

## **Diskussionspapier**

# **der Deutschen Industrievereinigung Biotechnologie (DIB)**

## **zum Stand und Entwicklungen der Synthetischen Biologie**

### **Hintergrund**

Gegenwärtig wird die Frage was genau unter dem Begriff „Synthetische Biologie“ zu verstehen ist, unterschiedlich beantwortet. Eine international verabschiedete und allgemein gültige Definition existiert bisher nicht und auch der Umfang und die Grenzen des Forschungsgebietes werden noch debattiert.

Die Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie (DIB) beobachtet aufmerksam den Meinungsbildungsprozess in der Wissenschaft und Wirtschaft mit Blick auf eine international konsensfähige Definition der Synthetischen Biologie. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang insbesondere auf die 2009 veröffentlichte gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), der Nationalen Akademie der Wissenschaften (Leopoldina) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), in der u.a. das Forschungsfeld der Synthetischen Biologie sehr umfassend dargestellt wird.<sup>1</sup> Die DIB sieht in dieser Stellungnahme einen wichtigen Beitrag für eine Definitionsfindung und unterstreicht dies mit folgendem Zitat: *„Unter „Synthetischer Biologie“ ist die Konstruktion komplexer biologisch basierter (oder inspirierter) Systeme zu verstehen, welche Funktionen und Eigenschaften aufweisen, welche nicht in der Natur vorkommen.“*<sup>2</sup>

Die Tätigkeiten im Bereich der Synthetischen Biologie und deren aktuellen Entwicklungen zeigen, dass sich die Arbeiten gegenwärtig noch überwiegend auf der Ebene der Grundlagenforschung bewegen. Es ist zu erwarten, dass daraus wissenschaftliche Erkenntnisse resultieren werden, die eine zunehmende Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland haben werden. Die DIB verfolgt daher die Diskussionsprozesse zur Synthetischen Biologie auf nationaler und internationaler Ebene, um mögliche Chancen und Potenziale zu erkennen und zu nutzen und um mögliche Risiken absehen zu können und ihnen begegnen zu können. Nur so ist eine frühzeitige gesellschaftliche und politische Begleitung dieser Technologie gewährleistet.

---

<sup>1</sup> Synthetische Biologie Stellungnahme, DFG acatech und Leopoldina, Weinheim 2009.

<sup>2</sup> Molecular Systems Biology 3:158 & 2007 EMBO and Nature Publishing Group All rights reserved 1744-4292/07  
[www.molecularsystemsbiology.com](http://www.molecularsystemsbiology.com)

## 1. Potentielle Anwendungsbereiche der Synthetischen Biologie - *Status Quo*

Der französische Forscher Stéphane Leduc veröffentlichte bereits 1912 eine Arbeit zum Thema "*La Biologie Synthétique*".<sup>3</sup> In seinem Werk beschreibt er die Vision, Lebensprozesse mit Hilfe von Chemie und Physik nachzubauen. 1973 gelang es Cohen und Boyer, DNA mit den Methoden der Biochemie im Reagenzglas zu verändern und dann dessen neue Funktion in einer lebenden Zelle mit Methoden der Genetik zu analysieren.<sup>4</sup> In der Literatur wird dies als die Geburtsstunde der Molekularbiologie bzw. Gentechnologie beschrieben, die den Lebenswissenschaften einen Schub verlieh. Mittlerweile verfügt die Gentechnik über eine Vielzahl an Methoden, mit denen sich Nucleinsäuren u.a. aus Organismen isolieren, vervielfältigen, modifizieren oder synthetisieren lassen.

Die technischen Fortschritte der letzten Jahre machen es möglich, DNA definierter Sequenz und Länge ohne Matrize automatisiert zu synthetisieren und haben damit die *de novo*-Synthese von Genen, Genclustern und mittlerweile sogar ganzer Genome am Reißbrett revolutioniert. In Deutschland bieten 8 Unternehmen die kommerzielle Synthese von Nucleinsäuren an, während es weltweit mindestens 50 sind. Deutschland liegt hinsichtlich der Zahl der Firmen hier auf dem zweiten Platz hinter den USA, gefolgt von China, Japan und Australien.<sup>5</sup>

