

Occupy Biology

Mit einem zweijährigen Selbstversuch stiegen drei Wissenschaftsjournalisten in die Welt der Biohacker ein. Sie trafen die Pioniere dieser neuen Bewegung, die in Bürger-Laboren ihrem Hobby nachgehen: spielen, forschen und anderes - mit Bio- und Gentechnologien.

Von Sascha Karberg, Richard Friebe und Hanno Charisius

Bislang war Genforschung Profiwissenschaftlern vorbehalten. Diese Zeiten sind vorbei. Das liegt nicht zuletzt an der Tatsache, dass Methoden für die Genanalyse, Werkzeuge und Geräte der Biotechnologie und Bausteine für synthetische Biologie immer billiger, einfacher, verfügbarer werden. Niemand kann die Biotech-Uhr zurückdrehen. Aus Angst vor Gefahren zu versuchen, Laien den Umgang mit dieser Technologie zu verbieten, wäre nicht nur falsch und antidemokratisch, sondern auch aussichtslos. Vielleicht wäre es noch ein paar Jahre möglich, zum Beispiel den Zugang zu Genbausteinen zu erschweren, und vielleicht wäre das im Kontext eines gesellschaftlichen Dialoges sogar sinnvoll. Doch aufhalten lässt sich damit nichts, denn die Techniken werden sich so entwickeln, dass man auch die Genbausteine irgendwann im Garagenlabor herstellen können. Denkt man dies konsequent zu Ende, wäre mittel- und langfristig nur eine extrem restriktive Regulation und Kontrolle geeignet, hier tatsächlich einen Effekt zu haben. Alles liefe auf einen Bio-Big-Brother-Staat hinaus, der im Grunde jede Küche, jedes Gewächshaus und jede Festplatte überwachen müsste.

Eine solche Politik stünde auf einer Stufe mit dem Verbot unzähliger Bücher oder einer umfangreichen Zensur von Web-Inhalten, sie würde die Öffentlichkeit beinahe komplett von Informationen über einen der wichtigsten Forschungs- und Technologiebereiche ihrer Gegenwart abhängen. Es gäbe „verbotenes“ Herrschaftswissen und eine zensierte Volksbildung. Es gäbe geheime Herrschaftstechnologie, die Gene manipuliert, neue Protein-Wirkstoffe in die Produktion schickt, künstliche Organismen erlaubt oder verbietet. Und die Frage, wer mit welcher Begründung Zugang zum Herrschaftswissen bekommt und wie man in diesem elitären Kreis dann Missbrauch verhindert, wäre damit noch ebenso wenig beantwortet wie jene, wie man kriminellen Zugriff von außen auf das geschützte Wissen überhaupt effektiv verhindern will. Wünschen wir Gentech-Eliten, die hinter verschlossenen Türen entscheiden, ohne der Öffentlichkeit auch nur zu sagen, welche Erbgutsequenzen und deren Nut-

zung sie gerade abgenickt haben, und die für uns über neue Kartoffelsorten, neue Therapien, neue Biotech-Sonnencremes entscheiden?

Pest oder Cholera

Man kann diese Vision als allzu düsteres Szenario abtun. Tatsächlich aber sind nur zwei Zutaten nötig, um sie wahr werden zu lassen: eine Fortsetzung des biotechnologischen, biowissenschaftlichen Fortschrittes einerseits und eine extrem restriktive Bio-Informationspolitik und Biopolitik andererseits. Allerdings ist auch die Befürchtung, dass billige, einfache Biotechnologie in den falschen Händen ziemlich unangenehme Folgen haben könnte, sicher nicht unbegründet. Haben wir also nur die Wahl zwischen Pest und Cholera?

Die Entwicklung des Internets und der Computertechnologie ist mehr als nur ein Beispiel dafür, wie eine neue Technologie trotz durchaus mit ihr einhergehender Gefahren ziemlich sicher und unterm Strich mit einer bisher überwältigend positiven Bilanz langsam, aber unumkehrbar, in die Hände von Millionen und Milliarden gelangen kann. Sie ist nicht nur ein Beispiel dafür, wie einst für Privatpersonen unbezahlbare und extrem kompliziert zu handhabende Geräte, Anwendungen, Dienstleistungen plötzlich erst erschwinglich und dann bald selbstverständlich werden. Sondern sie schafft auch die Voraussetzungen dafür, dass etwas Vergleichbares auch in ganz anderen Bereichen passieren kann: Die sozialen Netzwerke, getrimmt auf Alltags- oder auf berufs- und karrierebezogene Kommunikation, sind die derzeit prominentesten Beispiele dafür, wie das Internet zum Raum für Datenaustausch, Datenspeicherung und Datenauswertung für unzählige Nutzer - und sich diesen Nutzern anbietende Dienstleister - schafft. Warum sollte das Netz nicht auch zum Trägermedium einer neuen wissenschaftlichen Revolution werden können - oder zumindest einer Evolution der bisherigen institutionellen, elfenbeintürmigen hin zu einer demokratischeren, mehr auf *Beteiligung* setzenden, von Beiträgen der *Teilnehmer* profitierenden, und den erzielten Nutzen auch *teilenden* Wissenschaft? Die Anfänge sind ja bereits gemacht. Projekte und Initiativen wie *Galaxy Zoo*, *Herbaria@home*, *BioWeatherMap* oder *DIY-bio.org* sind ohne das Web nicht denkbar.

Was geht?

Tatsache ist bisher, dass Biohacker und Do-it-yourself-Biologen zwar eine Menge Spaß haben und eine Menge lernen, dass ihnen bislang aber noch kein großer wissenschaftlicher oder auch nur Anwendungs-Wurf gelungen ist. Das muss nicht so bleiben. Tatsache ist zudem, dass, wer per Biotech Schaden anrichten will, bislang eher



Foto: Richard Friebe

Die Zeiten, in denen Genforschung ProfiwissenschaftlerInn vorbehalten war, sind vorbei.

schlecht beraten ist, wenn er oder sie sich auf die unsicheren Methoden von Gentechnik oder synthetischer Biologie verlässt. Denn die Natur ist auch allein - ohne komplizierte und eher unzuverlässige Manipulationen - voller biologischer Gefahren wie Anthrax oder Ehec, die sich gut für Verbrechen eignen würden. Allerdings stehen wir wahrscheinlich an der Schwelle zu einer Ära, in der mehr möglich sein wird - zum Guten wie zum Schlechten.

