

# > Biotechnologie-Kommunikation

Kontroversen, Analysen, Aktivitäten

Marc-Denis Weitze/Alfred Pühler/  
Wolfgang M. Heckl/Bernd Müller-Röber/  
Ortwin Renn/Peter Weingart/Günther Wess  
(Hrsg.)

**acatech DISKUSSION**

Dezember 2012

# > PERSPEKTIVEN DER KOMMUNIKATION FÜR DIE SYNTHETISCHE BIOLOGIE

HELGE TORGENSEN/MARKUS SCHMIDT

## 1 Wozu Gedeihliche Kommunikation?

Was und wie lässt sich aus anderen Feldern – beispielsweise der Bio- und Nanotechnologie – für eine künftige gedeihliche Kommunikation zur Synthetischen Biologie lernen? Diese Frage erscheint auf den ersten Blick wenig problematisch, kann doch auf Anleitungen zur populärwissenschaftlichen Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse und zahlreiche Erfahrungen im und um den Gentechnikkonflikt und auf andere Konflikt-darstellungen zurückgegriffen werden.<sup>1</sup> Allerdings ist der normativ geprägte Begriff der „gedeihlichen Kommunikation“ inhaltlich zunächst unbestimmt.

Insbesondere erhebt sich die Frage nach dem Ziel. Ist dies die möglichst ungestörte Information der Öffentlichkeit über wissenschaftliche Hintergründe – im Sinne eines „public understanding of science“?<sup>2</sup> Oder geht es um die Initiierung einer kritischen öffentlichen Debatte über das Für und Wider der Technologie mit offenem Ausgang?<sup>3</sup> Soll mittels proaktiver Kommunikation eine solche vielleicht gerade vermieden werden?

Negativform ist dabei stets der jahrzehntelang heftig geführte Konflikt um die Grüne Gentechnik,<sup>4</sup> in dessen Verlauf Befürworter und Gegner sich argumentativ ein-gruben. Vor allem in deutschsprachigen Ländern endete dies mit der Abschaffung der Technologie noch vor deren Einführung; jeder Versuch, daran etwas zu ändern, verlief unbefriedigend. Auch die Gegner konnten keinen vollen Erfolg verbuchen – daran, dass grüne Gentechnik möglich sein müsse, wurde festgehalten.<sup>5</sup> Administrative Entscheidungen waren mehrdeutig oder wurden unterschiedlich interpretiert. Das Resultat ist Stillstand.

Diese Erfahrung gilt oft als paradigmatisch für die Einführung neuer Technologien. Ob eine Technologie Verbreitung findet, ist also nicht nur eine technische Frage, be-rührt auch nicht bloß unterschiedliche Interessen, sondern verweist auf Differenzen zwischen Weltbildern und auf unterschiedliche Analogien, die als kognitive Hilfsmittel zur mentalen Einordnung von Unbekanntem dienen.<sup>6</sup> Das ist mit ein Grund, warum es nicht

---

<sup>1</sup> Etwa Bauer 1997.

<sup>2</sup> Durant/Thomas 1987.

<sup>3</sup> Wynne 1995.

<sup>4</sup> Durant et al. 1998; Hampel/Renn 1999; Gaskell/Bauer 2001; Torgersen/Hampel 2002.

<sup>5</sup> Levidow 2006.

<sup>6</sup> Wagner/Kronberger/Seifert 2002.

eine (einzig) gültige Perspektive für die Kommunikation von, in diesem Fall, Synthetischer Biologie in der Öffentlichkeit gibt.

So ist unklar, welche Technologie als Leitmotiv für die Einordnung von Synthetischer Biologie dienen wird. Vielfach wird als selbstverständlich angenommen, dass das die Gentechnik sein würde, weil Synthetische Biologie ja daraus erwüchse. In den USA hingegen ist der Bezug zur Informationstechnologie stärker, nicht zuletzt wegen des Engagements von Protagonisten aus dem IT-Bereich. Schließlich wird auch Nanotechnologie als Vergleich angeboten<sup>7</sup> – hier steht die Eigenschaft der modernen, emergierenden bzw. konvergierenden „Technowissenschaft“ im Vordergrund.

In der Folge werden zunächst mögliche Parallelen zwischen Synthetischer Biologie, grüner Gentechnik sowie Nanotechnologie und Informations- und Kommunikationstechnologien angesprochen. Potenziell kontroverse Aspekte von Synthetischer Biologie und empirisch auffindbare Formen der Kommunikation stehen im Mittelpunkt der nächsten Abschnitte. Den Abschluss bildet eine Reflexion über mögliche Schwierigkeiten sowie Ziele und Formen der Kommunikation von Synthetischer Biologie.

## 2 SYNTHETISCHE BIOLOGIE UND ANDERE TECHNOLOGIEN

### 2.1 WAS IST SYNTHETISCHE BIOLOGIE?

Synthetische Biologie (nachfolgend SB) wird zu den „emerging technosciences“ bzw. Technowissenschaften<sup>8</sup> gerechnet, bei denen die Grenzen zwischen Wissenschaft und Technik, zwischen Forschung und Anwendung, zwischen Bekanntem und Neuem und zwischen unterschiedlichen Disziplinen verschwimmen. Was jeweils unter eine bestimmte Technowissenschaft fällt, ändert sich ständig; Einigkeit besteht auch in der Scientific Community nicht.

Von SB als einem fest umrissenen Begriff zu sprechen, trüge den vielfältigen Strömungen nicht ausreichend Rechnung.<sup>9</sup> Unter der Bezeichnung wird ein ganzer Kanon unterschiedlicher Aktivitäten und Forschungsrichtungen subsumiert,<sup>10</sup> der sich mit der Zunahme des Bekanntheitsgrades des Begriffs sogar noch weiter verbreitern könnte – inzwischen macht sich nämlich eine „Rebranding“-Welle etablierterer Forschungsrichtungen bemerkbar, um im Lichte dieser einprägsamen Bezeichnung in neuem, aktuellerem Glanz zu erscheinen. Viele halten daher den Begriff überhaupt für ein bloßes Schlagwort, das höchstens geeignet sei, eine neue Welle des Hypes auszulösen, ohne dass eine substantielle Neuerung dahinter steckte.<sup>11</sup> Kommunikation über SB wird aber als Informationsvermittlung über ein eindeutiges und (zumindest der Wissenschaft

<sup>7</sup> "Such is the overlap between nanoscience and synthetic biology that attempts to define their respective boundaries are as difficult as they are futile." EASAC 2011, S. 9.

<sup>8</sup> Nordmann 2004a.

<sup>9</sup> Benner/Sismour 2005; O'Malley et al. 2008.

<sup>10</sup> DFG/acatech/Leopoldina 2009.

<sup>11</sup> Sauter 2011.

hinreichend) bekanntes Objekt verstanden. Bereits hier, bei der Festlegung des Themas, trifft Kommunikation also auf die erste Hürde.<sup>12</sup>

Es ist hier nicht der Ort, eine umfassende Darstellung aller mit Synthetischer Biologie verbundenen Ansätze zu geben.<sup>13</sup> Einer pragmatischen Beschreibung der „Synthetic Biology Community“, eines Zusammenschlusses US-amerikanischer Forscher<sup>14</sup> zufolge geht es um *“the design and construction of new biological parts, devices, and systems, and the re-design of existing, natural biological systems for useful purposes.”*<sup>15</sup>

Diese Beschreibung wurde in etwas veränderter Form von der OECD übernommen.<sup>16</sup> Sie lässt erkennen, dass die Biologie in eine echte Ingenieurwissenschaft verwandelt werden soll.<sup>17</sup> Allerdings zielt sie eher auf generelle Intentionen ab als auf Eigenschaften, Techniken, Gegenstände und Ergebnisse.

Eine grobe Übersicht über Teilgebiete lässt die Vielfalt errahnen (Tabelle 1). Die derzeit prominentesten sind biologische Schaltkreise (biobricks, iGEM), die v. a. mit dem Namen Drew Endy verbunden sind, und die Aktivitäten am Craig Venter Institute, die 2010 zum ersten voll-synthetischen Bakterien-Genom (in der Presse oft als „Synthia“ bezeichnet) geführt haben.