Die Länge *de novo* herstellbarer DNA stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an: 2008 wurde erstmals das Erbmateriale eines Bakteriums komplett synthetisch hergestellt.<sup>6</sup> Vorbild für die Kopie war das Bakterium *Mycoplasma genitalium* mit dem kleinsten bisher bekannten Genom von 582.970 Basenpaaren. Die synthetisierte DNA wurde in *Mycoplasma capricolum* übertragen und der entstandene Mikroorganismus erwies sich als funktionsfähig. 2010, also 2 Jahre später, gaben Forscher um Craig Venter die Herstellung des „künstlichen“ Bakteriums *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0 bekannt.<sup>7</sup> Zuvor hatten sie erfolgreich das 1,08 Millionen Basenpaare umfassende Erbgut eines Laborstammes von *Mycoplasma mycoides* synthetisiert und in ein zuvor von der DNA befreites Bakterium von *Mycoplasma capricolum* übertragen. Das Team von Craig Venter hat also nicht gänzlich neue Lebewesen bzw. künstliche Genome geschaffen: Natürlich vorkommende Genome wurden kopiert bzw. synthetisiert und der Ausgangsorganismus damit reprogrammiert.

Die Analyse der Tätigkeitsfelder der Synthetischen Biologie und deren aktuellen Entwicklungen zeigen, dass sich die Arbeiten trotz des technischen Fortschritts gegenwärtig noch überwiegend auf der Ebene der Grundlagenforschung bewegen (1.1 bis 1.4). Es ist aber

---

<sup>3</sup> <http://www.peiresc.org/bstitre.htm>

<sup>4</sup> Cohen SN, Chang AC, Boyer HW, Helling RB: Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro. Proc Natl Acad Sci USA, 1973: 3240-3244.

<sup>5</sup> A global market report: Synthetic Biology, Global Industry Analysts Inc., 2010

<sup>6</sup> Gibson DG, Benders GA, Andrews-Pfannkoch C, Denisova EA, Baden-Tillson H, Zaveri J, Stockwell TB, Brownley A, Thomas DW, Algire MA, Merryman C, Young L, Noskov VN, Glass JI, Venter JC, Hutchison CA 3rd, Smith HO: Complete chemical synthesis, assembly, and cloning of a *Mycoplasma genitalium* genome. Science, 2008, 319: 1215-1220.

<sup>7</sup> Gibson DG, Glass JI, Lartigue C, Noskov VN, Chuang RY, Algire MA, Benders GA, Montague MG, Ma L, Moodie MM, Merryman C, Vashee S, Krishnakumar R, Garcia NA, Phannkoch CA, Denisova EA, Young L, Qi ZQ, Segall-Shapiro TH, Calvey CH, Parmar PP, Hutchison CA, Smith HO, Venter JC: Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome, Science, 2011: 52-56.

zu erwarten, dass daraus Erkenntnisse resultieren werden, die sowohl von wissenschaftlicher als auch wirtschaftlicher Bedeutung sein werden.

#### **BOX 1: Zukunftsvision Biobricks.**

Die Synthetische Biologie verfolgt als langfristiges Ziel die Bereitstellung hinreichend charakterisierter genetischer Elemente (Gene oder Gencluster), die standardisiert zur Verfügung stehen. Einen Weg dahin bietet das „Registry of standard biological parts“ am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston, welches einen Katalog über die Charakteristika einzelner biologischer Elemente bzw. Bausteine, sogenannter Biobricks beinhaltet ([http://partsregistry.org/Main\\_Page](http://partsregistry.org/Main_Page)). Diese Biobricks dienen quasi als Bausteine der Synthetischen Biologie, mit denen gezielt Schaltkreise oder Produktionssysteme mit bestimmten, gewünschten Fähigkeiten (siehe Kapitel 1.1-1.4) hergestellt werden können. Man ist jedoch noch weit davon entfernt, mit genetischen Standard-Bauteilen zu arbeiten, die sich kombinieren und/oder untereinander austauschen lassen. Von den derzeit rund 5000 Bauteilen, die im Register am MIT vorgehalten werden, wurde nur für 1500 Bauteile ihre Funktionalität von dritter Seite bestätigt. Nach Angaben des verantwortlichen Wissenschaftlers Randy Rettberg hat er Kenntnis, dass 50 nicht funktionieren, bei weiteren 200 Bauteilen wurden Unstimmigkeiten in der Funktionalität bestätigt.

