

Bericht und Gespräch

Albert Käuflin

Synthetische Biologie und Ethik

1. Einleitung

Seit rund einem Jahrhundert hat die Synthetische Chemie unseren Alltag verändert. Ihre Produkte kommen in praktisch allen Lebensbereichen vor. Nun schickt sich die Biologie an, wie zuvor die Chemie, technisch umsetzbares Wissen zu generieren. Wird die Synthetische Biologie ähnliche Veränderungen mit sich bringen, wie es die Synthetische Chemie getan hat? Viele Fachleute sind genau davon überzeugt. Die Spekulationen reichen weit: Mikroorganismen, die im Körper Krankheiten bekämpfen, die in der Umwelt Schadstoffe beseitigen oder die nahezu beliebige Substanzen erzeugen. Wie bei jeder neuen Technik stehen sich kühne Erwartungen und schlimme Befürchtungen¹ gegenüber.

In diesem Beitrag werden die Grundlagen und möglichen Anwendungen der Synthetischen Biologie, ihre wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen skizziert. Die Frage der biologischen Sicherheit und die der Mißbrauchsmöglichkeiten werden in ethischer Perspektive erörtert, ebenso die Frage, wie sich durch die Synthetische Biologie unsere Sicht auf das Leben und auf den Menschen verändert. Die ethischen und rechtlichen Herausforderungen der Synthetischen Biologie sind denen der Gentechnik ähnlich. Einige stellen sich allerdings in schärferer Form.²

2. Grundlagen, Anwendungen und Rahmenbedingungen

Die Synthetische Biologie hat zum Ziel, künstlich Organismen mit neuen, vom Menschen entworfenen Eigenschaften herzustellen. Die Übergänge von der Gentechnik zur Synthetischen Biologie sind fließend. In der Gentechnik wird vorgefundenes Material neu kombiniert. In der Synthetischen Biologie wird dieses Material teilweise oder ganz künstlich produziert. So gelang es 2008, das komplette Genom eines Bakteriums synthetisch herzustellen. Nur zwei Jahre später wurde eine lebensfähige Bakterienzelle mit künstlichem Genom geschaffen. Von da ist es nur noch ein kleiner Schritt, aus unbelebter Materie Leben vollständig zu schaffen. Einer der Hauptakteure ist *Craig Venter*, der Schlagzeilen machte, weil ihm einst die „Entschlüsselung“ des menschlichen Genoms gelang. Die Auffassungen

darüber, wann es gelingen mag, „de novo“ eine Zelle vollständig zu synthetisieren, gehen weit auseinander.

Die wissenschaftlichen Rahmenbedingungen für die Synthetische Biologie in Deutschland werden von den Fachleuten als günstig eingeschätzt. Es existieren interdisziplinär arbeitende Forschungseinrichtungen sowie deutsche und europäische Förderprogramme. Förderung ist nötig, denn die Synthetische Biologie konzentriert sich derzeit überwiegend auf Grundlagenforschung. Auch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden positiv bewertet. Die ökonomische Dimension der Synthetischen Biologie läßt sich aktuell noch nicht präzise prognostizieren.

Trotzdem werden bereits denkbare Anwendungsbeispiele genannt: an erster Stelle zumeist Mikroorganismen, die Impfstoffe oder Medikamente herstellen. Schon heute wird Insulin in der Pharmaindustrie von gentechnisch veränderten Bakterien produziert. Auch im Blick auf die Gentherapie, also die Behandlung genetisch bedingter Krankheiten, setzt man Hoffnung in die synthetische Biologie: Künstliche Viren könnten, so der Plan, in den Körper eingeschleust werden, um Gendefekte zu reparieren. Sodann wird an Zellen gedacht, die Alkohol, Wasserstoff, Benzin, Diesel oder Kerosin liefern. Zellen würden auf diese Weise zu kleinen Biofabriken. Schließlich ist von Mikroorganismen die Rede, die künftig schädliche Stoffe im Boden oder im Meer aufspüren und zerstören. Umweltverschmutzungen könnten so beseitigt werden.³