## 2.2 ZUM VERHÄLTNIS VON SYNTHETISCHER BIOLOGIE UND GRÜNER GENTECHNIK

Häufig wird die Befürchtung geäußert, die SB könnte ebenso in die Sackgasse öffentlicher Nicht-Akzeptanz laufen wie zuvor die grüne Gentechnik. Die erstarrte Debatte und die immensen in den Sand gesetzten Fördermittel und Entwicklungskosten stellen für viele eine Art „biblischen Sündenfall“ dar, der bewirkt, dass neue Technologien mit der „Erb-sünde“ öffentlicher Skepsis das Licht der Welt erblicken. Diese rhetorische Figur spiegelt das Unbehagen von den einer rationalen Weltsicht verpflichteten Entscheidungsträgern mit den (scheinbar) irrationalen Vorbehalten von Herrn und Frau Jedermann wider: Gegenargumente, die sich auf behauptete Risiken stützten, waren durch wissenschaftliche Untersuchungen nicht aus dem Weg zu räumen. Flugs holten Gegner das Tot-schlagargument von der bestehenden „Unsicherheit“ (vulgo Beweislastumkehr) hervor.

<sup>12</sup> Allerdings wird auch der Begriff der Nanotechnologie als Überbegriff für eine Reihe unterschiedlicher, nicht zusammenhängender Methoden und Technologien verwendet, ohne dass damit dem „Fachgebiet“ ein Bärendienst erwiesen würde; im Gegenteil profitieren die verschiedenen beteiligten Disziplinen voneinander, Teil einer großen modernen Technowissenschaft zu sein.

<sup>13</sup> Hier sei auf zahlreiche Artikel zu diesem Thema (z. B. Benner/Sismour 2005; Deplazes 2009; Luisi 2007; O'Malley et al. 2008; Schmidt et al. 2009a) sowie auf die Berichte unterschiedlicher Ethikkommissionen (z. B. EGE 2009; PCSBI 2010), Gelehrtenesellschaften (DFG/acatech/Leopoldina 2009; EASAC 2011; siehe auch das laufende Projekt der britischen Royal Society) sowie internationaler Organisationen (etwa IRGC 2010) bzw. von Institutionen der Technikfolgenabschätzung verwiesen (de Vriend 2006, siehe etwa derzeit laufende Projekte am Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag und bei STOA am Europäischen Parlament).

<sup>14</sup> Church, Collins, Ellington, Endy, Forster, Haseloff, Keasling, Knight, Silver und andere.

<sup>15</sup> <http://syntheticbiology.org> [Stand: 12.04.2012].

<sup>16</sup> OECD/Royal Society 2010.

<sup>17</sup> Müller-Röber/Weitze 2011.

Tabelle 1: Verschiedene Untergruppen der Synthetischen Biologie, mit ihren wichtigsten Merkmalen bzw. „Produkten“ und dem Grad an Vertrautheit/Unvertrautheit

UNTERGRUPPE	MERKMALE UND „PRODUKTE“	GRAD DER VERTRAUTHEIT
DNA-Synthese	synthetische Gene, künstliche Chromosomen, synthetische Viren, Synthese ganzer Genome	natürliche Biologie 
Bio-Schaltkreise	Gene und Bio-Bauelemente, Biobricks, verbessertes Metabolic-Engineering (z. B. Malaria-medikament Artemisinin), künstliche Bio-Apparate, iGEM	
Minimal-Genome	Synthetische Top-Down-Biologie, Reduktion des Genoms von lebenden natürlichen Organismen, „Chassis“ für genetische Schaltkreise	
Protozellen	Standard- oder alternative Biochemie, künstliche Phospholipide, zelluläre Vesikel ohne Schlüsselmerkmale des Lebens, synthetische Zellen, Synthetische Bottom-up-Biologie, Herstellung ganzer Zellen	
Xenobiologie	alternative Biochemie, Xeno-Nukleinsäuren (XNA), verschiedene Basen, atypische Aminosäuren, Veränderung der Codon-Aminosäuren-Zuordnung in Genen, Entwicklung neuartiger Polymerasen und Ribosomen, Xeno-Organismen, chemisch modifizierte Organismen	
		unnatürliche Biologie

So entstand die Angst vor einer diffusen Technik- und Wissenschaftsfeindlichkeit, die auf alle neuen Technowissenschaften ausgedehnt wurde – je ähnlicher der grünen Gentechnik, desto eher wird öffentliche Ablehnung befürchtet.

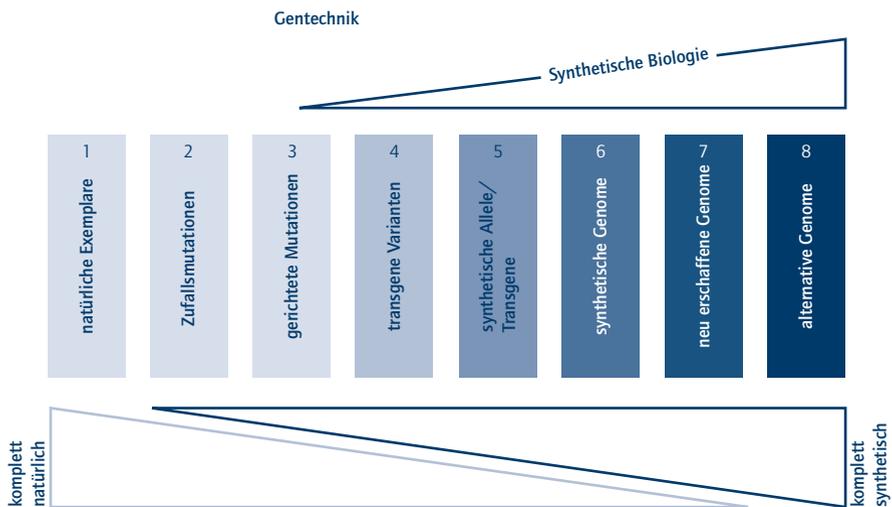
Ist aber die grüne Gentechnik mit Synthetischer Biologie überhaupt vergleichbar? Dies könnte sich – außer auf bloße Neuheit – auf wissenschaftlich-technische Kriterien oder auf eine beobachtete Gleichsetzung in der Öffentlichkeit bzw. in den Medien beziehen. Die Frage lautet also: Inwieweit ähneln sich die beiden hinsichtlich Methodik, Forschungsgegenstand, Zielsetzung, Community und Vermarktungsstrategie? Inwieweit wird SB von Medien, NGOs, Laien und Politik mit der grünen Gentechnik gleichgesetzt?

## Inhaltliche Ähnlichkeit

Im ersten Punkt zeigt sich eine große Überschneidung zwischen klassischer Gentechnik und Synthetischer Biologie.<sup>18</sup> Letztere stammt aus der Gentechnik, auch wenn einige Vertreter Elektronik und Computerindustrie als Ausgangspunkt angeben. Die Methodik ist verfeinert und konzentriert sich auf ganze Systeme statt auf einzelne Gene, der Forschungsgegenstand ist großteils im prokaryontischen Bereich (Bakterien) zu suchen. Für die industrielle Gentechnik sind ebenfalls Bakterien die wichtigsten Labororganismen, in der grünen Gentechnik hingegen Pflanzen.

Die Zielsetzung ist ähnlich, die SB strebt aber einen wesentlich stärkeren Eingriff und grundlegenden Umbau bestehender biologischer Systeme an. Die Community rekrutiert sich interdisziplinärer, wobei Bioinformatiker, Physiker und Ingenieure eine wichtige Rolle spielen. Trotzdem rekrutiert sich der größte Teil der community aus dem weiteren Umfeld der Gentechnik.<sup>19</sup> Hervorzuheben ist, dass der Übergang graduell erfolgt, was eine Abgrenzung schwierig macht (Abbildung 1).

Abbildung 1: Verschiedene Stadien des Übergangs von natürlich vorkommenden Organismen zu (hypothetisch) komplett synthetisierten Lebewesen<sup>20</sup>



<sup>18</sup> Zahlreiche Bezüge sind auch mit Systembiologie zu konstatieren, wobei letztere oft als theoretische Voraussetzung für SB gilt. Insbesondere in Deutschland scheint sich die Praxis zu etablieren, SB als Teilgebiet der Systembiologie anzusehen und entsprechend darzustellen.

