

Engineering Life?

Synthetische Biologie und die Technisierung des Lebendigen

An der Schnittstelle zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaft stellt Synthetische Biologie hohe Anforderungen an die eigene Community, in bahnbrechenden Anwendungen große Probleme technisch lösen zu können. Wie aber verändert Synthetische Biologie unser Verhältnis zum Lebensbegriff und wie wirkt sich die Anwendung des Ingenieursgedankens auf „Leben“ aus?



Wolfgang Kerbe

studierte Technische Chemie an der Technischen Universität Wien und Soziologie an der Johannes Kepler Universität Linz. Sein Schwerpunkt ist die Analyse der öffentlichen Wahrnehmung neuer Biotechnologien.

E-Mail: kerbe@biofaction.com



Markus Schmidt

studierte, nach einer HTL Ausbildung in Biomedizinischer Technik, Biologie und später Umweltrisikoforschung an der Universität Wien. Seit 10 Jahren arbeitet er im Bereich Technikfolgenabschätzung neuer (Bio-)Technologien und erforscht deren öffentliche Wahrnehmung sowie offene Sicherheitsfragen. Zusätzlich bemüht er sich um einen besseren Austausch zwischen Wissenschaft, Kunst und Gesellschaft, etwa durch die Produktion von Dokumentarfilmen, dem Bio:fiction Filmfestival und der synth-ethic Kunstausstellung.

E-Mail: schmidt@biofaction.com

Biofaction KG
Grundsteingasse 36/41, 1160 Wien
www.biofaction.com

Leben im Nachwuchswettbewerb für Bioingenieure

„Synthetische Biologie wird wie die Informationstechnologie ein Milliarden Dollar schweres Geschäft. Ihr werdet einen gewichtigen Anteil daran haben.“ So Randy Rettberg, der Initiator, vor den TeilnehmerInnen des vorjährigen „iGEM Regional Jamborees“ an der Freien Universität Amsterdam. iGEM, die International Genetically Engineered Machine Competition, fand erstmals 2004 am MIT mit einer Handvoll Teams statt. Letztes Jahr mussten, um der Flut an teilnehmenden JungwissenschaftlerInnen und -ingenieurInnen Herr zu werden, regionale Vorrunden in Amerika, Europa und Asien eingeführt werden. Beim iGEM-Wettbewerb erhalten Studententeams Bausätze standardisierter biologischer Bauteile aus der Standard Registry of Biological Parts des MIT, fabrizieren daraus biologische Schaltkreise, entwickeln neue Bauteile (sogenannte Bio-bricks) und liefern diese wieder an die Registry zurück. Im Wettbewerb beherrscht die Metapher von biologischen Elementen als LEGO-Bausteinen, die man beliebig zu Schaltkreisen oder ganzen Maschinen zusammensetzen kann, das Denken der angehenden BioingenieurInnen.

Leben als Werkzeugkasten

Anna Deplazes-Zemp fasste in ihrem Buchkapitel „Leben als Werkzeugkasten“ zusammen, was die Synthetische Biologie mit Leben bewerkstelligen will. Zum einen geht es um den Anspruch, das Leben verstehen zu wollen, in Anlehnung an den vielzitierten Satz des Physiknobelpreisträgers Richard Feynman: „What I cannot create, I do not understand“. Das Verstehen stellt dabei aber keinen Selbstzweck dar, sondern soll dazu eingesetzt werden, Lebensformen gänzlich neu zu konstruieren,

um sie für lukrative Anwendungen, etwa die Herstellung von Biotreibstoff oder in der Medizin, einsetzen zu können. Noch technischer wird es zum anderen beim Bestreben, das Leben (bzw. das Genom) so zu minimieren, dass der dabei entstehende „Minimalorganismus“ gerade noch überleben kann. Ingenieure wollen dabei lernen, das Leben zu optimieren, indem man, besser noch als in der klassischen Biotechnologie, gewisse Stoffwechselwege von allem störenden genetischen Ballast befreit, sodass sie ideal für jedwede Zwecke funktionieren. In der sogenannten „Xenobiologie“ soll das Leben auf fundamentale Weise variiert werden. Dabei werden natürliche Nucleinsäuren oder Aminosäuren durch solche ersetzt, die in natürlichen Organismen normalerweise nicht vorkommen. Schließlich wünscht man eine Abgrenzung von der Natur, eine Art „genetische Firewall“, um noch sicherere biologische Maschinen herstellen zu können.