### **1.1 Konstruktion genetischer Schaltkreise**

Die kontrollierte Genexpression, also das gezielte An- und Abschalten spezifischer Gene, ist für die Grundlagenforschung und biotechnologische Anwendungen bereits seit fast 30 Jahren eine der wichtigsten Methoden zur Untersuchung von Genfunktionen.<sup>8</sup> Sie ist auch ein unerlässliches Instrument, um zelluläre Regelkreise zielgerichtet zu modifizieren und von außen zu steuern. Genschalter, mit denen man durch Hinzufügen oder Entfernen von Induktoren die Aktivität spezifischer Gene gezielt steuern kann, spielen daher bei der Konstruktion genetischer Schaltkreise eine entscheidende Rolle.<sup>9</sup>

Es ist abzusehen, dass für die Zwecke der Synthetischen Biologie mehrere regulatorische Systeme modular nach dem Baukastenprinzip bzw. über den Einsatz von Biobricks (siehe BOX 1) miteinander kombiniert werden. Ziel ist es, mit Hilfe solcher Schaltkreise u.a. die Stoffwechselwege der Zelle für die gewünschten Syntheseleistungen zu optimieren.<sup>10,11</sup> Die Konstruktion solcher Gencluster gewinnt in Anbetracht des angestrebten globalen Rohstoffwandels zunehmend an Bedeutung. Es wird unter anderem angestrebt, petrochemische Herstellungsverfahren durch nachhaltige Bioverfahren unter Verwendung nachwachsender Rohstoffe zu ergänzen.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Jacob F, Monod J: Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. *J Mol Biol*, 1961, 3: 318-356.

<sup>9</sup> Hasty J, McMillen D, Collins JJ.: Engineered gene circuits. *Nature*, 2002, 420: 224-230.

<sup>10</sup> Goosen M, Bujard H: Studying gene function in eukaryotes by conditional gene inactivation. *Annu Rev Genet*, 2002, 36: 153-173.

<sup>11</sup> Fung E, Wong WW, Suen JK, Bulter T, Lee Sun-gu, Liao JC: A synthetic gene-metabolic oscillator. *Nature*, 2005, 435: 118-122.

<sup>12</sup> Directorate-General for Research, 2007, Synthetic Biology, a NEST pathfinder Initiative, <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nect/docs/5-nect-synthetic-080507.pdf>

Organismen die solche Schaltkreise enthalten, sind ohne die (permanente) Zuführung bestimmter Stoffe nicht lebensfähig und tragen damit zur Erhöhung der biologischen Sicherheit bei.

## 1.2 Entwicklung von Minimalzellen

Minimalzellen sollen nur solche Gene enthalten, die für ein Leben unter definierten Bedingungen benötigt werden. Diese Minimalgenome konnten bereits erzeugt werden.<sup>13,14,15,16,17</sup> Mit der Entwicklung solcher Zellen verfolgt die Synthetische Biologie gegenwärtig ein wissenschaftliches und ein anwendungsorientiertes Ziel:

1. Die Generierung vereinfachter zellulärer Systeme kann über die parallele Erfassung von Transkriptom, Proteom- und Metabolom-Daten dazu dienen, das systematische Zusammenspiel von Zellmodulen besser zu verstehen.
2. In das Minimalgenom einer Zelle, die als Plattform oder sogenanntes „Chassis“ genutzt wird, können Biobricks für gewünschte Stoffwechselleistungen (siehe BOX 1) nach dem Baukastenprinzip eingebaut und anschließend im Hinblick auf eine effiziente Produktion u.a. durch den Einbau von genetischen Schaltkreisen optimiert werden.