<sup>19</sup> Ersichtlich etwa an der institutionellen Zugehörigkeit der Teilnehmer der „SB X.0“-Konferenzserie.

<sup>20</sup> Aus deLorenzo 2010, nach Torgersen/Schmidt 2012.

Ein Blick auf die Darstellungs- und Vermarktungsstrategie von Wissenschaftlern und Ingenieuren, aber auch der Industrie zeigt hingegen den Versuch, die Synthetische Biologie in einem neuen Licht erscheinen zu lassen und sich klar von der traditionellen Gentechnik abzugrenzen. Die Gründe dafür liegen weniger in einer antizipierten Abwehrreaktion der Bevölkerung (schließlich finden die meisten Aktivitäten der Synthetischen Biologie in den USA statt, wo die Bevölkerung kaum Ablehnung der grünen Gentechnik zeigt), sondern darin, potenzielle Fördergeber auf einen neuen Technologiebereich aufmerksam zu machen, der wesentlich mehr zu leisten verspricht als die „alte“ Gentechnik.<sup>21</sup>

Das Fehlen von Konflikten um die SB mag auch damit zusammenhängen, dass dieses Feld sich bisher noch nicht explizit mit Nahrungsmittelproduktion beschäftigt hat (siehe aber z. B. die Firma Chromatin<sup>22</sup>); es ist vorhersehbar, dass derartige Anwendungen zumindest in manchen Ländern auf Ablehnung stoßen würden. Darin unterscheidet sich aber SB nicht von herkömmlicher grüner Gentechnik, und eine solche Ablehnung dürfte auch wenig mit einer generellen Skepsis gegenüber Synthetischer Biologie zu tun haben, sondern auf die besondere Stellung von Nahrungsmitteln zurückzuführen sein.

### Ähnlichkeiten in der öffentlichen Darstellung

Einige Untersuchungen haben sich mit der Medienberichterstattung beschäftigt.<sup>23</sup> Die Darstellung Synthetischer Biologie in deutschsprachigen Medien der letzten Jahre unterschied sich von der üblichen Gentechnik-Berichterstattung<sup>24</sup> und zeigte einen starken Fokus auf die Person Craig Venters, die teils fasziniert, teils kritisch dargestellt wurde.<sup>25</sup> Tatsächlich galt der überwiegende Anteil der Berichterstattung der Person und weniger dem Fachgebiet.<sup>26</sup> Ansonsten war der Tenor eher positiv, mit Betonung möglicher Nutzenaspekte.<sup>27</sup> Die Berichte führten Metaphern an, die auch von Wissenschaftlern gerne verwendet werden (z. B. „Lego“, „biologische Bauteile“, „Baukasten Leben“, „Leben 2.0“), andererseits wurde auf die häufigsten ELSI-Themen (Biosicherheit, Ethik, geistiges Eigentum) Bezug genommen.

In den Medien wird die SB also klar als neue Form der Biotechnologie dargestellt, explizite Verbindungen zur klassischen Gentechnik werden eher selten gezogen. Nachdem Journalisten ihre Information in erster Linie über Interviews mit Experten der Synthetischen Biologie einholen, findet sich deren Ansicht oft unvermittelt in den Medien wider. Ein Beispiel stellt die Publikation des synthetischen Genoms des Craig

<sup>21</sup> Canton et al. 2008; Endy 2005; European Commission 2005

<sup>22</sup> <http://www.chromatininc.com> [Stand: 12.04.2012].

<sup>23</sup> Kronberger/Holtz/Wagner 2011; Kronberger et al. 2009; Pauwels 2009; Pauwels/Ifrim 2008; Cserer/Seiringer 2009.

<sup>24</sup> Vgl. Bonfadelli 1999.

<sup>25</sup> Cserer/Seiringer 2009.

<sup>26</sup> Siehe auch Balmer/Herreman 2009.

<sup>27</sup> Gschmeidler/Seiringer 2011; Pauwels/Ifrim 2008.

Venter Instituts dar,<sup>28</sup> die eher unreflektiert durch die internationale Medienlandschaft getragen wurde. „Craig Venter creates life“ fand sich nicht nur in den USA als Überschrift. Journalisten ist zugute zu halten, dass kritische Stimmen vonseiten der Wissenschaft in erster Linie den radikalen Ingenieurszugang kritisieren, seltener jedoch die Bemühung, sich von der Gentechnik abzugrenzen. Vereinzelt begrüßen selbstkritische Wissenschaftler den Versuch, die Erbsünde der grünen Gentechnik abzuschütteln. Kritische Äußerungen von Biologie-Professoren<sup>29</sup> bestreiten, dass Leben im Labor geschaffen wurde – ein Anspruch, der auch von der Ethikkommission des US-Präsidenten zurückgewiesen wurde.<sup>30</sup>

Bei den Umwelt-NGOs zeigt sich ein heterogenes Bild: Einerseits findet man wenige gut informierte Organisationen (ETC Group<sup>31</sup>, Sunshine Project<sup>32</sup>), die auch unter den NGOs in Sachen Synthetischer Biologie den Ton angeben. Andererseits überrascht die Lethargie anderer, denen das Thema entweder entgangen ist oder die es als zu „embryonal“ oder ungeeignet für größere Kampagnen einschätzen.<sup>33</sup> Eigene Überlegungen fehlen praktisch völlig; wenn sie angestellt werden, dann wird die Argumentationslinie der ETC Group übernommen. Ein möglicher Grund für die Zurückhaltung könnte auch darin liegen, dass die Horrorszenarien, die bereits beim Kampf gegen die Gentechnik ausgemalt wurden, kaum noch zu übertreffen sind und das Thema daher kein gesondertes Mobilisierungspotenzial mehr aufweist.<sup>34</sup>

Während sich das mittlerweile aufgelöste Sunshine Projekt<sup>35</sup> insbesondere auf die Gefahren des Bio- und Staatsterrorismus konzentrierte, wendet sich die Kritik von ETC im Wesentlichen gegen den behaupteten Missbrauch der Synthetischen Biologie zur weiteren Machtkonzentration globaler Unternehmen. Damit steht nicht die Technologie selbst am Pranger, sondern der weitere, noch radikalere Versuch, Lebensvorgänge und natürliche Ressourcen zu privatisieren, etwa bei der Nutzung von Biomasse zur Herstellung von Biotreibstoff, Bioplastik etc.<sup>36</sup>

Einige Kritikpunkte werden auch von Wissenschaftlern geteilt; allerdings scheint es eine unüberbrückbare Differenz in der Einschätzung der zukünftigen Entwicklung der Synthetischen Biologie zu geben. Während viele Wissenschaftler meinen, dass die SB nicht zu einer radikalen Ausbeutung der Menschen in Entwicklungs- und Industrieländern führt,<sup>37</sup> zeichnet die ETC Group ein düsteres Bild von der Einverleibung der

<sup>28</sup> Gibson et al. 2010.

<sup>29</sup> Various 2010.

<sup>30</sup> PCSBI 2010.

<sup>31</sup> die Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC-Group) widmete sich ursprünglich nur Themen aus der Landwirtschaft; dieser Bereich ist nach wie vor sehr prominent.

<sup>32</sup> Dies ist eine ursprünglich US-amerikanische NGO, die gegen biologische Waffen kämpfte.

<sup>33</sup> Stermerding et al. 2009.

<sup>34</sup> Sauter 2011.

<sup>35</sup> <http://www.sunshine-project.org> [Stand: 12.04.2012].

<sup>36</sup> ETC 2010. Siehe auch <http://www.etcgroup.org/en/node/5232>. [Stand: 12.04.2012].

<sup>37</sup> Wellhausen/Mukunda 2009.

Synthetischen Biologie in die Welt der globalen Konzerne, die in Zukunft noch rücksichtloser und intensiver die Erde und deren Ressourcen ausbeuten würden.