Bislang keine Hinweise auf Missbrauch

Den Diskussionen im Jahre 2012 darüber, ob die Informationen über ein in einem Labor in den Niederlanden molekularbiologisch gebasteltes, hochinfektiöses Vogelgrippe-Virus öffentlich gemacht werden sollten oder nicht, lag vor allem die Furcht zugrunde, sie könnten eventuellen Bioterroristen die Arbeit erleichtern.(1) Ein solches Szenario kann real sein, allerdings könnte es sich bislang nur in perfekt ausgestatteten staatlichen Labors oder mächtigen Terrororganisationen abspielen. Dass die Biohacker-Bewegung oder Teile von ihr entsprechende Absichten haben könnten, dafür gibt es bislang keinerlei Hinweise. Weder eine recht aufwändige Suche seitens des FBI noch die Abteilungen der UN, die sich um die Sicherung des Internationalen Biowaffenabkommens kümmern, stufen Biohacker derzeit als ernstzunehmende Gefahr ein. Das zeigt eine aktuelle Studie des unabhängigen US-amerikanischen *Woodrow Wilson Centers*, die zu dem

Ergebnis kommt, dass die DIY-Biologie-Gemeinschaft derzeit keine Bedrohung für die öffentliche Sicherheit darstellt. Vielmehr würde die Bewegung einen wichtigen Kanal für die öffentliche Beteiligung an Wissenschaft öffnen und Chancen für wirtschaftliche und wissenschaftliche Innovationen bieten.(2)

Natürlich kann niemand ausschließen, dass es in Zukunft auch böswillige Biobastler geben wird, die das biotechnische Äquivalent einer Kalaschnikow konstruieren wollen. Man könnte angesichts möglichen Missbrauchs einfach Nicht-Profis alles, was Biotech heißt, verbieten. Das wäre ungefähr so sinnvoll und zöge in etwa vergleichbare Folgen nach sich wie einst die Alkohol-Prohibition in den USA: Die Werkzeuge, Zutaten und Methoden waren bekannt, die Nachfrage nach dem Produkt und das Interesse an seiner Wirkung vorhanden. Kein Gesetz setzte der Destillation ein Ende, sie wurde nur ins kriminelle Milieu verbannt. Sie war damit fast gar nicht mehr zu kontrollieren. Und es würde jene schon erwähnte „*biological divide*“ zwischen wissenden und Entscheidungen treffenden Bio-Eliten und dem mit Verboten belegten Rest erzeugen - ein System mit autoritär-totalitären Zügen.

Sinnvoll wäre etwas anderes. Es ist komplizierter als schlichte generelle Verbote. Es verlangt mehr Flexibilität und mehr Bereitschaft, mit der Zeit auf Entwicklungen zu reagieren, als Ein-für-allemal-Regelungen. Und es setzt Vertrauen in Menschen voraus. Es beruht auf der Grundannahme, dass die allerwenigsten von denen, die sich für

DIY-Bio, Biohacking oder synthetische Biologie interessieren, potenzielle Bioterroristen oder schlampige Bio-Idioten sind. Und es setzt darauf, dass die Mehrheit gegen die möglichen Machenschaften jener wenigen mit genau denselben Werkzeugen wirksam wird reagieren können - ähnlich wie die Anti-Spam-Programmierer auf die Spam-Programmierer.

Bio-Bürgertum - Forschungsfreiheit für alle

Ein aufgeklärtes Bio-Bürgertum sollte zumindest eines der Ziele der Biopolitik der kommenden Jahre und Jahrzehnte sein - als Gegenstück und kompetente Kontrollinstanz zu den Bio-Eliten im akademischen, privatwirtschaftlichen und Verwaltungs-Sektor. Wie man mit den ersten umgeht, die heute bereits eine solche „Biological Citizenship“ für sich einfordern, wird wegweisend sein. Vorbeugende Verbote, ein alle Freizeit-Biotech-Freaks einschließender kollektiver Generalverdacht, ein von Angst bestimmtes Klima, in dem Forscherneugier außerhalb des Forscherestablishments per se als suspekt oder gar gefährlich gilt, all das wäre sicher der falsche Weg. Die durchaus auch individuell gemeinte Forschungsfreiheit im Grundgesetz sollte auch in der Praxis für alle gelten.

Wenn in Deutschland etwa offene Labore, in denen Laien mit Profis zusammenarbeiten und sich austauschen können, entstehen und auch unterstützt werden, zum Beispiel vom Staat oder von Stiftungen oder Spendern, dann wird es wahrscheinlich nicht nur weniger versteckte, unregulierbare Küchen-, Kleiderschrank- oder Garagenlabore geben. Diese Labore, wie es sie in New York, im Silicon Valley, in Amsterdam, Paris, Manchester und so weiter schon gibt und die besser ausgestattet sind als es sich die meisten daheim in der Garage leisten können, sind Kristallisationspunkte für Leute, die ansonsten einsam und abgeschottet basteln würden. Solche Gemeinschaftslabore stellen schon jetzt zumindest teilweise sicher, dass Laien arbeiten können, ohne sich selbst oder andere oder die Umwelt zu gefährden. Damit einher geht eine stetig steigende Kompetenz solcher Laien und damit auch eine in die Breite gehende spezifische Bildung und Fähigkeit zur Meinungsbildung angesichts anstehender wissenschafts- und biopolitischer Entscheidungen. Außerdem können dann die kreativen Impulse und Improvisationskünste der DIY-Bewegung positiv begleitet werden - mit gesellschaftlichem Mehrwert.