Von großer Bedeutung ist die stark reduzierte Vermehrungsfähigkeit von Minimalzellen in der natürlichen Umwelt, da dem Minimalgenom gerade all die Gene fehlen, die eine Anpassung an komplexe und variable Umweltbedingungen ermöglichen. Damit hat eine Minimalzelle grundsätzlich eine reduzierte Fitness gegenüber Wildtypzellen und trägt daher zur Erhöhung der biologischen Sicherheit bei.<sup>18</sup>

## 1.3 Entwicklung von Protozellen

Protozellen sind „...reproduzierende Informationsspeicher aus DNA, RNA und Proteinen, umgeben von einer Lipidhülle, die Stoff- und Energieaustausch ermöglicht.“<sup>19</sup>

Die Synthetische Biologie verfolgt mit der Entwicklung solcher Zellen ein Grundlagenforschung-orientiertes Ziel, nämlich die Prinzipien, Funktionsweisen und die Entstehung von lebenden Zellen zu verstehen.<sup>20,21</sup> Damit stellt das Design von Protozellen

<sup>13</sup> Morimoto T, Kadoya R, Endo K, Tohata M, Sawada K, Liu S, Ozawa T, Kodama T, Kakeshita H, Kageyama Y, Manabe K, Kanaya S, Ara K, Ozaki K, Ogasawara N: Enhanced recombinant protein productivity by genome reduction in *Bacillus subtilis*. *DNA Res*, 2008, 15: 73-81.

<sup>14</sup> Westers H, Dorenbos R, van Dijk JM, Kable J, Flanagan T, Devine KM, Jude F, Séror SJ, Beekman AC, Darmon E: Genome engineering reveals large dispensable regions in *Bacillus subtilis*. *Molecular Biology and Evolution*, 2003, 20 (12): 2076-2090.

<sup>15</sup> Suzuki N, Nonaka H, Tsuge Y, Inui M, Yukawa H: New multiple-deletion method for the *Corynebacterium glutamicum* genome, using a mutant lox sequence. *Appl Env Microbiology*, 2005, 71: 8472-8480.

<sup>16</sup> Murakami K, Tao E, Ito Y, Sugiyama M, Kaneko Y, Harashima S, Sumiya T, Nakamura A, Nishizawa M: Large scale deletions in the *Saccharomyces cerevisiae* genome create strains with altered regulation of carbon metabolism. *Appl. Gen. and Mol. Biotechnology*, 2007, 75: 589-597.

<sup>17</sup> Hutchison CA, Peterson SN, Gill SR, Cline RT, White O, Fraser CM, Smith HO, Venter JC.: Global transposon mutagenesis and a minimal mycoplasma genome. *Nature* 1999, 286: 2165-2169.

<sup>18</sup> Synthetische Biologie Stellungnahme, DFG acatech und Leopoldina, Weinheim 2009.

<sup>19</sup> Drews G: *Mikrobiologie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

<sup>20</sup> Synthetische Biologie Stellungnahme; DFG acatech und Leopoldina, Weinheim 2009.

<sup>21</sup> Drews G: *Mikrobiologie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

einen Weg zu lernen dar, nach welchen Grundprinzipien eine lebende Zelle tatsächlich funktioniert und entstehen konnte.

Neben dem Wissensgewinn bietet die Entwicklung von Protozellen interessante Perspektiven: Sie könnten als umweltverträgliche Miniatur-Fabriken dienen, um Proteine oder chemische Vorstufen für die industrielle und medizinische Verwendung herzustellen. Eine Option, die allerdings derzeit noch eine Zukunftsvision ist.<sup>22</sup>

#### 1.4 Neue Konstruktionswege für biologische Produktionssysteme

Die Schaffung frei kombinierbarer und in Zellen unabhängig voneinander arbeitender Systeme - sogenannte orthogonale Systeme - ist ein weiteres Forschungsfeld der Synthetischen Biologie. Diese Systeme sollen so in die Zellen integriert sein, dass sie die natürlichen Zellfunktionen möglichst unberührt lassen, für die Zellen selbst also „unsichtbar“ ablaufen. Um solche möglichst voneinander unabhängig funktionierende Bausteine zu integrieren, wird die Konstruktion einer Biochemie verfolgt, die in der Natur nicht vorkommt.<sup>23,24,25</sup>

Der Einsatz solcher orthogonaler Biosysteme stellt eine Erhöhung der biologischen Sicherheit in Aussicht. So können zum Beispiel Gene, die über einen nicht natürlichen genetischen Code für die Synthese eines bestimmten Produkts programmiert sind, ausschließlich in Organismen mit diesem orthogonalen Translationssystem entschlüsselt werden. Ein internationales Forscherteam hat kürzlich einen Mikroorganismus erzeugt, in dessen DNA ein Baustein gegen eine nicht in der Natur vorkommende Substanz eingebaut wurde.<sup>26</sup> Die Ergebnisse zeigen, dass die Überlebensfähigkeit dieses Organismus in der freien Natur nicht gewährleistet ist.