Stellvertretend für die Interaktion zwischen Wissenschaftlern und Umwelt-NGOs lässt sich das Verhalten der ETC Group anhand der „SB x.0“-Konferenzserie erläutern, der wichtigsten internationalen Veranstaltung der SB-Community. Während bei der SB 1.0 im Jahr 2004 (in Boston) noch gescherzt wurde, dass die NGOs einen neuen Trend verschlafen (mangels Reaktion auf die Konferenz), traf 2006 bei der SB 2.0 (in Berkeley) ein von 36 NGOs unterzeichneter Protestbrief ein, der Mitspracherecht einforderte. Bei der SB 3.0 (2007 in Zürich) wurde die ETC Group als Panelteilnehmer eingeladen; auch ein Poster der Gruppe wurde gezeigt. Bei der SB 4.0 (2008 in Hongkong) konnte die ETC Group ein ganzes Panel organisieren, das versuchte, SB als Auswuchs der grünen Gentechnik darzustellen. Der vorsichtig aufgebaute Dialog zwischen Wissenschaft und NGOs schien gefährdet, als klar wurde, dass die NGOs eine Fundamentalopposition einnehmen. Bei der SB 5.0 (2011 in Stanford) wurde ein Vorschlag der ETC Group zur Organisation einer Podiumsdiskussion von den Veranstaltern ignoriert (allerdings auch die Vorschläge anderer Wissenschaftler), was zu Protesten führte. Daraufhin organisierte das Woodrow Wilson Centre eine Podiumsdiskussion.<sup>38</sup> Hauptthemen waren Biomasse und mögliche Umweltauswirkungen durch Freisetzungen oder Gentransfer, klassische Themen der grünen Gentechnikdebatte.

Insgesamt schienen die wenigen interessierten Umwelt-NGOs auf ein bewährtes Erfolgsrezept zu setzen, indem sie SB als eine radikalere Form der grünen Gentechnik darstellten. In der Reaktion der Öffentlichkeit spiegelt sich allerdings eher die Tatenlosigkeit großer Umwelt-NGOs wider. Laut der letzten Eurobarometer-Umfrage<sup>39</sup> ist SB in der europäischen Bevölkerung nur bei 17 Prozent bekannt. Das mag mit ein Grund sein, weshalb große NGOs sich bislang kaum mit dem Thema auseinandergesetzt haben. Der Aufwand, eine Kampagne mit einem weithin unbekanntem Begriff zu führen, dürfte prohibitiv sein, und der Unterschied zur Gentechnik ist kaum vermittelbar – da liegt es nahe, den zugkräftigeren Begriff „Gentechnik“ zu verwenden.<sup>40</sup>

Dieser Befund wird gestützt durch die Ergebnisse eines österreichischen Projekts zur Aufnahme des Begriffs durch Laien.<sup>41</sup> Eingeladene Wissenschaftler stellten dazu ihre Ergebnisse als Pressemitteilungen dar, Journalisten schrieben darüber Zeitungsberichte, die als Input für Fokusgruppen-Diskussionen dienten.<sup>42</sup> Es zeigte sich, dass konkrete Anwendungen – auch solche in weiter Zukunft – das größte Interesse weckten. Risiko und Nutzen erwiesen sich im Kommunikationsprozess als durchsetzungsfähiger als wissenschaftliche Konzepte oder ethische Fragen. Auch in einem Experiment zur seriellen Reproduktion (analog der

<sup>38</sup> <http://www.synbioproject.org/events/archive/ngo>. [Stand: 12.04.2012].

<sup>39</sup> Gaskell et al. 2010.

<sup>40</sup> Vgl. COSY (Communicating Synthetic Biology, 2008–2009) für ein Beispiel in umgekehrter Richtung.

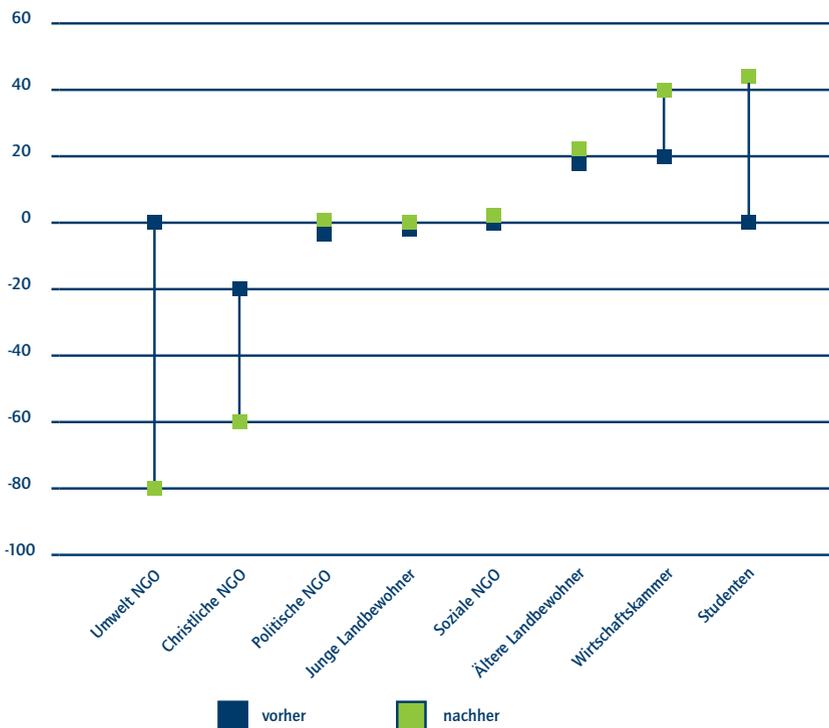
<sup>41</sup> COSY (Communicating Synthetic Biology, 2008–2009), Projekt gefördert von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft im Rahmen von gen-AU.

<sup>42</sup> Kronberger et al. 2009, Kronberger/Holtz/Wagner 2011.

Stillen Post) „überlebten“ Nutzen- und Risikoargumente technische Aspekte oder moralische Erwägungen; sogar das Argument vom „Leben schaffen“ verschwand relativ rasch.

Dass SB nicht dasselbe wie herkömmliche Gentechnik ist, war den Teilnehmern oft unklar. Laien bewerteten die ihnen unbekannte SB zunächst indifferent (Abbildung 2); im Zuge der Diskussion glich sich ihre Meinung dazu aber ihrer bereits bestehenden zur Gentechnik an – Gegner lehnten SB ab, Befürworter sahen eher Nutzen. Auch galten manche Ziele der SB bei Laien als lange schon erreicht – etliche Teilnehmer waren erstaunt zu hören, dass Gentechnik bisher keine vollsynthetischen Organismen herstellen konnte.

Abbildung 2: Polarisierung von Gruppenmeinungen im Gesprächsverlauf (hoch: positiv, niedrig: negativ)<sup>43</sup>

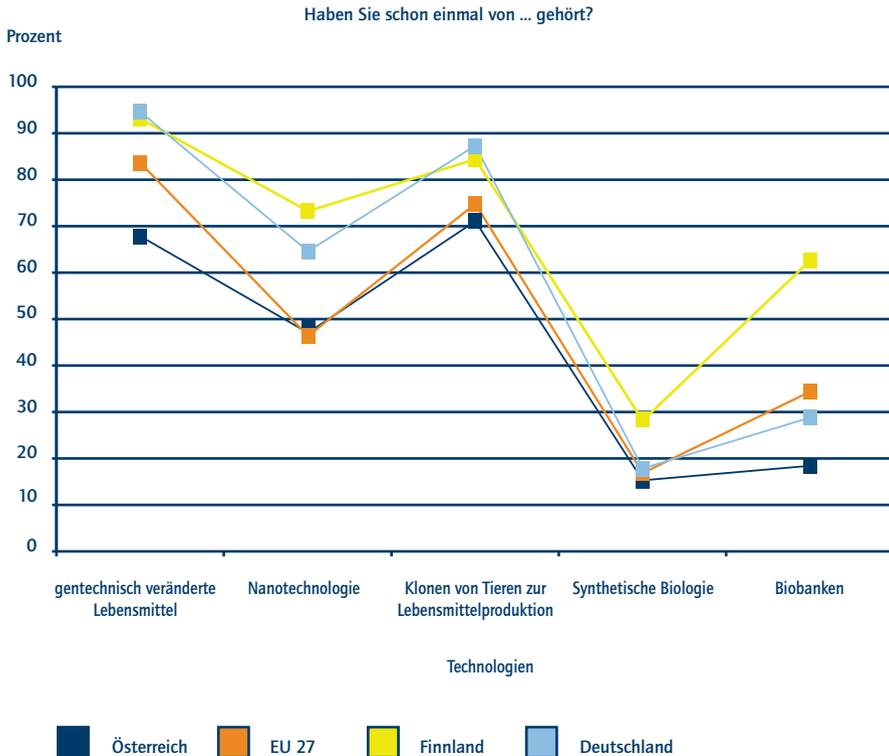


Die repräsentative Eurobarometer-Umfrage im Jahre 2009 erhob u. a. die Meinung der Bevölkerung in 32 Ländern über mögliche Themen, die in Zusammenhang mit Synthetischer Biologie diskussionswürdig sind (bei denjenigen, die davon gehört hatten). Risiko- und Nutzenaspekte erwiesen sich als die interessantesten Aspekte, Länderunterschiede