Standardisierung und Modularisierung des Lebens

In gewisser Weise versuchen das auch die iGEM-Teams. iGEM ist als Initiative zur Standardisierung des Lebendigen eines der wenigen verbindenden Elemente im sonst recht heterogenen Geflecht der Synthetischen Biologie. Die Fortschreibung des Standardisierungsgedankens findet sich in den USA im so genannten „Biofab“, einem Fablab für biologisches Material. In Europa widmet sich das 7. Rahmen-Programm-Projekt ST-FLOW der Standardisierung wesentlicher Kernprozesse der Synthetischen Biologie. Insgesamt 15 europäische Forschungsgruppen haben sich zum Ziel gesetzt, physische und virtuelle Standards zu entwickeln, um die Konstruktion von bakteriellen Systemen mit einem hohen Grad an Robustheit und Planbarkeit – entsprechend dem Ingenieursgedanken – zu erlauben. Die Notwendigkeit zur Standardisierung biologischer Bauteile und Prozesse wird – in Analogie zur industriellen Revolution – mit der erhofften Vereinfachung und Rationalisierung der Produktionsprozesse begründet. Angesichts der Komplexität biologischer Systeme ist das keine leichte Herausforderung, weshalb einige BiologInnen Zweifel an der Machbarkeit und Implemen-

tierung biologischer Standards haben. Die Vereinfachung der Planungs- und Produktionsprozesse wäre allerdings im Falle einer erfolgreichen Standardisierung so überwältigend, dass das Risiko des Scheiterns in Kauf genommen wird.

Neben den technischen Standards widmet sich ST-FLOW auch den gesellschaftlichen Aspekten der biologischen Standardisierung. Beispielsweise konzentrieren sich die in das Projekt integrierten SozialwissenschaftlerInnen auf die soziologischen Rahmenbedingungen bei der Herausbildung der Standards: Wer entscheidet über Standardisierungsvorschläge, wie werden diese ausgewählt, inwieweit fließen neben rein technischen Aspekten auch andere Faktoren in den Prozess ein? Welche Rolle spielt das geistige Eigentum im Standardisierungsprozess? Versucht man bewusst, offen zugängliche Standards zu entwickeln oder will man einen rigiden Schutz des geistigen Eigentums? Werden in Anbetracht möglicher Biosicherheitsgefahren auch neue Biosicherheitsstandards entwickelt oder betrachtet man das als nicht relevant? Im Projekt eingebundene PhilosophInnen richten ihr Augenmerk konkret auf die ethischen Fragestellungen, die sich im Zusammenhang mit der Standardisierung des Lebendigen ergeben. ST-FLOW demonstriert den Anspruch der Ingenieure, die Biologie in eine echte Ingenieurwissenschaft verwandeln zu wollen, versucht allerdings auch, die gesellschaftlichen Aspekte dieses Vorhabens zu berücksichtigen und gegebenenfalls auch in die Forschungstätigkeit einfließen zu lassen. Die Anwendung technischer Prinzipien auf biologische Systeme ist auch Ziel des von der European Science Foundation geförderten SYNMOD-Forschungsprojekts: Auf der Suche nach neuen Antibiotika angesichts der immer häufiger auftretenden Multiresistenzen werden konkret sogenannte Lantibiotika herangezogen, das sind antibakteriell wirksame Peptidketten. Bei den natürlich vorkommenden Lantibiotika wurde ein modularer Aufbau festgestellt, d. h. diese Moleküle bestehen aus 5 Untereinheiten. Im Projekt werden diese modularen Untereinheiten systematisch mit alternativen Aminosäureketten ausgetauscht, wodurch mehrere Tausend synthetische und in der Natur bislang nicht gefundene Lantibiotika hergestellt werden können. Während in ST-FLOW der Fokus auf die Standardisierung gelegt wird, steht also bei SYNMOD ein weiteres Ingenieurs-Credo, die Modularisierung, im Mittelpunkt. Eine weitere Gemeinsamkeit mit ST-FLOW ist die Einbindung von ELSA-For-

schnerInnen in SYNMOD, die sich in erster Linie ethischen, aber auch soziologischen und Sicherheits-Fragen widmen.