Damit das geschieht, müssen Profi-Forscher ihre nicht universal, aber doch weit verbreitete Nur-Gucken-Aber-Nicht-Anfassen-Attitüde bezüglich ihrer eigenen Forschung ändern. Wenn eine solche Öffnung bewusst und respektvoll geschieht, gezielt und mit echtem Einsatz jenseits der einmal im Jahr stattfindenden „Langen Nacht der Wissenschaften“, kann vielleicht auch mehr herauspringen als nur ein durch PR-Arbeit und ein wenig Volksbildung beruhigtes Gewissen gegenüber den Steuerzahlern, die nach wie vor den Hauptanteil der Forschungsfinan-

Buchvorstellung:

Biohacking - Gentechnik aus der Garage

In ihrem Buch werden die drei Autoren Hanno Charisius, Richard Friebe und Sascha Karberg selbst zu Biohackern. Sie haben Laborutensilien und Genschnipsel bestellt (und bekommen) und versucht, damit weiterzuarbeiten. Sie berichten von den deprimierenden wie von den ermutigenden Momenten des Biohacker-Daseins. Charisius, Friebe und Karberg haben verschiedenste Labore und Akteure besucht, und so gelingt es ihnen, ein interessantes und realitätsnahes Bild dieses neuen Phänomens von BürgerInnen in (eigenen) Biotech-Laboren zu zeichnen.

(Hanno Charisius, Richard Friebe und Sascha Karberg: Biohacking - Gentechnik aus der Garage. Hanser-Verlag (2013), 288 Seiten, 19,90 Euro, ISBN 978-3-446-43502-5. Siehe dazu auch die Rezension von GID-Redakteur Christof Potthof im Gen-ethischen Informationsdienst 217, April 2013)

zierung tragen. Eine motivierte DIY-Biologin kann einer Uni-Arbeitsgruppe vielleicht auch nützlicher sein als ein Student, der nur irgendwie seine Laborpflicht abarbeitet. Warum muss jemand, der forscht, einen Uni-Abschluss haben? Forscher wird man nicht durch ein Dokument. Forscher ist, wer Fragen stellt und dann mit wissenschaftlicher Methodik nach Wegen sucht, sie zu beantworten.

Laien (griechisch: laikós: „zum Volke gehörig“), die Zeit, Bildung und Möglichkeiten genug haben, sich an Wissenschaft zu beteiligen, gibt es heute zahlenmäßig, aber auch relativ zur Gesamtbevölkerung, wahrscheinlich mehr als je zuvor. Sie sind, wenn man als Professor oder Laborleiterin ein wenig Mühe und immer mal wieder ein paar lobende Worte oder Erwähnungen in einer Veröffentlichung zu investieren bereit ist, eine viel versprechende Ressource und kein gesetzloser Bio-Mob.

Sascha Karberg, Richard Friebe und **Hanno Charisius** sind Wissenschaftsjournalisten. Sie haben zusammen das 2013 erschienene Buch Biohacking geschrieben - siehe dazu den Kasten auf dieser Seite.

Fußnoten:

- (1) Siehe dazu zum Beispiel im GID 210 (Februar 2012, Seite 42) das Interview mit dem Forscher Gunnar Jeremias.
- (2) www.synbioproject.org/events/archive/myths_realities_diybio_movement/

Open Source Biologie

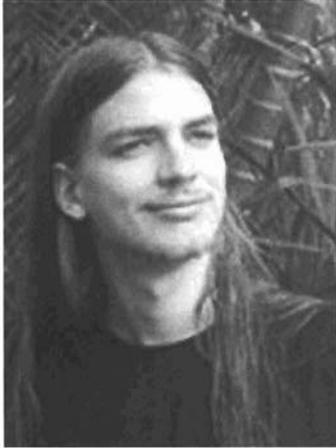


Foto: Rüdiger Trojok

Ein Ziel vieler AnhängerInnen der DIY-Bio-Szene ist es, die Dinge, die für wissenschaftliches Arbeiten und die Entwicklung neuer biotechnologischer Features benötigt werden, frei zugänglich zu halten. Sie orientieren sich damit an den Entwicklungen der freien Software, die zunehmend als Erfolgsmodell gewertet wird.

Interview mit Rüdiger Trojok

Rüdiger Trojok ist Biohacker in Berlin. Im Moment schließt er sein Biologie-Studium (Diplom) ab. Vom 24. - 26. Januar 2014 ist er Teil des Projektes „DIY Bio Lounge und Bio-hackathon“ im *Art Laboratory Berlin* (www.artlaboratory-berlin.org) in Verbindung mit der *Transmediale*, Ausstellung und Kongress zu Verbindungen zwischen Kunst, Kultur und Technologie (www.transmediale.de).

In der DIY-Bio-Szene werden oft Bezüge zum *Open-Source-Ansatz* der Software-Entwicklung hergestellt - was genau hat es damit auf sich?

Der Impuls, Biologie als Technologie aufzufassen, kommt aus der Forschung im Bereich der so genannten Synthetischen Biologie. (1) Diese wird maßgeblich von ein paar Laboren in den USA vorangetrieben, deren Professoren aus den Informationstechnologien, IT, in die Biologie gewechselt sind. Beispielsweise Drew Endy, meines Wissens auch jemand, der sich maßgeblich für eine *Open-Source-Entwicklung* einsetzt.

Wie ist das Verhältnis zwischen Synthetischer Biologie und DIY-Biotech-Szene? Gehören die zwei zusammen?