<sup>43</sup> Kronberger et al. 2009.

spielten eine geringe Rolle. Abbildung 3 zeigt für ausgewählte Länder den Anteil derjenigen, die bereits einmal von Synthetischer Biologie gehört hatten, sowie die in ihren Augen wichtigsten Themen, über die sie informiert werden wollten.

Abbildung 3: Synthetische Biologie und andere Technologien im Vergleich: wer hat davon bereits gehört? (Gaskell et al. 2010)



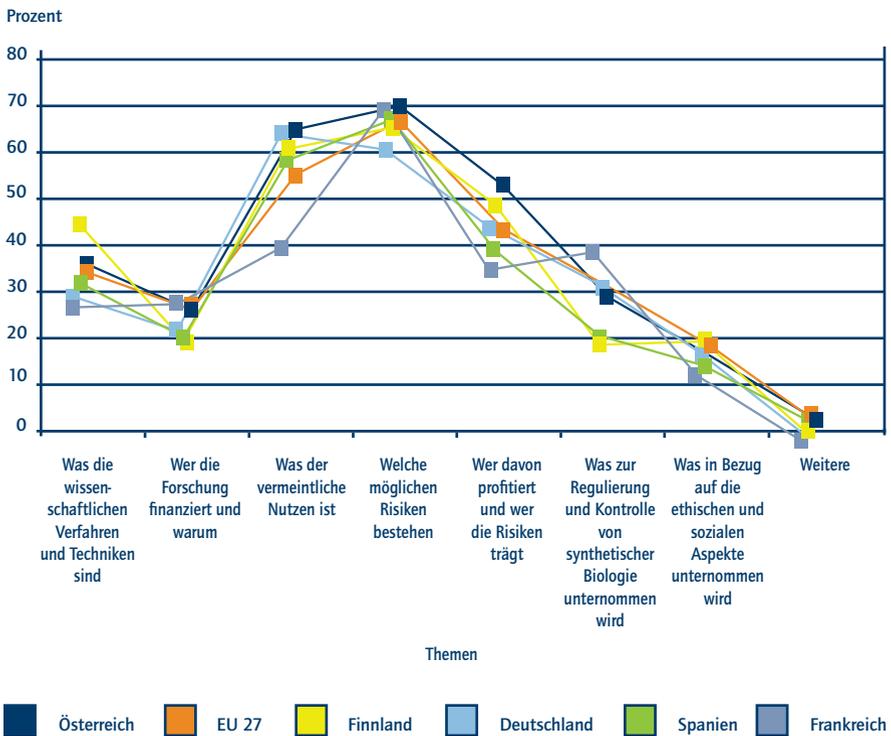
Dabei scheinen Laien im Falle von SB eher nüchterne Nutzen-Risiko-Abwäger zu sein als etwa bei geklonten Nutztieren.<sup>44</sup> Es besteht eine größere Bereitschaft, Regulierungen eher an Experten zu delegieren als die Öffentlichkeit zu involvieren und anstehende Fragen eher nach wissenschaftlichen Kriterien als nach moralischen zu beurteilen.

Dass der Begriff der SB zuweilen als rhetorischer, weniger belasteter Nachfolger von Gentechnik angesehen wird, zeigte sich bei der Auszeichnung eines österreichischen

<sup>44</sup> Gaskell et al. 2010.

Schulprojekts<sup>45</sup> im Jahr 2010. Das von einer Salzburger Schule (mit Unterstützung von Wissenschaftlern des MPI für Biochemie, Martinsried) durchgeführte Projekt zum Einbau atypischer Aminosäuren in ein Protein gewann einen „Jugend innovativ“-Klimapreis. Auf der (inzwischen gelöschten) offiziellen Website mit der Begründung wurde positiv vermerkt, dass SB und nicht Gentechnik verwendet wurde.

Abbildung 4: Wichtigste Themen in Zusammenhang mit SB in einigen europäischen Ländern<sup>46</sup>



<sup>45</sup> Unter dem Namen „Amylase 2.0 – Hält Stärkefermentation und Erde cool“ beschäftigten sich die Schüler/innen der HLFS Ursprung mit der Erzeugung synthetischer alpha-Amylase. Sie optimierten das Zucker spaltende Enzym – ohne Verwendung von Gentechnik – soweit, dass es bereits bei geringen Temperaturen zu arbeiten beginnt und damit Energie und CO<sub>2</sub> eingespart wird.

<sup>46</sup> Nach Gaskell et al. 2010.

### 2.3 ZUM VERHÄLTNIS VON SYNTHETISCHER BIOLOGIE UND NANOTECHNOLOGIE

SB und Nanotechnologie werden oft in einem Atemzug genannt, nicht zuletzt als moderne Technowissenschaften bzw. als Konvergenz unterschiedlicher Disziplinen. Wenn auch ein direkter Vergleich inhaltlich zunächst problematisch erscheint, so gibt es eine eindeutige Gemeinsamkeit: Ähnlich wie Synthetischer Biologie wurde Nanotechnologie nachgesagt, Ablehnung in der Bevölkerung hervorzurufen, was die Aufforderung nach sich zog, eine ähnliche Entwicklung wie in der grünen Gentechnik zu verhindern<sup>47</sup> Gesellschaftliche Akzeptanz scheint also als Herausforderung für jede neue Technologie zu gelten, oder zumindest für solche, die im Entstehen begriffen sind und das Potenzial haben, in zahlreiche Anwendungen Eingang zu finden. Die öffentliche Darstellung fokussiert oft auf die Rolle als Lösung für viele drängende gesellschaftliche Probleme. Ein rascher Vergleich zeigt allerdings Differenzen zu SB. Ähnlich wie bei der grünen Gentechnik kann man fragen: Inwieweit ähneln sich SB und Nano hinsichtlich Methodik, Forschungsgegenstand, Zielsetzung, Community und Vermarktungsstrategie? Inwieweit wird SB von Medien, NGOs, Laien und Politik ähnlich wie Nanotechnologie behandelt?

#### Inhaltliche Ähnlichkeit

Sowohl Nanotechnologie als auch SB gelten als „emerging technologies“ par excellence. Sie werden mit Informations- und Kommunikationstechnologie sowie „cognitive sciences“ als Bestandteile der „converging technologies“ geführt.<sup>48</sup> Dies bedeutet weniger eine inhaltliche als eine organisatorische Gemeinsamkeit. Obwohl sich die Zielsetzung bis zu einem gewissen Grad überschneidet, etwa bei der Herstellung molekularer Strukturen oder bei der Erforschung autokatalytischer Prozesse, sind die beiden Gebiete inhaltlich doch recht unterschiedlich.<sup>49</sup> Nanotechnologie gilt als Sammlung von Konzepten und Methoden für die Herstellung und Anwendung von Nanometer-großen Konstrukten, d.h. im weiteren Sinn als Materialwissenschaft. Hingegen geht es in der SB um die (Re)konstruktion lebender Systeme. Diese beinhalten zwar auch Nanometer-große Elemente, Hauptziel ist aber die Gestaltung der Interaktion biochemischer Systeme, also letztlich Biologie. Eine Schnittmenge findet sich in der Nanobiotechnologie, die allerdings noch weniger abgrenzbar ist als die Muttertechnologien.<sup>50</sup> Ein weiteres Distinktionsmerkmal sind die beiden wissenschaftlichen Communities, die sich wenig überschneiden.<sup>51</sup>

Wie schon erwähnt, sind Ähnlichkeiten in erster Linie wissenschaftspolitischer Natur. Beide Gebiete behaupten, einen wesentlichen Beitrag zur wissenschaftsbasierten Ökonomie des 21. Jahrhunderts zu leisten und erhalten enorme Fördersummen aus öffentlicher Hand. Nanotechnologie wurde z. B. mit fast 3,5 Milliarden Euro aus dem RP7 der

<sup>47</sup> Europäische Kommission 2005; Bogner 2011.

