sondern er fährt sie hoch wie einen Computer. Was er in Bakterien einfügt, sind nicht mehr Gene, sondern Oszillatoren, Flip-Flop-Schalter oder Signalwege. Geht es um das Zusammenspiel der Proteine, spricht er nicht von Stoffwechselwegen sondern von sozialen Netzwerken „wie bei Facebook“. Und wenn Hessel in die freie Natur geht, sieht er dort kein Ökosystem, sondern ein „Internet der Lebewesen“.

Der kulturelle Einfluss wiederum spiegelt sich bei Hessel in einer der Fragen, die er gerne an sein Publikum stellt: „Wenn ich Ihnen sagen würde, dass Amateur-Biologen, die in Garagen arbeiten, bei der Heilung von Brustkrebs eine so große Rolle spielen könnten wie die Multimilliarden-Dollar großen Pharmakonzerne, würden Sie mir glauben?“ Hessel glaubt daran. Er ist nicht nur ein Vordenker der Synthetischen Biologie, sondern auch ein - in seinen Worten - „Aktivator“ der Do-it-yourself-Biologie. Als solcher will er in die Synthetische Biologie einbringen, was im subkulturellen Bereich der Informationstechniken schon länger existiert: den Hacker, der mit seinen geistigen und handwerklichen Fähigkeiten in der Garage am Leben rumbastelt; die Einrichtung von Gemeinschaftsräumen, in denen sich die Hacker treffen können, um gemeinsam zu experimentieren; das Selbstverständnis der open-source-Bewegung und somit das öffentliche Teilen von Materialien, Daten und Wissen; und schließlich die Überzeugung, dass sich mit Idealismus und Pioniergeist fernab der Labors der Universitäten und der Industrie Neues schaffen lässt.

Offener Quellcode für die Biologie

Einer der bisherigen Höhepunkte von Hessels Wirken ist die Mitgründung von Pink Army, der ersten Do-it-yourself-Pharmafirma der Welt. „Das ist ein Container, in dem sich Menschen, die ein Interesse an der Heilung von Krebs haben, treffen und ihre Leidenschaft, Fähigkeiten und andere Ressourcen fokussieren können“, sagt Hessel. Seine Aufgaben bei Pink Army bestehen darin, „Geschichten zu teilen und Kontakte zu knüpfen“. Erfüllen tut er diese Aufgaben unter anderem am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston, wo er als Botschafter bei iGEM amtiert.

iGEM steht für *international genetically engineered machine* und ist der Name für eines der wichtigen jährlichen Ereignisse der Synthetischen Biologie: ein Wettbewerb, in dem Studenten aus aller Welt darum eifern, neue und möglichst attraktive biologische Systeme zu fertigen. Als einer der iGEM-Botschafter, die den neuen Teams jeweils als Helfer zur Seite stehen, erlebt Hessel in Boston nicht nur, wie der Wettbewerb jährlich

wächst - 2010 nahmen 128 Teams aus 25 Ländern teil, darunter auch fünf Studentencrews aus Deutschland; Hessel kann dort auch den Kontakt mit Tom Knight und Drew Endy pflegen, zwei der prominentesten Akteure der Synthetischen Biologie.

Knight und Endy kommen beide aus der Informationstechnik und gehören zu den ersten Forschenden, denen es gelungen ist, ein Virus mit synthetischem Erbgut herzustellen. Ihr Ziel, das sie oft in gemeinsamen Projekten verfolgen, lautet: Mit Hilfe der Synthetischen Biologie das Konstruieren von Lebewesen einfacher machen. Sie haben dazu nicht nur iGEM ins Leben gerufen, sondern auch das BioBrick-Register lanciert. In diesem Register sammeln und katalogisieren Forschende des MIT standardisierte Biobausteine - das sind genetische Grundelemente oder in den Worten von Hessel „die Legobausteine“, aus denen sich Leben zusammenfügen lassen soll. Mehr als 2.000 Biobricks finden sich bereits im webbasierten Katalog und Knight und Endy sorgen dafür, dass sie weder geheim gehalten noch patentiert werden, sondern offen zugänglich sind für alle. Die Idee dahinter ähnelt Linux: So wie eine weltweite Entwickler- und Nutzergemeinde das freie Computerbetriebssystem erstellt, soll die weltweite Gemeinde der Do-it-yourself-Biologen den offenen „Quellcode“ des BioBrick-Registers nutzen können, um jenseits hierarchisch strukturierter und kontrollierter Arbeitsverfahren umwälzende Innovationen zu schaffen.