Nein, nicht direkt. Natürlich beschäftigen sich beide mit Biologie. Das eine, die Synthetische Biologie, ist jedoch eine sehr teure akademische Forschung. Das andere ist ein Hobby. Insofern unterscheiden sich die durchgeführten Projekte natürlich ganz erheblich. Gemeinsam haben beide Bereiche eigentlich nur, dass sie Biologie als programmierbare Technologie, man nennt es jetzt oft *Wetware*, ansehen. Die DIYbio-Szene hat diesen Ansatz aufgegriffen und eigenständig weiterentwickelt. Man schaut sich derzeit die Methoden aus der Biotech-Forschung an und vereinfacht sie so weit, dass man möglichst alle verwendeten Chemikalien und Geräte durch haushaltsübliche Materialien ersetzt. Die Anleitungen stellt man dann für alle frei zugänglich online. Dazu passt auch, dass die *Open-Source-Entwicklung* in der Computerbranche Anfang der 1980er Jahre ebenfalls maßgeblich von privaten Bastlern vorangetrieben wurde.

Mit *Open-Source* werden verschiedene Dinge verbunden. Was steht für Sie im Vordergrund?

Wenn man es ganz nüchtern betrachtet, bauen wir gerade im Wesentlichen Laborgeräte nach und vereinfachen Protokolle für Versuche, die die moderne biologische For-

schung in den letzten Jahren etabliert hat. Damit soll die Technologie billiger und auch für Heim-Anwender verfügbarer werden. Die Anleitungen werden online kostenlos ausgetauscht. Zum Beispiel auf Webseiten wie *instructables.com*. Das ist im Grunde aber eher *Open Hardware*. Eine weitere Sache ist, den *Open-Source-Begriff* auf den genetischen Code auszudehnen. Hier sieht man erste Ansätze. Zum Beispiel sind kürzlich eine Reihe von *Start-up-Unternehmen* aufgetaucht, die ein kollaboratives, offenes Designen von Gensequenzen online ermöglichen. Das heißt, man hat ein Computerprogramm, oder auch nur eine Web-Applikation, in der man digital gemeinsam mit anderen an Gensequenzen und zellulären Netzwerken, die Funktionen, die man einem Organismus geben möchte, modellieren kann. Und natürlich sind ja auch die ganzen biologischen Datenbanken wie zum Beispiel die *Protein Data Bank* oder die *NCBI* (2) auch *Open-Source*, das heißt *offen zugänglich*. Dort sind unter anderem die Informationen über alle bisher sequenzierten Genome gespeichert. Die DIYbio-Szene arbeitet sich so allmählich in diesen Bereich vor - ist aber noch ziemlich am Anfang. Denkt man das aber weiter, erscheint das Potential, den Gencode so zu verwenden, riesig - man bekommt eine ungefähre Vorstellung davon, wenn man sich ansieht, wieviele sequenzierte Gene in den öffentlichen Datenbanken eingetragen sind. Prinzipiell kann man das jetzt alles verwenden um neue Organismen zu bauen. Nehmen wir als Beispiel das *Glowing-Plant-Projekt*, das über das Portal *kickstarter.com* über 500.000 Dollar Spenden gesammelt hat. Das Projekt ist zunächst der DIY-Szene zugeordnet worden, ist aber genau genommen ein professionelles *Start-up-Unternehmen*, was man auch an der involvierten Geldsumme sehen kann. In einem reinen DIY-Labor mit Equipment, das auf *eBay* ersteigert worden ist, würde sowas derzeit keinen Sinn ergeben. Es gibt in dem Projekt aber auch ein paar Akteure aus dem Umfeld der DIY-Bio-Szene. Sie helfen mit,

die Gensequenzen am Computer zu entwickeln, die die Profis des *Start-ups* dann im Labor anwenden wollen. Das theoretische Potential - die Simulation am Computer - scheint also vorhanden zu sein, praktisch gibt es bei der Umsetzung aber noch Hürden. Allerdings ist nicht gesagt, dass die Computersimulation, die daheim gemacht wurde, in der Praxis dann auch immer funktioniert. Es ist unklar, ob die Theorie weit genug entwickelt ist.

Gibt es denn DIY-Labore, in denen derart komplexe Forschung betrieben werden kann, und wo es zum Beispiel schon so etwas wie Gensynthese-Maschinen gibt?

Es kommt darauf an, wer das Experiment macht. Es gibt viele Profi-Biologen in der DIY-Bio-Szene, die auch beruflich mit Biologie oder Biotechnologie zu tun haben. Derart vorgebildet sind sie natürlich durchaus in der Lage, komplexe Wissenschaft zu betreiben, haben aber in der Regel in ihren Freizeit-Laboren nicht das Geld dazu. Allerdings muss komplexe Forschung nicht immer teuer sein. Man kann auch clevere Experimente mit wenig Geld machen. Die Amateure in der Szene halten sich für gewöhnlich an bereits etablierte Experimente und kaufen sogenannte „Kits“ (3) ein, wenn es um Molekulargenetik geht. Oft vergleichbar mit dem, was man auch im Biologieunterricht an Schulen macht. Es gibt auch einige Künstler, die die Techniken einsetzen. Die Eintrittshürde für solche Experimente sinkt relativ schnell. Bisher gibt es jedoch noch keine Heim-Gensynthesizer. Alle, die Experimente mit neu designter DNA gemacht haben, haben diese von Firmen eingekauft. Das ist viel einfacher und günstiger und wird auch auf absehbare Zeit so bleiben.

Kann man den Gencode wirklich wie einen Computer-Code behandeln?

Ja und nein. Die Behauptung, das würde gehen, kommt von den oben bereits erwähnten amerikanischen IT-Professoren, die in die Biowissenschaften wechselten. Sie haben diese Behauptung einfach mal aufgestellt. In der Tat, der genetische Code des Lebens ist ein abstrakter Buchstaben-Code. Zudem ist er in so etwas wie „logische Bausteine“ aufgeteilt, also Gene und weitere DNA-Abschnitte, die die Gene regulieren. Man kann mit diesen Bausteinen, die *Biobricks* genannt werden, am Computer so arbeiten, wie das mit einem Programmiercode getan wird. Dabei schreibt man dann einfach die Basenabfolge des Gencodes digital um. Aber in der Natur sieht die Sache etwas anders aus. Am Computer benutzt man zum Beispiel elektrischen Strom für die logischen Operationen. Es spielt kaum eine Rolle, wie viel davon gebraucht wird. Der Computer-Code besteht auch nur aus Elektronenströmen. In der Natur wird stattdessen chemische Energie benötigt und der Code - beziehungsweise das ausgeführte biologische Programm - besteht aus Molekülen. Will man ein solches Programm ausführen hat das erhebliche praktische Konsequenzen, vor allem was die Verfügbarkeit von Energie und Material angeht. Meistens klappt