3. Ethik, Recht und Theologie

Wie bei jeder neuen Technik kann man fragen: Welche nicht intendierten negativen Wirkungen können auftreten? Und: Welche Mißbräuche sind zu befürchten? Ein Schlagwort, das hier die Runde macht, lautet Bioterrorismus. Die erste Frage ist ethisch virulenter, da es eine gut begründete Überzeugung ist, daß der mögliche Mißbrauch einer Sache nicht ihren Gebrauch aufhebt beziehungsweise verbietet.

Die Risiken in der Synthetischen Biologie sind höher als bei anderen technischen Artefakten, weil artifiziiellen Lebewesen potentiell ein geringes Maß an Kontrollierbarkeit eignet. Das Problem der Irreversibilität der Freisetzung von Mikroorganismen stellt sich hier wie schon zuvor bei der Gentechnik.

Hans Jonas hat in seinem „Prinzip Verantwortung“ schon vor Jahren drei Eigenschaften moderner Technik herausgearbeitet: die Ambivalenz der Wirkungen (daß Technik immer zugleich gute und schlechte Folgen hat), die Zwangsläufigkeit der Anwendung (daß gemacht wird, was gemacht werden kann) und die globalen Ausmaße in Raum und Zeit (daß die Wirkungen der Technik großräumig und lange andauernd sind). Diese drei Eigenschaften moderner Technik, die auch der Synthetischen Biologie eignen, mahnen zur Vorsicht. Ein vorsorgliches Verbot rechtfertigen sie jedoch nicht. Der mögliche Nutzen und der mögliche Schaden (das Risiko) müssen gegeneinander abgewogen werden. Aus der gesteigerten Verfügungsgewalt des Menschen durch die Technik folgt für *Jonas* eine gesteigerte Verantwortung.

Bisher ist so gut wie nichts über die Auswirkungen der Synthetischen Biologie bekannt. Dieses Nichtwissen darf nicht mit einem Risiko oder gar einem Schaden verwechselt werden. Unter Risiko versteht man das Produkt aus Schadenshöhe und Eintrittswahrscheinlichkeit. Ein Risiko ist folglich hoch, wenn der mögliche Schaden oder die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens groß ist. Insoweit ist es beim derzeitigen Stand der Entwicklung noch nicht möglich, eine abschließende ethische Bewertung der einzelnen sich abzeichnenden Anwendungen vorzunehmen. Die Eventualität der Schädigung von Mensch oder Umwelt erfordert allerdings gründlichste Sicherheitsuntersuchungen.

Die Vorhersage der Folgen ist Sache der Experten, ihre Bewertung eine Angelegenheit der Gesellschaft. Information, Partizipation, aber auch Dezsision der politisch Verantwortlichen sind notwendig. Es braucht eine Technikfolgenabschätzung durch die Experten und eine Technikfolgenbewertung durch die Gesellschaft. Ein Dialog zwischen Wissenschaft und Technik einerseits und der Gesellschaft andererseits ist notwendig. Zu etablierende Ethikkommissionen auf den verschiedenen Ebenen (Institution, Land, Bund) können diesen Dialog kanalisieren. Den Geisteswissenschaften kommt dabei die Funktion einer kritischen Reflexion der Argumente zu.

Was die Bewertung der Folgen angeht, besteht ein breiter Konsens darüber, daß nicht nur die gegenwärtig lebenden Menschen, sondern auch die zukünftigen in den Blick genommen werden müssen. Mit anderen Worten: Technik darf nicht auf Kosten künftiger Generationen gehen. Immer mehr greift in technikethischen Diskursen außerdem der Gedanke Raum, daß auch Auswirkungen auf die nicht-menschlichen Kreaturen zu beachten sind. Die anthropozentrische Perspektive wird dadurch relativiert. Vom jüdisch-christlichen Menschenbild verbietet sich allerdings eine rein biozentrische Sichtweise. Der Mensch steht im Mittelpunkt der Schöpfung, wenngleich ihm die Verantwortung für die gesamte Schöpfung übertragen ist.