Leben und Bioart

Obwohl sich die Synthetische Biologie über den Bereich der Mikroorganismen hinaus auch schon Versuchstieren wie Mäusen oder Zebrafischen bedient, erscheinen Science-Fiction Visionen, die den Menschen ins Visier der Manipulation bringen (z. B. die Borg bei Star Trek oder menschliche Ersatzteillager à la „The Island“) noch unerreichbar. Dennoch scheint es – wie schon bei der klassischen Gentechnik – ein gewisses Unbehagen darüber zu geben, dass man mit dem „Betriebssystem Leben“ arbeitet. Dies verspürt man bisweilen auch in der Auseinandersetzung zeitgenössischer Künstler mit biologischen Medien. Als Beispiel dient etwa der zypriotisch-australische Künstler Stelarc, der sich ein drittes Ohr in seinen linken Oberarm implantieren ließ. Andy Gracie's Kunstwerk *Autoinducer_Ph-1* hingegen thematisiert die Anpassung natürlicher Lebensformen an technische Prozesse. Bei dieser Rauminstallation geht es um die Interaktion biologischer und robotischer Organismen, wobei ein semi-synthetisches Ökosystem mit drei biologischen und einem „Roboterorganismus“ entsteht, welche sich wechselseitig beeinflussen können. In Paul Vanouse's Kunstwerk „*Latent Figure Protocol*“ wird die Technisierung und Institutionalisierung des Lebendigen in den Blickpunkt gerückt. Vanouse erzeugt mittels Gelelektrophorese, einer Methode der DNA-Analyse, Motive, wie etwa „ID“, „01“ das © Symbol oder das Piratenzeichen. Dem Künstler gelingt dadurch die Entfremdung eines analytischen hin zu einem synthetischen bilderschaffenden Instrument. In Anspielung an wieder erstarkende Trends in Bezug auf den genetischen Determinismus demonstriert Vanouse gleichzeitig aber auch die Manipulierbarkeit angeblich originärer Körperspuren.

Leben 2.0?

Während die eben beschriebenen Kunstwerke bislang eher einem kleinen interessierten Kreis vorbehalten waren (etwa bei der Ausstellung *synth-ethic* im Wiener Naturhistorischen Museum), wurden in der medialen Berichterstattung einfacher gestrickte Topoi abgehandelt. Im Mittelpunkt der Berichterstattung und auch des veröffentlichten ethischen Diskurses über Synthetische Biologie stand in den letzten Jahren zweifelsohne Craig Venter's Herstellung ei-

nes synthetischen *Mycoplasma*-Bakteriums. Das Team um Venter konnte das gesamte Genom dieses Bakteriums im Labor synthetisieren und erfolgreich in ein genomfreies Bakterien-Protoplasma einsetzen. Die komplette Transplantation eines synthetischen Genoms wurde als Schaffung des ersten synthetischen Lebens präsentiert, eine Kontextualisierung, die bereitwillig von der internationalen Presse übernommen und als Indikator für das enorme Potenzial der Synthetischen Biologie abgehandelt wurde. Hier schließt sich der Kreis von den NachwuchswissenschaftlerInnen des iGEM-Wettbewerbs zu den etablierten WissenschaftlerInnen unter der Fahne der Synthetischen Biologie. Was sie vereint, ist der Versuch, den Ingenieurgedanken in die Biologie zu integrieren, ein *Telos*, das maßgeblich zur Technisierung des Lebendigen unter den oben genannten Gesichtspunkten des Verstehens, Nutzens, Minimierens und Optimierens, des Variierens und des Überwindens des Lebens beiträgt.

Weiterführende Links

- iGEM: <http://igem.org>
- Biofab: <http://biofab.org>
- Biobricks Foundation: <http://biobricks.org>
- SYNMOD: http://www.biofaction.com/?page_id=147
- ST-FLOW: <http://www.bsse.ethz.ch/bpl/research/systems/stflow/index>
- Synth-ethic Ausstellung: <http://www.biofaction.com/synth-ethic>.

Literatur

- Deplazes-Zemp, A.: *Leben als Werkzeugkasten*. In: P. Dabrock et al. (Hg.): *Was ist Leben – im Zeitalter seiner technischen Machbarkeit*. Freiburg im Breisgau: Karl Alber 2011.
- Hauser, J., M. Schmidt: *Gallery Guide for the SYNTH-ETHIC exhibition in the Museum of Natural History in Vienna, May 14 - June 28, 2011*.
- Schmidt, M. et al.: *A Priority Paper for the Societal and Ethical Aspects of Synthetic Biology*. In: *Systems and Synthetic Biology* 3, 1-4/2009, p. 3-7.
- Schmidt M. et al. (eds.): *Synthetic Biology. The Technoscience and its Societal Consequences*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer 2009.
- Schmidt M.: *Xenobiologie: Neues Leben mit integrierter Biosicherheit*. In: J. Boldt et al. (Hg.): *Leben schaffen? Philosophische und ethische Reflexionen zur Synthetischen Biologie*. Paderborn: Mentis 2012.
- Schmidt M. (Ed.): *Synthetic Biology: Industrial and Environmental Applications*. Weinheim: Wiley-VCH 2012. ■