das nämlich noch gar nicht gut, da das Material nur langsam diffundiert und völlig anders kontrolliert wird, als man das von Strömen auf Platinen - in Computern - kennt. Die Folge ist, dass die unprogrammierten Organismen das Programm nicht ausführen oder sich nicht vermehren - oder es einfach von selbst wieder löschen. Evolutionär haben sie ja keinen Vorteil davon, es wird ausselektiert. Der scheinbare Nachteil beim Programmieren des genetischen Codes ist aber auch ein riesiger Vorteil. Denn man kann Organismen herstellen, die für uns effizient nützliche Dinge tun. Man bräuchte im Prinzip gar keine industrielle Fertigung mehr - nur noch die abstrakte Information! Zudem würde man als Rohstoffe für die unprogrammierte Zelle im Grunde nur Luft, Licht und ein paar gewöhnliche Mineralien benötigen. Um das Beispiel von eben wieder aufzugreifen: Was die Machbarkeit des *Glowing-Plant*-Projektes angeht, bin ich ausgesprochen skeptisch - denn sichtbares Licht zu generieren kostet Unmengen an Energie. Aber nichtsdestotrotz wäre es natürlich sehr praktisch, energie- und ressourcensparend, wenn es funktionieren würde.

Ein Code muss ja auch gelesen werden. Wie weit trägt der Vergleich Gencode/Computer-Code in Bezug auf das „Lesende“?

Eine interessante Frage. Ich denke man sollte zum Beispiel ein Bakterium, das eine eingeführte Gensequenz abliest, eher mit einer Maschine, die Computer-Codes interpretiert, vergleichen. Allerdings ist das natürlich eine reduktionistische Betrachtung. Die Natur ist viel komplexer. Jedes Enzym für sich genommen erscheint mir zwar schon wie eine Maschine. Ein ganzer Organismus aber „lebt“, obwohl er ja im Grunde aus einzelnen Maschinen besteht. Das, was Leben ausmacht, liegt also wohl an dem Zusammenspiel der Maschinen - ich denke hier an die Informationsnetzwerke, die das alles koordinieren. Der Science-Fiction-Autor Stanislaw Lem hat von der Evolution des genetischen Codes als „materiellem Denkprozess“ gesprochen. Vielleicht trifft es das besser. Diese Frage der Betrachtung ist noch nicht wirklich geklärt. Aber mit der Computeranalogie kommen wir der Sache in meinen Augen etwas näher. Und hoffentlich funktioniert dann auch der *Open-Source*-Ansatz bei *Wetware* genau so gut wie bei Software. Wer weiß, vielleicht haben wir in 20 Jahren ein genetisches Wikipedia und ein zelluläres Linux, das kostenlos und frei kopierbar ist und allen zugutekommt?

Das Interview führte Christof Potthof.

Fußnoten:

- (1) Zur Synthetischen Biologie siehe den Artikel „Frickler, Gründer, Bürgerforscher“ auf Seite 18 in diesem Heft.
- (2) www.pdb.org; National Center for Biotechnology Information unter dem Dach der US-amerikanischen National Institutes of Health (NIH), im Netz www.ncbi.nlm.nih.gov.
- (3) Als „Kits“ werden gebrauchsfertige, einfache Pakete bezeichnet, in denen mehr oder minder alle für einen Versuch notwendigen Utensilien inklusive einer detaillierten Beschreibung vorhanden sind.

Frickler, Gründer, Bürgerforscher ?

Die Aufmerksamkeit gegenüber den Akteuren und Aktivitäten der DIY-Biotechnologie ist in jüngster Zeit enorm gestiegen. Ob dieses Interesse begründet ist, darüber gehen die Meinungen auseinander.

Von Arnold Sauter

Ist Biohacking eher ein nerdiges Hobby oder aber Vorbote einer neuen Qualität der aktiven Bürgerwissenschaft, der „Citizen Science“? Drohen unkontrollierbare Gefahren aus geheimen Genklitschen, oder entsteht an kreativen Orten der biotechnologischen Maker das „transformative Design“ nachhaltiger Technik? Wird die Reaktion eine schärfere Regulierung und Überwachung sein, oder wird die DIY-Bio-Bewegung Keimzelle und Katalysator einer neuen Dimension der verteilten Verantwortung und gesellschaftlichen Akzeptanz für Anwendungen der Gentechnik?

Die folgenden Überlegungen können auf diese Fragen keine erschöpfenden Antworten geben, sondern stellen lediglich den Versuch dar, auf der Basis meiner langjährigen Befassung mit politikberatender Technikfolgenabschätzung sowie eines laufenden Projektes zum Thema Synthetische Biologie eine vorläufige Einschätzung der möglichen Bedeutung der Do-it-yourself-Biologie in der anhaltenden Debatte über die Perspektiven der Bio- und Gentechnologie vorzunehmen.(1)

Viele debattieren - NaturwissenschaftlerInnen forschen

Die Debatte über die Anwendungen biowissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in Medizin, Landwirtschaft und Industrie wurde in den vergangenen Jahrzehnten teilweise extrem kontrovers und bei weitem nicht nur in Expertenzirkeln geführt - das muss in einem Text für den GiD, der selbst wichtiges Medium dieser Debatte war und ist, eigentlich kaum gesagt werden.