Technikethische Überlegungen richten sich vornehmlich an den Einzelnen, Technikfolgenabschätzungen und -bewertungen in erster Linie an politische Institutionen, zum Beispiel an den Gesetzgeber. Beide Dimensionen, die individuelle und die überindividuelle – um es in theologischen Fächern auszudrücken: die moraltheologische und die sozialetische – müssen künftig stärker miteinander verknüpft werden.

Nach Expertenauskunft kann davon ausgegangen werden, daß die in Deutschland bestehenden Regeln ausreichen, um die Risiken in Bezug auf die biologische Sicherheit (Biosafety) zu vermeiden oder abzumildern. Diese Risiken sind durch gesetzliche Regeln angemessen erfaßt und reguliert. Auch das Mißbrauchsrisiko (Biosecurity) ist in Deutschland durch gesetzliche Regeln eingeschränkt. Dazu treten freiwillige Selbstverpflichtungen von Wissenschaft und Industrie.

Der alte Streit um die „Patentierbarkeit von Leben“ wird im Blick auf die Synthetische Biologie eine Fortsetzung finden. Freilich kann Leben nicht patentiert werden, wohl aber mikrobiologische Verfahren und die mit diesen Verfahren gewonnenen Erzeugnisse, ebenso biologisches Material, das mit Hilfe eines technischen

Verfahrens aus seiner natürlichen Umgebung isoliert oder hergestellt wird, selbst wenn es in der Natur schon vorhanden war. Das erlaubt, nicht unumstritten, das europäische Patentrecht. Grundsätzlich: Ein Patent soll Erfindungen schützen, indem es hoheitlich ein Schutzrecht gewährt. Es soll aber zugleich nicht den Fortschritt behindern. Da die Biologie Erfindungen anderer Art als die Technik bisher hervorbringt, muß die ethische und rechtliche Diskussion über die Möglichkeiten und Grenzen des Patentrechts weitergeführt werden.

Was läßt sich aus biblisch-theologischer Perspektive zur Synthetischen Biologie sagen? Nach der ersten der beiden Schöpfungserzählungen im Buch Genesis soll der Mensch über die übrige Schöpfung herrschen. Dieser Auftrag ergeht von Gott an ihn. In der zweiten Erzählung findet sich eine ähnliche göttliche Aufforderung: Der Mensch soll die Erde bebauen und behüten. Er darf und soll also in die Natur eingreifen. Er darf schöpferisch tätig sein. Der Mensch ist das Ebenbild des Schöpfers. Jede Form von Kultur ist ein Eingriff in die Natur. Zu bedenken ist, daß in der Natur auch Negatives am Werk ist, dem der Mensch gegensteuern darf und soll. Der Mensch ist aber nicht der Schöpfer selbst. Das bedeutet, daß dem menschlichen Handeln Grenzen gesetzt sind. Wo diese verlaufen, muß bei den einzelnen Anwendungen der Synthetischen Biologie durch vernünftiges Nachdenken, insbesondere unter Berücksichtigung der vorausschbaren Folgen, herausgefunden werden.

„Jeder Schuljunge kann einen Floh töten, sämtliche Mitglieder aller Akademien der Welt können jedoch keinen Floh fabrizieren.“ Dieses Zitat wird *Voltaire* zugeschrieben. Einen Floh können die Forscher noch nicht „fabrizieren“, aber demnächst wohl einen kompletten Mikroorganismus! Durch die Synthetische Biologie findet ein Paradigmenwechsel von der Manipulation zur Kreation von Organismen statt. Es wird die Produktion von künstlichen Organismen („biologischen Systemen“) ohne natürliches Vorbild möglich. Der Biologe wird zum Designer vom Leben.

