

"Leben 2.0": Biologie aus dem Baukasten



Design by Camillo

Wien APA-ZukunftWissen - Es klingt verheißungsvoll bis revolutionär, was unter dem neuen wissenschaftlichen Trendbegriff "Synthetische Biologie" - bildlich gesehen - aus den Forschungslabors sickert. Maßgeschneiderte Medikamente, Bio-Treibstoffe oder organische Sprengstoffsensoren, nach Belieben kombiniert aus einzelnen DNA-Sequenzen, den Bauteilen des Lebens, so lauten einige der kommenden

oder bereits umgesetzten Anwendungen. Im Unterschied zur Gentechnik werden nicht nur einzelne Gene transferiert, sondern ganze künstliche biologische Systeme zusammengesetzt - mit noch unabsehbaren Folgen.

Synthetische Biologie ist ein Überbegriff, der die Themenbereiche Molekularbiologie, Chemie, Ingenieurwissenschaften und Informatik umfasst. Innerhalb dieses groben Rahmens wird mit verschiedenen Strategien und Zielsetzungen geforscht. Noch tummeln sich keine von Grund auf künstlich geschaffenen Organismen in den Petrischalen, doch ethische Fragen nach dem "Leben 2.0" oder einer "Schöpfung im Labor" liegen auf der Hand, ganz zu schweigen von Umwelt- und Sicherheitsbedenken bis hin zum Bioterrorismus.

"Es geht hier um das Design und die Konstruktion von neuen biologischen Systemen, die in der Natur nicht vorkommen. Man hat sich zum Ziel gesetzt, Ingenieurspraktiken in der Biologie anzuwenden", erklärte Markus Schmidt von der Organisation für Internationalen Dialog und Konfliktmanagement (IDC) im Gespräch mit APA-ZukunftWissen das Prinzip. In der Forschung werden verschiedene Strategien und Ziele verfolgt.

Minimal-Genom als "Chassis"

Ein zentraler Ansatz ist die Suche nach einem Minimal-Genom. Dabei wird versucht, etwa bei einem Bakterium alle "überflüssigen" Gene auszuschalten und nur jene übrigzulassen, die für die Aufrechterhaltung von Stoffwechsel, Wachstum und Reproduktion benötigt werden. Was übrig bleibt, kann als Grundgerüst oder Chassis wie bei einem Auto für beliebige Aufbauten dienen, so der Grundgedanke. "Damit kommt man dem Verständnis dessen, was Leben eigentlich ausmacht, näher. Andererseits gewinnt man eine Plattform, in die man biologische Schaltkreise einsetzen kann", erklärt Schmidt, der selbst Biologe ist.

Bekanntester Protagonist und Aushängeschild dieses "Top Down"-Ansatzes ist der amerikanische Genom-Forscher Craig Venter. Ein Wissenschaftler-Team um Venter hat es vor rund zwei Jahren geschafft, aus chemisch hergestellten Erbgut-Bausteinen das komplette Erbgut eines Bakteriums

nachzubauen. Für ihn ist das die vorletzte Etappe vor der Erzeugung eines künstlichen Organismus, der sich selbst reproduzieren können soll.

Kreation künstlicher Zellen

Im Unterschied zur schrittweisen Reduktion von Genen wird beim "Bottom-Up"-Ansatz versucht, eine von Grund auf künstliche Zelle ("Protozelle") mit den wichtigsten Merkmalen des Lebens - wie die Interaktion mit der Umwelt und ein funktionierender Stoffwechsel - zu schaffen. "Eine Zellmembran ist relativ leicht mit Fettbläschen nachzubauen", so Schmidt. Es sei bereits gelungen, in solche zellartigen Bläschen Biomoleküle einzuschleusen, um eine Interaktion zu erwirken. In einem anderen Fall konnte man einen Stoffwechsel in Gang bringen. Nur beide Bedingungen gemeinsam in einer Zelle unterzubringen sei bisher noch nicht geglückt. "Das wird auch vermutlich in den nächsten fünf Jahren nicht passieren", meint Schmidt.

Ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt der synthetischen Biologie besteht darin, Datenbanken aufzubauen, in der sämtliche Gen-Bausteine exakt beschrieben werden, um sie irgendwann einfacher und schneller miteinander kombinieren zu können. Wie beim Projekt " [BioFab](#) ", das von der amerikanischen National Science Foundation (NSF) gefördert wird. Laut Website wird hier der Versuch unternommen, "die Tausenden Kontrollelemente zu charakterisieren, die für das Engineering von Mikroben entscheidend sind, damit schließlich Forscher diese DNA-Teile in synthetischen Organismen mischen und abgleichen können, um neue Wirkstoffe, Treibstoffe oder Chemikalien zu produzieren."