Die umstrittenen Biotechnologien waren neben den Kontroversen um die Energieproduktion sowie um die Folgen der Digitalisierung ein Hauptgrund für die Herausbildung einer Vielzahl von Methoden und Unternehmungen, die sich systematisch mit der Erfassung und Debatte der Wechselwirkungen von wissenschaftlich-technischen Entwicklungen, gesellschaftlichen Prozessen aller Art (kultu-

rell, ökonomisch, sozial, politisch) und der natürlichen Umwelt befassen. Viele Institutionen und Programme der Technikfolgenabschätzung und verwandter Analyse- und Beratungsansätze wurden von der Politik als Beratungseinrichtungen ins Leben gerufen - unter anderem der *Deutsche Ethikrat*, der *Nachhaltigkeitsrat*, der *Sachverständigenrat für Umweltfragen* (SRU), der *Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen* (WBGU), das *Wuppertal-Institut* und das *Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag*. Einige entwickelten sich aus Aktivitäten der Zivilgesellschaft - beispielsweise das *Institut Mensch, Ethik, Wissenschaft* IMEW - oder durch den Ausbau bestehender Strukturen zum Beispiel der „klassischen“ Natur- und Umweltschutzverbände wie NABU, BUND et cetera.

Alle diese Akteure eint das Bewusstsein, dass die Ausrichtung und Schwerpunktsetzung der Wissenschaften ebenso wie die Erforschung, Entwicklung und Anwendung von Technologien ein komplexer sozioökonomischer Prozess ist; daher ist es notwendig, vielfältige wissenschaftliche Expertise mit Kenntnissen, Positionen und Kompetenzen nichtakademischer Fachleute und Interessenvertreter aus allen Bereichen der Gesellschaft (Industrie, Verbände, Nichtregierungsorganisationen, Betroffenengruppen) zusammenzubringen, um eine wirklich umfassende Wissensbasis für die Entwicklung von realitätstauglichen Innovations- und Problemlösungsstrategien zu erlangen. In unterschiedlicher Art und Weise findet daher eine Teilhabe gesellschaftlicher Gruppen an der Debatte und Meinungsbildung zu neuen Biotechnologien seit vielen Jahren statt.

Allerdings: Die Erforschung und Entwicklung der Biotechnologien selbst blieb in den allermeisten Fällen in der Hand von naturwissenschaftlichen Experten, sowohl in privaten als auch in öffentlichen Forschungseinrichtungen. Zwar drangen in Einzelfällen Kultur- beziehungsweise Wissenschaftsanthropologen als moderne Ethnologen zur teilnehmenden Beobachtung in die Labore vor - aber ansonsten beschränkte sich der Beitrag der Geistes-, Rechts-, Sozial- und WirtschaftswissenschaftlerInnen auf die Mitarbeit in den erwähnten TA-Projekten, Ethikräten et cetera. Hier prägen sie auch durchaus den interdisziplinären Austausch - eine direkte Auswirkung auf Forschungsrichtungen oder projekte der Natur- und Ingenieurwissenschaften dürfte jedoch nur in Ausnahmen nachzuweisen sein.

Ob die in jüngster Zeit zunehmend unterstützte Beteiligung „normaler“ Bürgerinnen und Bürger, die als zukünftige Konsumenten oder Patienten ja die eigentliche Ziel-



Foto: wootz/sxc.hu

Biohacking: Nur ein nerdiges Hobby?

gruppe vieler der neuen Entwicklungen darstellen, an der Rahmung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts (zum Beispiel bei Bürgerdialogen beziehungsweise Bürgerkonferenzen des Bundesforschungsministeriums) die Ausrichtung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben substanziell beeinflussen kann, bleibt abzuwarten, ist aber nicht Thema der folgenden Überlegungen. Diese drehen sich vielmehr um die Frage, ob die Do-it-yourself-Biologie das Potenzial besitzt, eine neue und relevante Form der Teilhabe von Nicht-Profis an der Gestaltung zukünftiger Biotechnologien darzustellen.

Zur Verbindung von Synthetischer und DIY-Biologie

Während die klassischen Formen der Biotechnologie zur Lebensmittel- oder Impfstoff- und Arzneimittelherstellung immer ein (experimentelles) Hantieren mit komplex zusammengesetzten Geweben, Zellkulturen oder physiologischen Extrakten (und oftmals ungewissem Ausgang) bedeuteten, bildet eine Voraussetzung der Gentechnik die sprunghafte Informatisierung und Technisierung der Biowissenschaften: Das Ziel war und ist dabei zunächst eine Reduktion des zuvor beobachteten biologischen Wirkprinzips (zum Beispiel der Anregung der Blutbildung, der Hervorrufung immunologischer Wider-

standskraft oder pflanzlicher Schädlingstoleranz) auf eine (digital darstellbare) Information (in diesen Fällen der DNA-Sequenz des Hormons EPO, einzelner Proteinabschnitte von Krankheitserregern oder eines insektiziden Proteins). Hinzu kommt dann eine technische Anleitung zur möglichst einfachen, ohne qualitativen Verlust unbegrenzt wiederholbaren Produktion des gewünschten Arznei- beziehungsweise Doping- oder Impfstoffes beziehungsweise des Einbaus einer neuen Eigenschaft in Pflanzensorten. „From bench to bedside“ - von der Laborbank direkt ans Krankenbett - lautete eine Parole der Biomedizin; MolekularbiologInnen wurden so fast zu ÄrztInnen und auch PflanzenzüchterInnen. Die enge Kopplung der Entwicklung vieler wissenschaftlicher Disziplinen an den technischen Fortschritt drückt sich in der Wortschöpfung „Technoscience“ aus: Wissenschaftlich-technologische Möglichkeiten prägen nicht nur die Forschungsergebnisse, sondern auch die Forschungsziele - was wir können, wollen wir auch tun!

Seit etwa zehn Jahren nun wird die weiter fortschreitende Informatisierung und Technisierung der Biowissenschaften von einer wachsenden Zahl von Forschenden - und vor allem auch „Beobachtern“ aus den oben genannten Bereichen von Bioethik, Technikfolgenabschätzung et cetera - als Synthetische Biologie konzeptionell und teilweise programmatisch neu gefasst und kommuniziert.