Die Metapher vom Leben 2.0 erfüllt die einen mit Stolz, die anderen mit Angst. Unsere Auffassung vom Leben wird sich durch die Synthetische Biologie verändern. Leben wird noch planbarer und machbarer (erscheinen), als das schon der Fall ist. Eine Befürchtung lautet, daß der Respekt vor dem Leben abnehmen wird. Die Erschaffung von Leben durch den Menschen wirft anthropologische und ontologische Fragen auf: Welchen ontologischen Status haben die Kreationen der Synthetischen Biologie: Handelt es sich bei den so geschaffenen „biologischen Systemen“ um „lebende Maschinen“ oder um „lebende Organismen“? Welche Konsequenzen wird die neue Handlungsmöglichkeit, Leben zu schaffen, für das Selbstbild des Menschen haben?⁴

Die Synthetische Biologie befindet sich im Stadium der Grundlagenforschung. Angezielt wird die Kreation von Mikroorganismen zur Produktion von praktisch beliebigen Substanzen. Erste Anwendungen zeichnen sich ab. Ethische und rechtliche Fragen tauchen auf. Information der Bevölkerung, nicht nur der Entscheidungsträger, ist erforderlich. Nur so können irrationale Züge, wie sie aus anderen Diskussionen über neue Techniken bekannt sind, verringert werden. Der im Labor

leichtfertig Gott spielende Wissenschaftler, wie er in manchen Schlagzeilen begegnet, wird der Realität nicht gerecht. Die katholische Moraltheologie ist nicht wissenschafts- und technikfeindlich, vielmehr will sie unter Abwägung von Folgen der einzelnen neuen Handlungsmöglichkeiten Orientierung bieten.⁵

Anmerkungen

1) So schreibt zum Beispiel Stefan Rehder in Die Tagespost vom 04.02.2012, daß die Synthetische Biologie das Letzte sei, an dem wir Menschen uns versuchen, falls es nicht gelingt, die entsprechende Industrie zu regulieren.

2) Vgl. dazu den bestens informierten bioethischen Übersichtsbeitrag „Designes Leben“ meines verehrten Lehrers Johannes Reiter in der Herder Korrespondenz 64 (2010), Heft 8, S. 389-394, besonders S. 389-391. Eine gute Übersicht bietet aus naturwissenschaftlicher Sicht das Themendossier „Synthetische Biologie: Von Bioingenieuren und Zellfabriken“ auf www.biotechnologie.de (Abruf 27.08.2014).

3) Vgl. zum bisherigen und zum folgenden die gemeinsame Stellungnahme „Synthetische Biologie“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften und der Deutschen Akademie Leopoldina aus dem Jahr 2009. Ebenso das „Thesenpapier zum Status der Synthetischen Biologie in Deutschland“ der DECHEMA von 2011. Auch der Deutsche Ethikrat hat sich mit dem Thema befaßt: www.ethikrat.org/themen/forschung-und-technik/synthetische-biologie (Abruf 27.08.2014).

4) Vgl. Joachim Boldt, Oliver Müller und Giovanni Maio, Synthetische Biologie. Eine ethisch-philosophische Analyse, Bern, 2009, besonders S. 42-64. Die Autoren sind, jedenfalls zum Zeitpunkt der Abfassung ihrer Publikation, der Auffassung, daß es auf absehbare Zeit dem Menschen nicht möglich sei, Leben zu schaffen. Gleichwohl erörtern sie die angedeuteten ontologischen und anthropologischen Implikationen.

5) Vgl. Hille Haker, Eine Verhältnisbestimmung von Theologie und Synthetischer Biologie aus ethischer Sicht, in: Synthetische Biologie. Entwicklung einer neuen Ingenieurbiologie? Themenband der interdisziplinären Arbeitsgruppe „Gentechnologiebericht“ (Kurzfassung), hg. von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Dornburg, 2012, S. 15-16.

Dr. Albert Käuflein ist Moraltheologe und leitet das „Roncalli-Forum Karlsruhe“ des Bildungswerks der Erzdiözese Freiburg.