Der bekannteste Erfolg synthetischer Biologie ist die Herstellung des Malariamedikaments Artemisin. Auch ein künstlicher Virus wurde bereits im Labor entwickelt. Für die Zukunft verspricht man sich neue Treibstoffe auf Algenbasis oder Mikroorganismen, die sich durch Sprengstoffe verfärben und etwa bei der Minensuche eingesetzt werden könnten.

DNA-Sequenzen aus dem Automaten

Weltweit gibt es bereits mehrere Unternehmen, die DNA in größerem Maßstab vollautomatisch synthetisieren und Forschern zur Verfügung stellen - beispielsweise die in Regensburg (Deutschland) beheimatete [Genearth AG](#) . Um potenziellen Bioterroristen zuvorzukommen, die etwa Sequenzen des Ebola-Virus oder der Spanischen Grippe bestellen könnten, haben solche Firmen bereits ein Sicherheitssystem gegründet, so Schmidt. Der Hintergrund von Bestellungen werde überprüft, Einzelpersonen könnten von vornherein keine Order aufgeben. "Und die Firmen verschicken beispielsweise erst gar keine Gene in Länder wie Iran und Nordkorea", beruhigt Schmidt.

Auch Privatpersonen schicken sich an, bei der Konstruktion von Leben mitzuspielen. In Garagen und Wohnzimmern werken bereits "Biohacker" mit Zellkulturen und Petrischalen nach dem "Do-it-Yourself"-Prinzip und bauen im

Schnellverfahren biologische Systeme. Ziel der Hobbyforscher ist die Schaffung eines "biologischen Werkzeugkastens für die Garage". Offensichtliches Gefahrenpotenzial besteht natürlich darin, dass die "Frankenstein"-Winzlinge einmal Reißaus in die freie Natur nehmen könnten. Die Konsequenzen für die endemische Flora und Fauna kann noch niemand in vollem Umfang abschätzen, dazu ist das Forschungsgebiet zu komplex und neu.

Dieser "Fluchtgefahr" steht ein inhärentes Sicherheitsverständnis der Szene gegenüber, meint Schmidt. "Die Bio-Heimwerker haben sich selber ein Moratorium auferlegt, bevor die Sicherheitsfragen nicht gelöst sind." Der Sicherheitsforscher sieht in dieser enthusiastischen Szene vielmehr eine "Demokratisierung der Biotechnologie". Nicht mehr die großen Konzerne allein sind es, die Patent- und profitgetrieben die Forschungsthemen bestimmen, sondern pragmatische Ideen mit einem Open-Source-Gedanken. Die Heilung sehr seltener Krankheiten - sogenannte "Orphan Diseases" - von eben diesen Konzernen als unrentabel auf das Forschungs-Abstellgleis verschoben, könnten so wieder neuen Anschub bekommen.

Biologische Firewalls

Damit sich nicht eines Tages künstliche Organismen mit natürlichen vermischen, könnte man sie so designen, dass sie in der Natur erst gar nicht überleben können - etwa indem sie nur mit einer Nährsubstanz lebensfähig sind, die in der Natur nicht vorkommt. "Das nennt man dann chemische synthetische Biologie. Darunter versteht man Bestrebungen, eine neue genetische Enklave zu erschaffen, also die Bausteine des Lebens chemisch zu verändern", erläutert Schmidt.

Die Erbsubstanz natürlichen Lebens, die in der Doppelhelix der DNA festgeschrieben ist, besteht aus einer sich ständig wiederholenden Sequenz aus Desoxyribose, einer Base (A für Adenin, G für Guanin, C für Cytosin und T für Thymin) und Phosphor. "Tauscht man nun die Desoxyribose der DNA aus und ersetzt sie mit beispielsweise einer Hexose, hat man ein neues genetisches System geschaffen, in diesem Fall eine 'HNA'. Kein natürlicher Organismus könnte diese HNA lesen, wäre für diese also unsichtbar - eine biologische Firewall. Ein solcher Organismus läuft mit einem neuen, parallelen Betriebssystem", so der Experte.