## 2. Wirtschaftlichkeit der Synthetischen Biologie

Die gegenwärtigen Arbeiten im Bereich der Synthetischen Biologie bewegen sich überwiegend auf der Ebene der Grundlagenforschung. Es ist jedoch zu erwarten, dass daraus wissenschaftliche Erkenntnisse resultieren, die - aufgrund einer wachsenden Weltbevölkerung, dem Klimawandel sowie der damit hereingehenden Ressourcenverknappung - eine zunehmende ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Bedeutung haben werden.

Das hat auch die Europäische Union erkannt und sieht in der Synthetischen Biologie eine Technologie von hoher strategischer und ökonomischer Bedeutung, die mittlerweile mit erheblichen Mitteln finanziert wird.<sup>27,28</sup> Hohe Investitionen werden derzeit im Bereich der

---

<sup>22</sup> McCaskill JS: Evolutionary microfluidic complementation towards artificial cells, *Protocells. Bridging Nonliving and Living Matter.* eds.: Rasmussen S, Bedau MA, Chen L, Deamer D, Krakauer DC, Packard NH and Stadler PF. MIT Press, Cambridge, 2008, 253-294.

<sup>23</sup> Synthetische Biologie Stellungnahme; DFG acatech und Leopoldina, Weinheim 2009.

<sup>24</sup> Schmidt M: Xenobiology: A new form of life as the ultimate biosafety tool. *BioEssays*, 2010, 2: 322-33.

<sup>25</sup> Wang K, Neumann H, Peak-Chew SY, Chin JW: Evolved orthogonal ribosomes enhance the efficiency of synthetic genetic code expansion. *Nat Biotechnol*, 2007, 25: 770-777.

<sup>26</sup> Marlière P, Patrouix J, Döring V, Herdewijn P, Tricot S, Cruveiller S, Bouzon M, Mutzel R: Chemical Evolution of a Bacterium's Genome. *Angewandte Chemie - International Edition*, online 27. Juni 2011, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ange.201100535/abstract>

<sup>27</sup> [www.tessy-europe.eu](http://www.tessy-europe.eu)

<sup>28</sup> <http://www.synbiosafe.eu/>

Synthetischen Biologie laut einer Expertengruppe der EU-Kommission vor allem für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vorgenommen, die den Bereichen Umweltschutz (u.a. Bioremediation von Abluft, Abwasser sowie kontaminierten Böden), Energie, chemische Produkte sowie neuartige Materialien in der Biomedizin und Biopharmazeutik zu Gute kommen sollen.<sup>29</sup> Produkte der Synthetischen Biologie sind bisher noch nicht zur Marktreife gelangt.

Für das weitere Vordringen in neue Wissensgebiete und die Nutzung neuer Technologien ist Offenheit daher ein wichtiger Erfolgsfaktor, der auch der Synthetischen Biologie zu Gute kommen dürfte.

### 3. Sichere Handhabung: Grundvoraussetzung für Anwendungsfragen

Wie jede andere Wissenschaft oder Technologie wirft auch die Synthetische Biologie gesellschaftliche, sicherheitsrelevante und ethische Fragen auf. Auch diese Fragen müssen ernst genommen werden. Die Sicherheit muss in jedem Fall ebenso gewährleistet werden wie die Einhaltung ethischer und vernünftiger gesellschaftlicher Anforderungen an die Akzeptanz einer Technologie. Dazu kann ein offener Dialog über relevante Aspekte der Anwendung dieser Technologie beitragen.