Biopunk-Manifest

Ein weiterer Ort, an dem Hessel seinen Aufgaben nachgeht, befindet sich im Internet und trägt den Namen OpenWetWare. Die online Seitensammlung wirkt wie eine Art offenes Labortagebuch, wo die Elite Einblick in ihr Handwerk gibt und die Do-it-yourself-Biologen den Profis somit abschauen können, wie das geht mit der Synthetischen Biologie. Hessel kann hier nicht nur den Kontakt mit Knight und Endy vertiefen, sondern auch Menschen kennen lernen, die der Biopunk-Bewegung angehören - so zum Beispiel Meredith Patterson.

Patterson ist Softwareentwicklerin, Science-Fiction-Autorin und eine begeisterte Anhängerin der Do-it-yourself-Bewegung. Bekannt geworden ist sie in der Szene mit ihrem Projekt Melaminometer. Mit Hilfe der Gentechnik versucht sie dabei, Joghurt-Bakterien so zu verändern, dass sie zu leuchten beginnen, wenn sie mit dem Gift Melamin in Kontakt kommen. Das Ziel: ein günstiger Sensor zur Aufspürung des Giftes, an dem 2008 mehrere Babys in China gestorben sind, weil Milchpulver verunreinigt war.

Dass Patterson die Versuche nicht immer gelingen, nimmt sie gelassen. „In der Wissenschaft ist es normal, erst oft zu scheitern, bevor der Erfolg eintritt“, sagt sie. Nicht normal findet sie hingegen die Vorstellung, dass Wissenschaft nur in den Labors der Universitäten und Konzerne gemacht wird. Um das zu ändern, hat sie das Biopunk-Manifest verfasst. „Wir, die Biopunks, sind dazu bestimmt, die Werkzeuge der wissenschaftlichen Erforschung in die Hände jedermanns zu geben, der die Werkzeuge will“, schreibt Patterson im Manifest. Das Ziel, das sie erreichen will, ist, „die Welt zu einem Ort machen, den alle verstehen können“. Ihr Motto dazu lautet: „Komm, lass uns zusammen forschen.“

Das FBI guckt zu

Biopunks, Biohacker und Do-it-yourself-Biologen - die Bewegung ist derzeit sehr lebendig. Sie plant ihre eigene Zeitschrift, organisiert sich ihre eigenen Konferenzen und sie tummelt sich im Internet, wo sie sich nicht nur via Crowdfunding das Geld für ihre Projekte besorgt, sondern auch bloggt, twittert, podcastet und sich auf Facebook der Welt vorstellt. Einer der online-Treffpunkte, der momentan in der Szene besonders angesagt ist, ist diybio.org. 2008 in Cambridge, Massachusetts, gegründet verzeichnet die Seite bereits mehr als 2000 Mitglieder. Künstler, Bastler, ForscherInnen und Geschäftsleute treffen sich hier, um ihre Projekte vorzustellen, Tipps auszutauschen und Kontakte zu knüpfen. Online mit dabei dürften ab und zu auch Piers Millett und Edward You sein. Beide sind von Berufs wegen damit beschäftigt, für einen sicheren Umgang mit Organismen zu sorgen, und verfolgen deshalb aufmerksam, wie sich die neue Bewegung der Do-it-yourself-Biologen entwickelt. You ist Agent der US-amerikanischen Bundespolizei FBI und überwacht die



Szenen aus dem Spot über das Gemeinschaftslabor BioCurious in San Francisco. Zu sehen ist der Spot auf Youtube unter: www.youtube.com/watch?v=TSXFB1j1u1c

Garagenlabors in Deutschland?