<sup>48</sup> Nordmann 2004b.

<sup>49</sup> Drew Endy beschrieb das Verhältnis mit den Worten „Biology is the only nanotechnology that works.“ Vgl. [http://www.youtube.com/watch?v=Fv0hVgWwGY&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=Fv0hVgWwGY&feature=player_embedded) [Stand: 12.04.2012]

<sup>50</sup> EASAC 2011.

<sup>51</sup> Vgl. jedoch: Rothmund 2006.

EC<sup>52</sup> finanziert. Die jüngere SB in Europa erhält dagegen noch vergleichsweise wenig (unter 25 Millionen im RP6).<sup>53</sup>

### Ähnlichkeit in der öffentlichen Darstellung

Untersuchungen der medialen Berichterstattung haben keinerlei Hinweis erbracht, dass Nanotechnologie bisher als gefährlich beschrieben wurde. Im Gegenteil, die Darstellung war zum größten Teil auf möglichen Nutzen fokussiert; nur in wenigen Fällen wurde auf Risiken verwiesen.<sup>54</sup> Grobe et al. prognostizierten für die Zeit nach 2005 eine Zunahme an Risikothemen, weil dann etliche einschlägige Untersuchungen veröffentlicht würden; dies trat aber nicht ein, vielmehr sank die Gesamtzahl der Berichte.<sup>55</sup> Mit anderen Worten, der befürchtete mediale Effekt eines „Einschießens“ auf die neue Technologie blieb vollständig aus. Unter den Nano-kritischen NGOs findet sich ebenfalls über Jahre hinweg die relativ kleine kanadische ETC Group, die man auch hinsichtlich Nanotechnologie als avantgardistischen Think Tank unter den NGOs bezeichnen könnte, mit einer teilweise ähnlichen Herangehensweise wie gegenüber der SB,<sup>56</sup> allerdings ohne durchschlagenden Erfolg.

Umfragen zeigten, dass Nanotechnologie – entgegen vielen Befürchtungen – nicht überwiegend negativ aufgenommen wird.<sup>57</sup> Nur wurde Nano- und Biotechnologie weniger zugetraut, „das Leben zu verbessern“ als etwa Solarenergie oder Computern; absolutes Schlusslicht bildete stets die Kernenergie. Vereinzelt wurde Kritik vor allem von Wissenschaftlern geäußert, vergleichsweise selten auch von Umweltorganisationen (etwa in Frankreich).<sup>58</sup> Letzteres wurde aber als Hinweis für eine breite Ablehnung in der Bevölkerung interpretiert.

Bemerkenswert ist, dass niemals zuvor eine Technologie mit so intensiver proaktiver Diskussion und Begleitforschung implementiert wurde. Zahlreiche Kommissionen und Untersuchungen beschäftigten sich mit Risikoaspekten<sup>59</sup> und mit den gesellschaftlichen und ethischen Implikationen; eine Unzahl von Initiativen seitens der Forschungsförderung, der Universitäten, aber auch von Firmen und öffentlichen Stellen wie Ministerien etc. versuchten, Nanotechnologie in verantwortungsbewusster Weise zu implementieren (und nicht wie zuvor die grüne Gentechnik über Nacht, wie oft kritisiert). Das Beispiel Nanotechnologie führte unter anderem auch zur Konzeptualisierung

<sup>52</sup> [http://cordis.europa.eu/fp7/budget\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/budget_en.html) [Stand: 12.04.2012].

<sup>53</sup> Pei/Gaisser/Schmidt 2011.

<sup>54</sup> Grobe/Eberhard/Hutterli 2005.

<sup>55</sup> Zimmer/Hertel/Böl 2008.

<sup>56</sup> Z. B. [http://www.etcgroup.org/upload/ETCGroup-3newreports\\_english.pdf](http://www.etcgroup.org/upload/ETCGroup-3newreports_english.pdf) [Stand: 12.04.2012].

<sup>57</sup> Vgl. z. B. Gaskell et al. 2010.

<sup>58</sup> <https://earthfirst.org.uk/actionreports/?q=node/1397> [Stand: 12.04.2012].

<sup>59</sup> Ein Effekt war freilich, dass mit zunehmender Beschäftigung offensichtlich wurde, wie wenig man über die Risikoaspekte von Nanopartikeln tatsächlich weiß. Naturwissenschaftliche Risikoforschung wie auch Begleitforschung wurde daraufhin gefordert und teilweise auch implementiert; allerdings bringen solche Unternehmungen es mit sich, dass mit jeder neuen Erkenntnis zahlreiche Wissenslücken offenbar werden.

des Begriffs des „Responsible Research and Innovation“,<sup>60</sup> den die Europäische Kommission mittlerweile propagiert.<sup>61</sup>

Bei der Kommunikation geht es nicht nur um klassische Ansätze wie Presseausendungen und Beiträge in populären Wissenschaftsmagazinen. Nanotechnologie wurde als erste neue Technologie flächendeckend mithilfe neuer Kommunikations- und Partizipationsmethoden in einer Weise präsentiert, die weit über die übliche Form von Wissenschaftskommunikation hinausging. Science busters, Film Festivals, Famelabs etc., aber auch Nanotrucks, science fairs, Wissenschaftsschiffe und diverse attraktive Websites mögen dazu beigetragen haben, das Faszinosum Nanotech zu etablieren und weit weniger als Bedrohung erscheinen zu lassen als Technologien der Vergangenheit.

Allerdings ergaben sich im Zuge der Promotion von Nanotechnologie mittels Partizipationsveranstaltungen auch Probleme: Das Interesse der Bevölkerung war geringer als erhofft, die Themenflut führte zu einer Überforderung der Aufmerksamkeit. Etliche professionell organisierte partizipative Veranstaltungen erwiesen sich eher als sozialwissenschaftliche Experimente.<sup>62</sup>

## 2.4 ZUM VERHÄLTNIS VON SYNTHETISCHER BIOLOGIE UND INFORMATIONSTECHNOLOGIEN

Informations- und Kommunikationstechnologien (in der Folge IKT), vor allem Computer und Internet werden oft als Vorzeigerfolgsmodelle bemüht, um qua Analogiebildung den (prognostizierten) Einfluss von SB zu verdeutlichen. Das geht mit der Übernahme bestimmter IKT-Traditionen einher, die sich weniger aus der Materie als aus der Sozialisation von etlichen der Protagonisten der SB ergibt – immerhin rekrutieren sich viele der öffentlich präsentesten Akteure ursprünglich aus dem IKT-Sektor.<sup>63</sup> Inwieweit ähneln sich nun SB und IKT hinsichtlich Methodik, Forschungsgegenstand, Zielsetzung, Community und Vermarktungsstrategie, und inwieweit werden SB und IKT von Medien, NGOs, Laien und Politik gleichgesetzt?

### Inhaltliche Ähnlichkeit

Die Analogie zwischen SB und IKT erstreckt sich nicht ausschließlich auf Ähnlichkeiten im Ansatz und in der Arbeitsweise. Vielmehr geht es hier um eine Art geistige wie auch personelle Verwandtschaft, die sich in der der SB eigenen Ingenieursperspektive am deutlichsten niederschlägt. Dieser Vergleich ist nicht unintendiert, wird doch die

<sup>60</sup> Sutcliffe 2011.