Öffentlichkeit und Wahrnehmung

Den Hoffnungen, die in die synthetische Biologie gesetzt werden, stehen nicht unbedeutende ethische und Sicherheitsbedenken gegenüber. Was in der öffentlichen Darstellung rund um die synthetische Biologie jedoch besonders auffällt, ist die von Beginn an relativ offene Diskussionskultur. Fast in vorauseilendem Gehorsam wird auch seitens der Industrie und Wissenschaft die Technikfolgenabschätzung und Diskussion forciert. Damit sollen PR-

Desaster vermieden werden, wie sie etwa bei genveränderten Pflanzen und zum Teil bei der Nanotechnologie geschehen sind. "Früher hat es da phasenweise eine große Arroganz der Wissenschaftler gegeben. Heute sind Forschung und Industrie vorsichtiger, schließlich steht die Zukunft der Bio-Ökonomie auf dem Spiel", meint Schmidt.

Der Leiter des IDC hat sich in den letzten Jahren auf die öffentliche Perzeption und auch die mediale Darstellung von synthetischer Biologie spezialisiert. Im Rahmen des von ihm geleiteten EU-finanzierten Projekts **SYNBIOSAFE**, das Ende 2008 ausgelaufen ist, wurden sicherheitsrelevante und ethische Aspekte beleuchtet. Aus dem Projekt ist unter anderem der Dokumentarfilm "**Synbiosafe** - Synthetic Biology and its Ethical and Safety Aspects" hervorgegangen, der zum besseren Verständnis der Thematik beitragen soll.

Filme als Multiplikatoren

Frühzeitige Vermittlung und Dialog sind auch die Idee hinter dem vom Genomforschungsprogramm Gen-AU finanzierten Projekt **CISYNBIO** - (Cinema and Synthetic Biology), das unter der Leitung Schmidts steht: "Immer wieder wurde ich im Laufe der Jahre auf Hollywoodfilme angesprochen, in denen Gentechnik und verwandte Themen eine tragende Rolle spielen, wie etwa in 'Gattaca' oder 'Jurassic Park'." Daraus entstand die Idee, einschlägige Science-Fiction-Streifen genauer unter die Lupe zu nehmen und zu analysieren.

Gegen Ende des bis 2012 laufenden Projekts soll ein Informationspaket für Schulen erstellt werden, um unter dem Einsatz von Filmclips die Diskussion über synthetische Biologie in den Klassenzimmern anzuregen. Für Mai 2011 wird ein eigenes Science-Film-Festival organisiert.

Noch kein Thema für Bioethikkommission

In Österreich wie in der EU wird die bestehende Gesetzeslage rund um Bio- und Gentechnologie derzeit als ausreichend für die synthetische Biologie erachtet. Auch auf der unmittelbaren Agenda der Bioethikkommission beim Bundeskanzleramt steht das Thema noch nicht. Die für dieses Jahr zu erwartenden Stellungnahmen werden sich laut Doris Wolfslehner, Leiterin der Geschäftsstelle der Bioethikkommission, um die Themen "Gentests im Internet", Sterbehilfe (exakter: "Medical Treatments in End of Life Situations") und um inhaltliche Vorschläge zum Forschungsgesetz der Bundesregierung drehen.

Auf europäischer Ebene hat sich die "European Group on Ethics in Science and New Technologies" (EGE) mit synthetischer Biologie befasst und im November 2009 eine **Stellungnahme** abgegeben. Die EGE empfiehlt der EU-Kommission darin unter anderem "eine Erhebung zu den diesbezüglichen

Risikobewertungsverfahren in der EU durchzuführen, auf deren Grundlage mögliche Lücken in den derzeitigen Vorschriften geschlossen werden können. Darüber hinaus sollte die Kommission einen Verhaltenskodex für die Forschung im Bereich synthetische Biologie ausarbeiten."

Die Präsidentin der Bioethikkommission beim Bundeskanzleramt, Christiane Druml, sieht daher im Umgang mit der synthetischen Biologie einen "Paradigmenwechsel" herangebrochen. Denn bisher habe man sich nur "mit Dingen beschäftigt, die schon passiert sind", so Druml gegenüber APA-ZukunftWissen.

Mario Wasserfaller/APA-ZukunftWissen

© APA - Austria Presse Agentur reg.GenmbH. Alle Rechte vorbehalten. Die Meldungen dürfen ausschließlich für den privaten Eigenbedarf verwendet werden - d. h. Veröffentlichung, Weitergabe und Abspeicherung ist nur mit Genehmigung der APA möglich. Sollten Sie Interesse an einer weitergehenden Nutzung haben, wenden Sie sich bitte an Tel. ++43-1/36060-5750 oder an zukunftwissen@apa.at.