

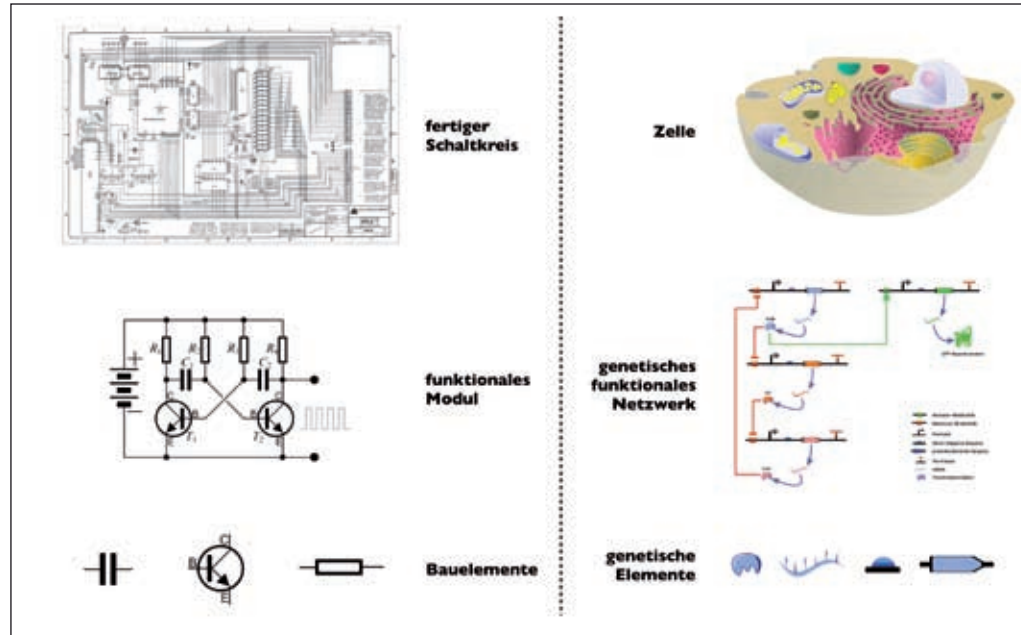
Biotechnologie – Endlich eine Ingenieurwissenschaft?

Röbbe Wünschiers

Ob die Biotechnologie eine Ingenieurwissenschaft ist, darüber lässt sich trefflich streiten. Kennzeichnend für die Ingenieurwissenschaften ist eine auf die Anwendung ausgerichtete Forschung, insgesamt also eine hohe Praxisorientiertheit. Da kann die Biotechnologie, auch in Mittweida, gut mithalten. Von den Ingenieurwissenschaften – in personam den Ingenieuren – wird aber zusätzlich, oft implizit, etwas erwartet, was die Biotechnologen nur partiell leisten können: Vorhersagbarkeit. Nur selten hört man Berichte, in denen von missglückten Bauwerken die Rede ist. Ein Bauingenieur

kennt die physikalischen und chemischen Eigenschaften seiner Baustoffe und kann deren Verhalten extrem genau vorhersagen. Auch ein Bioverfahrenstechniker kann Großfermenter entwerfen und erfolgreich in Betrieb nehmen. Die Zulieferer für die Lebensmittelindustrie sind ein gutes Beispiel. Hier werden erfolgreich im großen Maßstab Enzyme und Zusatzstoffe mithilfe von Bakterien und Pilzen produziert. Dies alles ist handhabbar, steuerbar und weitgehend vorhersagbar und meist unabhängig davon, ob die verwendeten Mikroorganismen ihre Funktion erfüllen oder auch nicht. Die Anlage läuft und die Qualitätskontrolle bestimmt, ob das Produkt vermarktet werden kann oder darf. Die Silbe „bio“ bezieht sich hier weitgehend auf den Fermenterinhalt, der zu lenken ist.

Biotechnologie ist im zunehmenden Maße Gentechnologie – der Bioingenieur wird zum Designer von Organismen, die eine bestimmte Funktion zu erfüllen haben. Im Gegensatz zur Züchtung wird gezielt in das Erbgut eingegriffen. Dies kann die Bildung eines natürlichen Insektizids durch eine Maispflanze sein (Mon810 von Monsanto, Anbauverbot in Deutschland seit April 2009) oder die Produktion einer für die Papier- und Zementindustrie optimierten Stärke in Kartoffelknollen (Amflora von der BASF, Anbauerlaubnis in Deutschland seit März 2010). Die Entwicklung dieser Pflanzen kann man aber kaum als Konstruktionsprozess denn als Versuch-und-Irrtum bezeichnen, der jeweils rund eine Dekade in Anspruch genommen hat. Der oben genannte „gezielte“ Eingriff in das Erbgut bezieht sich also auf die Einbringung eines, zwar entworfenen, genetischen Konstrukts, dessen Funktionieren in dem Zielorganismus aber nur bedingt vorhersagbar ist. Bei der Entwicklung oder Optimierung von Mikroorganismen in der sogenannten weißen Biotechnologie sieht es kaum anders aus. Folgerichtig formulierte sich in den Biowissenschaften eine Richtung aus, die etwa seit dem Jahre 2000 als Systembiologie öffentlich bekannt ist: man möchte die Systeme (ein ingenieurwissenschaftlicher Begriff!) Zelle, Gewebe, Organismus, Population modellieren können. Betrachten wir die Zelle, sei es Bakterien- oder Gehirnzelle. Aus welchen Komponenten besteht dieses System?