<sup>61</sup> Einer vorläufigen Definition zufolge ist "Responsible Research and Innovation (...) a transparent, interactive process by which societal actors and innovators become mutually responsive to each other with a view to the (ethical) acceptability, sustainability and societal desirability of the innovation process and its marketable products (in order to allow a proper embedding of scientific and technological advances in our society)." Siehe <http://www.matterforall.org/blog/index.php/2011/08/24/definition-of-responsible-research-and-innovation> [Stand: 12.04.2012].

<sup>62</sup> Bogner 2011.

<sup>63</sup> So gilt Andy Rettberg, Gründer des iGEM-Wettbewerbs, auch als einer der Väter des Internets.

Entwicklung des IKT-Sektors vielfach als die wichtigste technologische Revolution seit der Dampfmaschine angesehen. Anfängliche Bedenken, dass die neue Technologie unerwünschte Nebeneffekte haben könnte (z. B. Arbeitsplatzverluste durch Rationalisierung, Verlust der Privatsphäre durch das Internet), haben den Siegeszug nicht behindert.

In ähnlicher Weise, so wird suggeriert, könnte die SB Bereiche revolutionieren, die derzeit noch von klassischer Biotechnologie geprägt sind, und etliche bisher noch nicht einmal in Umrissen erkennbare Anwendungen finden. Die Geschwindigkeitszunahme und Preisreduktion von DNA-Sequenzierung und -Synthese scheint dabei ebenso einem Moore'schen Gesetz zu folgen wie die von Speicherplatz und Rechengeschwindigkeit in Computern.

Dabei sind die Forschungsgegenstände von SB und IKT sehr unterschiedlich, nämlich einerseits biologische Vorgänge, andererseits elektronische Datenverarbeitung. Beide nähern sich einander aber rasch. Methodische Fortschritte in der Datenerhebung über biologisches Material (etwa die Sequenzierung von DNA) führen zu einem neuen biologischen Rohstoff, nämlich Daten, dessen Bearbeitung hohen rechnerischen Aufwand erfordert. Gleichzeitig wird die Synthese von biologischen Molekülen (v. a. DNA) immer leichter, was die Umsetzung der Ergebnisse in die Sprache der Gene erlaubt.

Es handelt sich also um eine Koevolution unterschiedlicher Felder, die die gemeinsame Eigenschaft haben, sich wesentlich mit Information zu beschäftigen. Das Ziel, logische Operationen in der Zelle zu untersuchen und zu gestalten, ist daher komplementär zu dem der Informatik. Wie das geschieht, wird stärker durch Prinzipien der Informatik geprägt als durch solche der Biologie – die Hierarchie von „parts“, „devices“ und „systems“ etwa ist direkt aus der IKT übernommen.

Daneben wird eine Reihe anderer Analogien betont. Das beginnt mit der Abhaltung von Studenten-Wettbewerben (wie iGEM) mit freiem Zugang ohne formale Voraussetzung, wie es sie im Roboter-Fußball oder bei selbststeuernden Fahrzeugen schon lange gibt, und reicht bis zur Propagierung von open-source-Ansätzen statt Patentierung für die Ergebnisse von Konstruktionsarbeiten wie den „BioBricks“, genormten genetischen Bausteinen, die die Basis für freies Kombinieren und Konstruieren von bakteriellen Genomen bilden sollen.

Ein Beispiel für die Übernahme von Praktiken aus der Informationstechnologie ist das Modell des „Request for Comment“ (RFC) der BioBrick Foundation, das die Internet Engineering Task Force anwendet, um neue Standards für das Internet zu entwickeln.<sup>64</sup> Ein anderer Hinweis auf diese Welt ergibt sich aus verschiedenen Namen. So erinnert etwa der Name „Biofab“ (für „International Open Facility Advancing Biotechnology“) an den Gebrauch rekursiver Akronyme für Software Operating Systeme, in denen das Akronym auch eines der wichtigsten Wörter in der jeweiligen Definition ist (z. B. steht GNU für „GNU's Not Unix“, LINUX für „LINUX is not Unix“).

<sup>64</sup> <http://BioBricks.org/programs/technical-standards-framework>. [Stand: 12.04.2012].

Die ingenieurmäßige Entkopplung von Design und Produktion zeigt sich in der Verwendung von Datenblättern, die elementare Bestandteile eindeutig beschreiben. Sie erlauben es dem Ingenieur, Bestandteile („parts“) auszuwählen und zu verwenden, ohne etwas über ihre Herstellung und interne Beschaffenheit zu wissen. In ähnlicher Weise werden Datenblätter in der SB verwendet, um die technischen Charakteristika genetischer Bausteine zu beschreiben.

Zahlreich sind auch die visuellen Analogiebildungen zwischen der Welt der Biologie und der der Computer. So wurde etwa das Beziehungsgeflecht zwischen den Elementen des regulatorischen Netzwerks eines Bakteriums (hier E.coli) neben den Call-Graphen eines Computer-Betriebssystems (LINUX) gesetzt, der die Aufruf-Beziehungen zwischen unterschiedlichen Subroutinen des Programms darstellt. Trotz der unterschiedlichen Rollen einzelner Ebenen wird so eine Analogie suggeriert, die es einem mit Computern Vertrauten leicht machen soll, die informationellen Hierarchie-Ebenen in einem Bakteriengenom zu erfassen.<sup>65</sup>

Der ausufernde Gebrauch von Analogien und Metaphern trifft jedoch auf Grenzen. Kritiker aus der SB-Community zufolge könnte die Überdehnung der Analogien zur Informatik gar dazu führen, die besonderen Eigenheiten des Umgangs mit biologischem Material zu verschleiern. So würden fälschlicherweise Fortschritte in der Synthetischen Biologie suggeriert, die noch gar nicht eingetreten sind. Laut deLorenzo<sup>66</sup> seien „Analogien und meta-Sprache äußerst nützlich, um in einer ersten Runde unbekannte Territorien auszuloten, neue Felder zu eröffnen und Handlungen anzuregen, aber von einem bestimmten Punkt an müssen sie in spezifische Methodiken (und nicht bloß Analogien) münden.“

### Ähnlichkeit in der Darstellung

Während Wissenschaftler und Ingenieure immer wieder die Verbindung zwischen Biologie und IKT betonen, ist diese Assoziation in den Medien weniger offensichtlich. Eine Analyse der medial gebräuchlichsten Metaphern zur Beschreibung der SB sah IKT-Metaphern nur an fünfter Stelle, während allgemeine Ingenieursmetaphern dominant waren.<sup>67</sup>

NGOs übernehmen zwar auch die eine oder andere IKT-Metapher, um SB zu erklären, verzichten aber auf eine allzu starke Assoziation, vermutlich um den konkurrierenden Frame der grünen Gentechnik nicht zu gefährden. Die ETC Group etwa bezeichnet SB konstant als „Extreme Genetic Engineering“. Bezüge zu IKT werden höchstens in Form von Warnungen vor einem Machbarkeitswahn hergestellt.

In der Vorstellung von Laien scheint der IKT-Bezug nicht prominent zu sein. Eine vorläufige Analyse der Eurobarometer-Daten ergibt keine Hinweise auf eine bevorzugte

<sup>65</sup> Vgl. etwa Yan et al. 2010.

<sup>66</sup> deLorenzo 2011, eigene Übersetzung.

<sup>67</sup> Cserer/Seiringer 2009.

Assoziation von SB mit IKT.<sup>68</sup> Dies deckt sich mit der Beobachtung, dass diese Verbindung hauptsächlich in Form futuristischer Science Fiction (z. B. Biocomputer) in der Populärliteratur auftritt.

## 2.5 FAZIT

Zwischen Synthetischer Biologie und Gentechnik im Allgemeinen gibt es große inhaltliche Überschneidungen. Beide Felder sind durch einen inkrementellen Übergang miteinander verbunden. Daher ist die Frage, ob etwas noch Gentechnik ist oder schon SB, eher eine Sache der Auffassung als aus objektiven Kriterien ableitbar. In den Medien hingegen dominiert die Perspektive des vollkommen Neuen (mit entsprechend daran geknüpften Erwartungen). Die wenigen NGOs, die sich mit dem Thema beschäftigt haben, sind hingegen sichtlich bemüht, Analogien zur grünen Gentechnik hervorzuheben, wiewohl auch hier das Unerhörte (in negativer Perspektive) zum Tragen kommt.