Wissen Hobby-Gentechnologen, wie sie Bakterien und Chemikalien sachgerecht handhaben müssen? Kennen sie die Maßnahmen, mit denen sie ein Entweichen von gentechnisch veränderten Bakterien in die Umwelt verhindern können? Wenden sie diese Maßnahmen auch an? Und haben sie Notfallpläne, falls im Labor ein Unfall passiert? Das sind einige der Fragen, die sich Biosicherheitsbeamte stellen, wenn sie sich vorstellen, wie hunderte von enthusiastischen Biohackern in ihren Garagenlabors und damit außerhalb kontrollierter Bedingungen gentechnische Experimente durchführen. Wie stark dabei die Alarmglocken der Beamten läuten, hängt von der Sicherheitskultur ab, die in den Gesetzgebungen ihrer Länder vorgegeben ist. Längst nicht in allen Ländern ist es den Bürgern so wie in den USA erlaubt, einfache gentechnische Experimente zu Hause durchzuführen.

Dass es in Deutschland bisher noch keine Garagen- und öffentliche Gemeinschaftslabors von Do-it-Yourself-Gentechnikern gibt, dürfte unter anderem daran liegen, dass hierzulande die Sicherheitskultur der Vorsorge herrscht und gentechnische Experimente an Bakterien gewissenhaft reguliert sind. Festgehalten sind die Regeln in der EU-Richtlinie 2009/41, dem Gentechnikgesetz (GenTG) sowie der Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV). Sie sorgen dafür, dass bei gentechnischen Versuchen Einschließungsmaßnahmen angewendet werden müssen, um die Bevölkerung und die Umwelt vor dem Kontakt mit gentechnisch veränderten Bakterien ausreichend zu schützen. Wer in Deutschland zum Beispiel in einem Garagen- oder öffentlichen Gemeinschaftslabor leuchtende *Escherichia coli*-Bakterien herstellen möchte, müsste den zuständigen Behörden den Ort der Versuche melden, dabei die Experimente genau beschreiben, eine Risikoabschätzung einreichen und den Nachweis erbringen, dass eine sachkundige Person für Biologische Sicherheit vor Ort ist, die unter anderem für die Einhaltung der vorgeschriebenen technischen und personellen Sicherheitsmaßnahmen sorgt.

Das Szenario, dass aus hiesigen Küchen, Kellern oder Garagen selbstgemachte Bakterien entweichen, die die Nachbarn oder die Umwelt gefährden, ist in Deutschland nur möglich, wenn sich Biohackers und Biopunks in der Illegalität bewegen.

Szene nicht nur online, sondern geht auch vor Ort und besucht die Studenten am iGEM und die Biohackers in ihren Gemeinschaftslabors. „Unsere Anliegen ist, dass keiner von Ihnen einem Risiko ausgesetzt ist und keine Ihrer wunderbaren Arbeiten für falsche Zwecke missbraucht wird“, erklärt You seine Aufgabe. Er preist seine Behörde als Wissensquelle an, aus der die Szene schöpfen soll, um ihre Freizeitaktivitäten sicher zu gestalten. Ähnlich klingt es bei Millet, der beim Büro zur Implementierung der Biowaffenkonvention der Vereinten Nationen arbeitet. Seine Botschaft an die Do-it-yourself-Bewegung ist: „Die Sicherung der Synthetischen Biologie ist nicht mein Job, sondern Euer Job. Mein Job ist es, Euch die Werkzeuge zur Sicherung zu geben.“ Millet schlägt den Amateur-Biologen einen Verhaltenskodex vor, „für bessere Sicherheit, die mehr Spaß erlaubt“.