Ohne diese Entwicklung und die zugehörigen Definitions- und Interpretationsdebatten hier auch nur annähernd nachzeichnen zu können, möchte ich ein paar Aspekte der Synthetischen Biologie herausgreifen, die einen Anknüpfungspunkt für die Do-it-yourself-Biologie bieten (2):

- Die Betonung, dass das Wesen der Synthetischen Biologie in einer Verschmelzung von Bio- und Informationswissenschaften mit dem Denken und der Herangehensweise von Ingenieuren besteht, steigert die Attraktivität der Biotechnologie sicher eher für Technikfreaks als für Umwelt- und Naturschutzbewegte.
- Die wohl öffentlichkeitswirksamste Veranstaltung der Synthetischen Biologie, der iGEM-Wettbewerb, wendet sich an Studierende in frühen Semestern und animiert sie zum selbständigen, kreativen, tendenziell anwendungsorientierten und ernsthaften gentechnischen Experimentieren. (3) Dabei agieren die Beteiligten zwar noch im universitären Rahmen, aber gegenüber früheren Ausbildungscurricula (bei denen es vor allem ums korrekte „Nachkochen“ von Experimenten ging) kann diese Herangehensweise fast schon als akademische DIY-Form bezeichnet werden. (4)
- Eine zentrale Vorgabe des iGEM-Wettbewerbs ist, dass die Nachwuchsforschenden *Biobricks* entwickeln sollen, das heißt genetische Funktionselemente, die in unterschiedlichen Organismen (vor allem in geeigneten Bakterien oder anderen Einzellern) gleichartig funktionieren sollen. Diese Biobricks beziehungsweise die Anleitung zu ihrer Herstellung müssen als Open-access-Einheiten global zugänglich gemacht werden. Dies ist in der Wissenschaft zwar eigentlich nichts Neues - aber gerade in der Biologie ist die rechtliche Unterschützstellung und ökonomische Verwertung ernsthaft erst mit der Gentechnik eingezogen.
- Diese Betonung des Technischen, der Verweis auf die zentrale Bedeutung der Informationswissenschaften und -verarbeitung, die Reduktion der Biologie auf theoretisch beliebig kombinierbare Einzelfeatures und die Betonung der Open-Source-Philosophie machen die Synthetischen Biologie recht gut anschlussfähig an Positionen und Interessen der Hackercommunity im Computerbereich, die den technisch wohl anspruchsvollsten Teil der Do-it-yourself-Bewegung repräsentiert.
- Auffällig ist darüber hinaus die vergleichsweise starke Verbindung der Synthetischen Biologie zum Kunstbereich, passend zum Begriffsfeld Synthese, Kreation, Design. Vielleicht nicht so sehr unter dem möglicherweise auch als etwas piefig empfundenen Do-it-yourself-Begriff, aber als Teil der „Maker-Bewegung“ kann das freie Arbeiten mit biotechnologischen und konkret gentechnischen Methoden attraktiv für kulturelle Eliten werden.

Skeptische Sicht auf das Potenzial von DIY-Bio dominiert - noch

Die Aktivitäten der DIY-Bio-Szene können hier nicht im Einzelnen beleuchtet werden (siehe hierzu den Überblick zu DIYbio.org auf S.8 ff. in diesem Heft). Kaum umstritten dürfte sein, dass die DIY-Biologie-Bewegung für den Erkenntnisfortschritt und zukunftsweisende Anwendungen der Biologie bislang *keine* ernsthafte Rolle gespielt haben. In den allermeisten Fällen handelt es sich um das Nachvollziehen einfacher Versuche; die genetische Selbsttestung oder die einfache genetische Transformation in den ganz wenigen S1-Labors (siehe Seite 9 in diesem Heft) stellen die dünne Spitze dar, und auch dabei ist ein technologischer Rückstand von 10-20 Jahren auf die neuesten Methoden vermutlich realistisch. Daher ist es auch wenig verwunderlich, dass gerade forschende „synthetische Biologen“, die oft technisch besonders aufwendige Forschungsansätze mit dem Fernziel einer Herstellung „komplett synthetischer Organismen“ verfolgen, der DIY-Biologie unter Verweis auf fehlende Kapazitäten, Kompetenz, Expertise, und Technologie meist nur wenig Bedeutung beimessen. Wobei nicht vergessen werden sollte, dass gerade einige US-amerikanische Protagonisten der Synthetischen Biologie Fürsprecher oder gar Mentoren von DIY-Einrichtungen sind.

Dem gegenüber steht die Aufmerksamkeit, die den Biohackern durch die Medien, aber auch durch TA und Bioethik und zum Teil durch Sicherheitsbehörden zuteil wird. (5) Dabei stellt die thematische Verknüpfung mit der Synthetischen Biologie eine feste Größe dar, obwohl kaum jemand sagt, die Biohacker würden derzeit wirklich Synthetische Biologie betreiben. Das Interesse von TA et cetera auf der einen und Sicherheitsbehörden auf der anderen Seite speist sich letztlich aus einer ähnlichen Herangehensweise: Beide versuchen, vorhandene Entwicklungslinien zusammenzudenken, um plausible Szenarien zukünftiger Anwendungen beschreiben zu können - im einen Fall, um gesellschaftlich nützliche Potenziale in den Blick nehmen zu können, im anderen Fall, um mögliche Bedrohungen zu identifizieren. Und die Kunst ist sowieso darauf ausgerichtet, Disparates zusammenzuführen und neu und frei zu kombinieren.

Insgesamt erscheint es so, dass die „Verneinung“ der möglichen Bedeutung der DIY-Biologie in jüngster Zeit stark zurückgeht, ohne dass besonders eindrucksvolle Projekte bekannt geworden wären. Ich vermute, dass dies bei vielen - so auch bei mir - aus dem Gespür heraus resultiert, dass ein Abtun („das bleibt auf absehbare Zeit so“/„das wird nie etwas“) nicht mehr angemessen erscheint in einer Zeit, in der sich Kommunikations- und Verhaltensweisen global und durch alle Gesellschaftsschichten mit beispielloser Geschwindigkeit verändern, wobei diese Veränderungen insbesondere durch Smartphones und Verwandte hervorgerufen werden - Geräte, deren Leistungsfähigkeit und Nutzungsmöglichkeiten

noch wenig Jahre zuvor nicht im Bereich der Massennutzung absehbar waren.