#### 3.1 Biosafety und Biosecurity

Die gegenwärtigen Arbeitsfelder der Synthetischen Biologie sind heute über eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen, insbesondere das Gentechnik-, Chemikalien-, Arbeitsschutz- und Arzneimittelgesetz sowie die Biostoffverordnung abgedeckt.<sup>30,31,32,33,34</sup>

Auch eine Reihe von Verordnungen, die den Missbrauch von Technologien verhindern sollen und die sich u.a. auch auf Produkte der Synthetischen Biologie beziehen, existieren bereits auf nationaler und internationaler Ebene.<sup>35,36,37,38,39</sup> Zusätzlich dazu unterstützen

---

<sup>29</sup> Directorate-General for Research, 2007, Synthetic Biology, a NEST pathfinder Initiative, <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nect/docs/5-nest-synthetic-080507.pdf>

<sup>30</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gentg/gesamt.pdf>

<sup>31</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biostoffv/gesamt.pdf>

<sup>32</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chemg/gesamt.pdf>

<sup>33</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/arbschg/gesamt.pdf>

<sup>34</sup> [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/amg\\_1976/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/amg_1976/gesamt.pdf)

<sup>35</sup> Kelle A: Synthetic Biology & Biosecurity Awareness in Europe, 2007, Bradford Science and Technology Report No.9, [http://www.synbiosafe.eu/uploads///pdf/Synbiosafe-Biosecurity\\_awareness\\_in\\_Europe\\_Kelle.pdf](http://www.synbiosafe.eu/uploads///pdf/Synbiosafe-Biosecurity_awareness_in_Europe_Kelle.pdf)

<sup>36</sup>

[http://www.unog.ch/80256EDD006B8954/\(httpAssets\)/66E5525B50871CAEC1257188003BDDD6/\\$file/BWC\\_Text\\_Additional\\_Understandings.pdf](http://www.unog.ch/80256EDD006B8954/(httpAssets)/66E5525B50871CAEC1257188003BDDD6/$file/BWC_Text_Additional_Understandings.pdf)

<sup>37</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gentg/gesamt.pdf>

<sup>38</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwaffkontrg/gesamt.pdf>

<sup>39</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/awg/gesamt.pdf>

Wissenschaftler in der Forschung und Industrie freiwillige Selbstverpflichtungen (siehe BOX 2). Bezüglich der biologischen Sicherheit (Biosafety) und des Missbrauchsrisikos (Biosecurity) sind die bestehenden Gesetze nach dem heutigen Forschungsstand somit ausreichend.

#### **BOX 2: Freiwillige Selbstverpflichtungen für den Umgang mit der Synthetischen Biologie**

- In der Industry Association Synthetic Biology (IASB) oder dem International Consortium for Polynukleotide Synthesis (ICPS) organisierte Unternehmen haben sich in ihren Arbeitsgrundsätzen verpflichtet, die Adressen ihrer Kunden und die zu synthetisierenden Sequenzen auf Pathogenitätsfaktoren und Toxine zu überprüfen und auffällige oder suspekte Aufträge abzulehnen. Dies waren weltweit die ersten Selbstregulierungen im Bereich der Synthetischen Biologie.
- Der europäische Biotechnologieverband EuropaBio hat 2004 den für seine Mitglieder freiwilligen Verhaltenscodex „Core Ethical Values“ veröffentlicht. Auszüge: *„...Vorrang vor Forschung, Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Produkten und Dienstleistungen hat der Schutz von Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz...es wird ein Dialog mit denjenigen gesucht, die sich um ethische und gesellschaftliche Auswirkungen der Biotechnologie sorgen.“*
- Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) will mit einem Verhaltenskodex die Arbeit mit hoch pathogenen Mikroorganismen und Toxinen die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern für die Frage des möglichen Missbrauchs von Arbeiten in diesem Gebiet wecken und Hinweise für den Umgang geben.

Verantwortungsbewusstes Handeln gebietet es, die Fortentwicklung dieser neuen Technologie weiterhin aufmerksam zu beobachten, um einen möglichen Regulierungsbedarf zu erkennen und ggf. aufzugreifen. Dies ist nicht nur Voraussetzung für den weiteren sicheren Umgang mit der Technologie, sondern auch im Interesse ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz.

### **3.2 Ethische Aspekte**

Die Art der Wahrnehmung der Synthetischen Biologie wird neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch von ethischen, sozialen und kulturellen Erwägungen wie etwa über die Manipulation des Lebens, von den wirtschaftlichen Auswirkungen, von Fragen in Verbindung mit dem sicheren Umgang, von Bedenken hinsichtlich einer Auswirkung auf die Umwelt und einem potenziellen Missbrauch beeinflusst.