Vision der Synthetischen Biologie. Ausgehend von einfachen Bauelementen werden komplexe Systeme erstellt. Was stellvertretend für die Elektroindustrie bereits gilt, das hat sich die Synthetische Biologie zum Ziel gesetzt. Voraussetzung ist die Vorhersagbarkeit der Interaktion der funktionalen Einheiten und Bauelemente | Quelle: Zelle von Messer Woland und Szczepan 1990

Wesentliche Bestandteile sind das Erbgut als Informationsträger, die Proteine als Struktur- und Funktionsträger, sowie die Kohlenhydrate und Fette als Struktur- und Energieträger. Eine Bakterienzelle z. B. kann etwa 3000 Proteine produzieren und oft noch zusätzlich modifizieren. Das Ziel der Systembiologie ist die Aufklärung der Eigenschaften jeder einzelnen Komponente. In gewissem Maß handelt es sich also um eine Art Materialwissenschaft, wobei die chemische Zusammensetzung meist bekannt, die Funktion oft unbekannt und die Wechselwirkung mit anderen Komponenten weitgehend unverstanden ist. Die gesammelten Daten werden über Datenbanken anderen Nutzern zugänglich gemacht.

Spätestens seit der medienwirksamen Mitteilung des J. Craig Venter Institute, USA, über die Generierung eines synthetischen Bakteriums namens *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0, kennt man auch in der Öffentlichkeit das Forschungsfeld der Synthetischen Biologie. Die Schlagzeilen zu *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0 lauten allerdings folgendermaßen: Hier spielt Craig Venter Gott – Bild (21/05/2010), Wir sind Gott - Die Welt (23/05/2010), Ein Schöpfungsakt - Die Zeit (27/05/2010), Vier Flaschen für ein Heureka – Frankfurter Allgemeine Zeitung (21/05/2011) und schreibt: „Craig Venter hat die Schöpfung endgültig zur Kunst erhoben“, Craig Venter spielt Schöpfer - Frankfurter Rundschau (21/05/2010), Craig Venter spielt Gott - Süddeutsche Zeitung (21/05/2010). Was wurde von der Arbeitsgruppe um Craig Venter tatsächlich erreicht? Es wurde ein verändertes Erbgut des Bakterium *Mycoplasma mycoides* synthetisiert und in eine erbgutfreie Hülle des Bakteriums *Mycoplasma capricolum* eingebracht. Dieses wurde dadurch zu *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0. Bei genauer Betrachtung (die ich hier nicht ausführe) wurde jedoch weder Gott gespielt noch synthetisches Leben geschaffen. Vielmehr wurde eine wichtige Grundlage für ein Ziel der Synthetischen Biologie geschaffen: die Erzeugung von Mikroorganismen mit speziellen Funktionen. Das macht die Gentechnik auch, was ist also neu?

Die Synthetische Biologie ist die logische Weiterentwicklung der Systembiologie und der Versuch sowie die Hoffnung, die ingenieurwissenschaftliche Methodik in der Biotechnologie zu etablieren. Bausteine der Erbinformation (Gene, Promotoren, regulatorische Elemente) werden zu neuen funktionalen Einheiten zusammengefügt – gehen eine Synthese ein, daher der Name (siehe Abbildung). Dies geschieht nicht nach Versuch-und-Irrtum, sondern aufgrund von Vorhersagen. Am Computer wird entworfen, im Labor zusammengefügt. Darüberhinaus erfüllen alle Bauelemente eine Art DIN-Norm. Dies ermöglicht die Synthese großer funktionaler Module im Hochdurchsatz. Eingefügt wird die genetische Information der Module schließlich in Chassis: Mikroorganismen, die eine minimale genetische Ausstattung haben die ihnen lediglich die Reproduktion erlaubt. Noch gibt es das Chassis nicht, noch lässt sich das Zusammenwirken der Bausteine nur schlecht vorhersagen. Doch das Ziel ist klar vorgezeichnet und in einer 2009 veröffentlichten gemeinsamen Stellungnahme empfehlen die Deutsche Forschungsgemeinschaft, acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina der Bundesregierung die Förderung der Synthetischen Biologie nebst Begleitforschung im Bereich der Technikfolgenabschätzung und Ethik. Die biologische Sicherheit ist derzeit noch über das Gentechnikgesetz abgedeckt. Wie hoch jedoch das Risikopotential ist, dass terroristische Vereinigungen in Garagenlaboratorien gefährliche Mikroorganismen oder Viren erzeugen, bedarf einer ständigen Evaluierung.

Die Medien vermitteln dem aufmerksamen Leser, dass die Biotechnologie bzw. Gentechnologie mit den Methoden der Synthetischen Biologie in eine neue Ära eintritt und zu den Ingenieurwissenschaften aufschließt. Sollten sich die gesteckten Ziele erfüllen, so wird dies ohne Zweifel weitreichende Folgen haben, doch schon jetzt gilt: es herrscht Goldgräberstimmung in der Biotechnologie.

Kontakt:

Prof. Dr. Röbbbe Wünschiers

Fakultät Mathematik/
Naturwissenschaften/
Informatik

roebbe.wuenschi@
hs-mittweida.de

www.mni.hs-mittweida.de/fachgruppen/
biotechnologie.html