Gerade wenn die Bedeutung der bloßen Information und ihrer Verarbeitung für die Zukunft der angewandten Biowissenschaften wirklich so groß ist, wie es die Promotoren der Synthetischen Biologie betonen, dann könnte der technologische Rückstand der Biohacker bei weitem schneller aufgeholt werden, als bisher gedacht beziehungsweise als es in der Vergangenheit der experimentellen Biotechnologie „üblich“ war.

Was heißt das für die Zukunft (der Gentechnikdebatte)?

DIY-Biologie wird per Definition von ganz unterschiedlichen Menschen betrieben, über viele Orte verteilt und motiviert durch ganz unterschiedliche Interessen und Antriebe. Hierzu gehören das Frickeln, das Experimentieren, das Forschen, der Wunsch nach Wissen und Teilhabe oder auch die mögliche Absicht einer späteren Professionalisierung beziehungsweise Ausgründung. Wie die oben genannte Studie des Wilson Centers zeigt, arbeiten in den meisten Hackerspaces ausgebildete BiologInnen in irgendeiner Form mit.

Die Zukunft der DIY-Biologie ist von vielen Faktoren abhängig, die kaum zu quantifizieren sind. Beispielsweise dürfte es auf absehbare Zeit keine millionenschweren Förderprogramme wie in anderen Bereichen von Biomedizin und Biotechnologie geben, da die kleinteiligen DIY-Aktivitäten wenig zum etablierten Forschungssystem passen. Aber es erscheint überhaupt nicht ausgeschlossen, dass Politik und Privatwirtschaft sowohl den Bildungsaspekt als auch das Innovationspotenzial aufgreifen und fördern.

Die weitere Entwicklung dürfte auch davon abhängen, welchen soziokulturellen Stellenwert die DIY- oder Makerbewegung auf Dauer erlangen kann, ob beispielsweise das Crowdfunding sich zur etablierten Form der Risikokapitalbeschaffung entwickelt, so dass auch größere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben finanziert werden können, ohne dass Fördereinrichtungen oder reiche Einzelmäzene beteiligt werden müssen. Einen ersten konkreten Hinweis auf das Veränderungspotenzial im Bereich der Bio- und Gentechnik hat das Kickstarterprojekt zur Produktion von selbstleuchtenden Zierpflanzen gegeben, aufgrund dessen vielen Beteiligten erst eine Regulierungslücke in den USA auffiel: Die dortigen Landwirtschaftsbehörden kontrollieren lediglich solche transgenen Pflanzen, die in Verbindung mit Pflanzenkrankheiten gebracht werden können (beispielsweise herbizid- oder insektenresistente Sorten), und die Lebens- und Arzneimittelbehörde FDA (*Food & Drug Administration*) gemäß ihrem Namen nur solche, die als Nahrungsmittel oder Medikament eingesetzt werden sollen.

Gerade für die skeptische „europäische Haltung“ gegenüber der Herstellung und Nutzung von gentechnisch veränderten Organismen könnte die DIY-Biologie auf län-

gere Sicht eine ganz schöne Herausforderung darstellen - und zwar nicht so sehr aus Sicherheitsgründen (auch wenn Biosafety- und Biosecurity-Bedenken sicher eine wichtige Rolle spielen müssen), sondern vielmehr dann, wenn sich in den Aktivitäten der Biohacker ein ernstzunehmender Wunsch ausdrückt, die Möglichkeiten der Biotechnologie dezentral und individuell nutzen zu können. Kritiker der Gentechnik müssten sich dann mit anderen Akteuren als transnationalen Konzernen oder Vertretern der „Mainstream-Wissenschaft“ auseinandersetzen, aber auch die Gentechnikbefürworter und -entwickler aus der etablierten Forschung werden sich nicht automatisch für eine unabhängige Biotechnologie-Off-Szene erwärmen. Selbst wenn die konkreten Impulse der DIY-Biologie für Forschung und Entwicklung in den Biowissenschaften marginal bleiben, könnte der Einfluss auf die gesellschaftliche Debatte und damit die Zukunft der Bio- und Gentechnik durchaus beträchtlich werden.

Arnold Sauter ist stellvertretender Leiter des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Er leitet dort das aktuell laufende Projekt zum Thema „Synthetische Biologie“. Das TAB im Netz unter www.tab-beim-bundestag.de.

Fußnoten:

- (1) Das Projekt im Netz unter www.tab-beim-bundestag.de > Untersuchungen > Laufende Untersuchungen > Synthetische Biologie.
- (2) Siehe dazu zum Beispiel den GID Spezial Nummer 10, „Synthetische Biologie“, Dezember 2010, im Netz unter www.gen-ethisches-netzwerk.de > Gen-ethischer Informationsdienst > GID Spezial.
- (3) Siehe www.igem.org.
- (4) „Do-it-together“ wäre laut Jason Bobe, dem Gründer der DIYbio-Mailingliste, eigentlich die angemessenere Bezeichnung. Siehe dafür zum Beispiel den Bericht „Myths & Realities of the DIYbio Movement“ des Wilson Center, November 2013, Seite 9, im Netz unter www.wilsoncenter.org. Zur Bedeutung der DIYbio-Mailingliste siehe auch Seite 8 in diesem Heft.
- (5) Das FBI, die Bundespolizei der USA, hat 2011 und 2012 Workshops mit VertreterInnen aus der DIY-Bio-Szene veranstaltet und dazu 2012 auch internationale VertreterInnen eingeladen. Siehe zum Beispiel Sascha Karberg: „Das Spiel mit den Bakterien“, *Die Zeit*, 21.11.12, im Netz unter www.zeit.de oder www.kurzlink.de/gid221_y.