Die Synthetische Biologie darf nicht allein aus ihrer spezifischen Natur heraus als unethisch betrachtet werden. Entscheidend ist, wie und in welchem Zusammenhang ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten eingesetzt werden. Diese müssen im Hinblick auf ethische Werte von Fall zu Fall geprüft werden. Die Anstrengungen der Synthetischen Biologie im medizinischen Bereich dienen dem Ziel, die Behandlung von Patienten zu verbessern. Beiträge zur Reduktion von Energie- und Rohstoffverbrauch sowie Abfallmengen bei zahlreichen Herstellungsverfahren, liefern Beiträge zugunsten der Umwelt. Diese Möglichkeiten nicht zu nutzen, kann wiederum zu ethischen Bedenken führen.

Es ist nicht das Ziel der Synthetischen Biologie, durch Synthese oder Veränderung bestehender Lebewesen von Grund auf neue Lebewesen zu schaffen. Die Synthetische Biologie verfolgt nach Ansicht der DIB vielmehr das Ziel der Entwicklung und Optimierung von Konstruktionswegen für biologische Produktionssysteme, um einen weiteren Lösungsansatz

für die sich weltweit zuspitzende Herausforderungen wie Nahrungs- und Ressourcenknappheit bereitzustellen.

Aus Sicht der DIB bedarf es einer angemessenen Beurteilung und Abwägung gegen mögliche ethische Bedenken gegenüber der Synthetischen Biologie. Wir unterstützen daher einen offenen Diskurs mit allen relevanten gesellschaftlichen Gruppen. Das EU-Projekt „SYNBIOSAFE: Safety and ethical aspects of synthetic biology“ soll die Debatte zu diesem Thema auf europäischer Ebene stimulieren und strukturieren sowie sicherheitsrelevante und ethische Aspekte der Synthetischen Biologie beleuchten.<sup>40</sup> Ein Teil des Projekts ist u.a. auch die Anregung einer öffentlichen Diskussion zu Fragen der Ethik, Sicherheit, geistigem Eigentum, Regulierung, öffentlicher Wahrnehmung und Kommunikation.

#### **4. Empfehlungen der Deutschen Industrievereinigung Biotechnologie**

Die Tätigkeiten im Bereich der Synthetischen Biologie und deren aktuellen Entwicklungen zeigen, dass sich die Arbeiten gegenwärtig noch überwiegend auf der Ebene der Grundlagenforschung bewegen. Es ist jedoch zu erwarten, dass daraus wissenschaftliche Erkenntnisse resultieren werden, die eine zunehmende Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland haben werden.

Die DIB verfolgt diese Entwicklungen zur Synthetischen Biologie auf nationaler und internationaler Ebene, um mögliche Chancen und Potenziale zu erkennen und zu nutzen und um mögliche Risiken abzusehen und gegebenenfalls begegnen zu können. Nur so ist eine frühzeitige gesellschaftliche und politische Begleitung dieser Technologie gewährleistet.

Eine frühzeitige und offene Kommunikation zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft muss gefördert und geführt werden. Nur durch Information und Kommunikation über Nutzen und mögliche Risiken kann eine Transparenz geschaffen werden, die zur Akzeptanz dieser Forschungsrichtung in der Öffentlichkeit beiträgt. So wird ein Umfeld geschaffen, in dem die Chancen der Synthetischen Biologie genutzt und das Vorsorgeprinzip eingehalten werden kann. Eine Nation wie Deutschland, dessen Wohlstand wesentlich auf technischem Fortschritt basiert, muss Innovationen eine Chance geben.

Frankfurt am Main, September 2012

---

Dr. Ricardo M. Gent, Dr. Marie-Luise Roth  
Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie  
im Verband der Chemischen Industrie e. V.  
Mainzer Landstraße 55  
60329 Frankfurt  
Telefon: +49 (69) 2556-1514  
Telefax: +49 (69) 2556-1620  
E-Mail: [m.roth@dib.org](mailto:m.roth@dib.org)

---

<sup>40</sup> <http://www.synbiosafe.eu/>