Abiturienten-Biologie

„Ich bin wirklich erfreut darüber, Ihnen heute erzählen zu können, dass wir zusammen mit dem Woodrow Wilson Center damit begonnen haben, Sicherheitsnormen für die Amateure zu entwickeln“, sagt Jason Bobe im September 2010, als er an einem Treffen der Bioethikkommission von US-Präsident Obama die Anwesenden in die Welt der Do-it-yourself einführt. Bobe ist Biohacker, einer der Gründer von diybio.org und arbeitet daran, den Vorschlag von Millet umzusetzen. Bobe weiß, wie notwendig dies ist: „Noch gibt es keine gemeinsame Meinung, was die Belange der Bioethik und Biosicherheit betrifft. Und in gewissen Teilen der Szene dürfte das Bewusstsein für diese Belange sehr klein sein.“ Als Kenner der Szene weiß Bobe jedoch auch, dass die Do-it-yourself-Biologen derzeit kaum die Mittel dazu haben, in ihren Garagen-, Küchen- oder Kellerlabors etwas wirklich Gefährliches zu fabrizieren. Denn noch liegt die Synthetische Biologie außerhalb der Reichweite der Biohacker und auch, wenn es um gentechnische Experimente geht, stehen die Amateure in einem - wie es Bobe sagt - „sehr, sehr frühen Stadium“. Wie früh das Stadium ist, zeigt ein Blick zurück nach San Francisco ins Garagenlabor von Tito Jankowski. Einer der Versuche, die Jankowski dort mit seinen Freunden schon durchgeführt hat, ist: nur mit Hilfe von Küchenutensilien die DNA von Erdbeeren isolieren. In einem anderen Versuch haben sie Gentechnik betrieben und dabei Bakterien so verändert, dass sie fluoreszieren. Den Werkzeugkasten dazu haben sie sich im Internet beschafft - von einem Hersteller, der den Kasten normalerweise an Lehrer verkauft, die Abiturienten Biologie unterrichten.

Bürgerlabor statt Bürgerinitiative

Auch wenn sich die Bewegung der Do-it-yourself-Biologen erst zu formieren beginnt, in den USA hat sie bereits Anerkennung von oberster Stelle erhalten. „Die nutzbringende Natur der Forschung im Bereich der Lebenswissenschaften spiegelt sich in der verbreiteten Art wider, in der sie stattfindet: von den innovativen akademischen Instituten über die Forschungszentren der Industrie bis hin zu den privaten Labors in Kellern und Garagen“, steht in einem Strategiepapier des Weißen Hauses geschrieben.

Noch ist unklar, ob die Do-it-yourself-Biologen etwas Nützliches hervorbringen werden. Klar ist nur, dass die Synthetische Biologie dabei ist, eine Bewegung hervorzubringen, der es ums Mitmachen geht. Biohacker und Biopunks - sie wollen nicht mitreden oder mitentscheiden, was mit welchen Techniken für welche Zwecke in den Labors der Universitäten und der Industrie getan wird, sie wollen BigBio im Kleinen machen, gemeinsam mit Freunden. An die Stelle der Bürgerinitiative stellen sie das Bürgerlabor. Und indem sie die Biotechnologie „domestizieren“, wollen sie „der Gesellschaft dabei helfen, ihr natürliches Misstrauen gegenüber der Synthetischen Biologie zu mildern“.

Die Welt der Do-it-yourself-Biologen ist eine Welt der Technik-Enthusiasten, wie sie Andrew Hessel verkörpert. Wenn er seinem Publikum von iGEM, BioBricks, Melaminometer und seiner Knopfdruck-Biologie erzählt, muss er ziemlich oft sagen: „Hey, ist das cool.“

Benno Vogel ist Wissenschaftsautor mit besonderem fachlichen Schwerpunkt in den Themenfeldern Gen- und Biotechnologie (www.benno-vogel.ch).

Artikel:

Bonetta, L. (2009). *New citizens for the life sciences*. *Cell* 138: 1043 – 1045.
 Karberg, S (2009). *Genbastler allein zu Hause*. *Technologie Review* 11.
 Mooallem, J. (2010). *Do-it-yourself genetic engineering*. *The New York Times*.
 Nature Editorial (2010). *Garage biology*. *Nature* 467: 634.

Diybio im Web:

<http://diybio.org/>; www.diybiosea.org/; www.biopunk.org/

Gemeinschaftslabors:

BOSSlab Boston, <http://bosslab.org/>; Biocurious San Francisco; www.biocurious.org

Biopunk Manifest

<http://maradydd.livejournal.com/496085.html>

Diybio auf Youtube:

Open PCR-Projekt, www.youtube.com/watch?v=zrejvnVFZJE;
 DIYBio meet-up, www.youtube.com/watch?v=HcZtnT8mbaA