Auch Analogien zwischen SB und Nanotechnologie lassen sich feststellen, und zwar weniger inhaltlich als in Bezug auf das Framing: In beiden Fällen handelt es sich um neue, als besonders innovativ dargestellte Technowissenschaften mit erheblichem Wettbewerbspotenzial, von denen man annimmt, dass sie in der Öffentlichkeit aufgrund ihrer Unbekanntheit und ihres postulierten Risikopotenzials als bedrohlich empfunden werden, weswegen die Notwendigkeit sozialwissenschaftlicher Begleitforschung (ELSI) und öffentlicher Diskussion hervorgekehrt wird.

Laut Umfrageergebnissen ist die Bedeutung der Risikowahrnehmung in der Gentechnik nicht geringer geworden; es gibt aber Hinweise, dass einige Argumente und Befürchtungen, die früher disruptiv waren, heute unter dem Schirm der Ethik aufgefangen werden, ohne dass dies regulative Konsequenzen hätte. Andererseits scheinen heute auch ökonomische Argumente einen höheren Stellenwert einzunehmen. Gründe hierfür mögen einerseits in einem allgemein höheren Interesse an wirtschaftlichen Zusammenhängen und einer stärkeren politischen Ausrichtung an Wettbewerbskriterien liegen. Andererseits scheinen immer mehr Bürger ihre Alltagssituation als prekär zu empfinden und Überlegungen zur Gefährlichkeit neuer Technologien geraten gegenüber anderen Umweltgefahren in den Hintergrund – in Zeiten sozialer Erosion, Finanzkrise und Klimawandel hat man andere Sorgen.

Dazu kommt, dass neue Technologien heute stärker positiv konnotiert sind als in der heißen Phase der Kontroverse um die Grüne Gentechnik. Wesentlich ist hier der Siegeszug der konsumorientierten IKT wie Personal Computer, Mobiltelefonie und Internet, aber auch alternative Energietechnologien wie Solarzellen oder Windkraftanlagen, die in Umfragen große Zustimmung erfahren. Das Faszinosum und das Image von Nachhaltigkeit haben einen völlig anderen Kontext für die Implementierung neuer Technologien geschaffen als ihn die auf die Kontroverse um die Kernenergie aufbauende, an umweltorientierter Technikritik orientierte „Risikogesellschaft“ der 1990er Jahre bot.

<sup>68</sup> Kronberger, persönliche Mitteilung.

Es verwundert daher nicht, dass seitens der beteiligten Wissenschaftler die Verbindung zwischen SB und Informations- und Kommunikationstechnologie angeschlagen wird. Die Herkunft wesentlicher Akteure aus der Internet-Gründergeneration und ihre Nähe zur Wissenschaftskultur der Informatik und anderer Ingenieurwissenschaften eröffnet die Möglichkeit eines (willkommenen) Paradigmenwechsels, der über bloße Inszenierung hinausgeht.

### 3 KOMMUNIKATION DER SYNTHETISCHEN BIOLOGIE

#### 3.1 POTENZIELL KONTROVERSE ASPEKTE

Bislang gab es keine Kontroverse über SB, die es mit der über grüne Gentechnik, nicht einmal eine, die es mit der Kontroverse über Nanotechnologie aufnehmen könnte. Gesellschaftsrelevante Probleme, die in der Literatur angeführt werden, betreffen vielmehr Entwicklungen, von denen angenommen wird, sie könnten einmal zu Kontroversen führen. Es geht also nicht um eine Analyse tatsächlicher Debatten, sondern um eine von antizipierten.

Seit den ersten Darstellungen führen einschlägige Publikationen stets einen Kanon möglicher Probleme an, die durch SB hervorgerufen oder verstärkt werden bzw. neue Facetten erlangen könnten.<sup>69</sup> Diese Probleme gliedern sich in

- Biosecurity (Schutz vor Aktivitäten mit intendierter Schadensfolge, etwa Terrorismus),
- Biosafety (Schutz vor Aktivitäten mit nicht intendierter Schadensfolge, etwa Experimentalunfälle),
- Zugang zur Technologie (etwa Fragen des geistigen Eigentums und Do-it-yourself-Ansätze),
- ethische Grundsatzfragen (wie die Implikationen des „Leben Schaffens“), und
- sozio-ökonomische Probleme (wie nachhaltige Produktion, Energiefragen, globale Monopolisierung).

Bisher fand keines dieser Themen breitere negative öffentliche Resonanz; außerdem wurden in der (spärlichen) öffentlichen Kritik die neuen Ansätze zumeist unter herkömmlicher Biotechnologie eingeordnet.

Wie auch Nanotechnologie wurde SB „begleitbeforscht“. Die Ergebnisse wurden zwar nicht breit rezipiert, schufen aber ein Klima der kritischen Auseinandersetzung in der Wissenschaft, der staatlichen Verwaltung und bei anderen relevanten Akteuren. Gleichzeitig verfestigte die Begleitforschung auch das Dogma vom kommenden

<sup>69</sup> Cho et al. 1999; de Vriend 2006; Tucker/Zilinskas 2006; Garfinkel et al. 2007; ETC 2007, 2008; Rai/Boyle 2007; Balmer/Martin 2008; Schmidt 2008; Bennett et al. 2009; Boldt et al. 2009; Dabrock 2009; Kelle 2009; Schmidt et al. 2009a, 2009b; siehe auch in jüngerer Zeit die Berichte einschlägiger Kommissionen und Organisationen wie EGE 2009; IRGC 2010; OECD/Royal Society 2010; PCSBI 2010; EASAC 2011.

Konflikt – es scheint weitgehend Einigkeit zu bestehen, dass es Kontroversen geben wird. Dabei ist unwesentlich, ob SB als neu gesehen wird oder als Fortführung der Gentechnik und ob den Prognosen über kommende Errungenschaften Glauben geschenkt wird oder nicht.

Vielfach wird vermutet, dass künftige Kontroversen in den bekannten Rahmen von Risiko und Ethik abgehalten werden. Dabei gelten (neben Risiko) insbesondere Fragen des „Leben Schaffens“ als brisante Themen.<sup>70</sup> Allerdings erscheinen ökonomische Gesichtspunkte vielen Stakeholdern wichtiger: Kontroversen unter Fachleuten betreffen vor allem Fragen der Normierung und des geistigen Eigentums.<sup>71</sup>

Gesellschaftlich-ökonomische Aspekte nahmen breiten Raum in diversen Kommissionsberichten ein. Das US Presidential Committee<sup>72</sup> hob neben „biosecurity“ Aspekte von „equity“ und „democratic decision making“ als besonders wichtig hervor. Auch die European Group on Ethics<sup>73</sup> ging in ihrem Bericht auf die Frage geistigen Eigentums ein, ebenso die EASAC<sup>74</sup>, die vor allem forschungspolitische Implikationen hervorhob. Als Gegenstand öffentlicher Kontroversen erscheinen diese Aspekte aber kaum attraktiv.

### 3.2 TYPEN VON WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION IN DER SB

Mittlerweile haben sich mehrere Kommunikationskulturen etabliert, die sich anhand der Analogiebildung zu anderen Technologien unterscheiden lassen. Kritische NGOs etwa sehen SB im Fahrwasser der grünen Gentechnik, mit entsprechender Kommunikationsstrategie. Diese Darstellung von SB findet sich hauptsächlich in Kampagnenmaterial. Demgegenüber halten Vertreter der Forschungspolitik, aber auch viele sozialwissenschaftliche Begleitforscher SB für eine emerging technology ähnlich der Nanotechnologie. Die Kommunikationsstrategie orientiert sich an diesem Vorbild und stellt Elemente einer pro-aktiven Konfliktvermeidung durch Aufklärung und/oder induzierter öffentlicher Debatte in den Mittelpunkt. Diese Darstellung ist insbesondere in der sozialwissenschaftlichen Literatur über SB verbreitet.

Schließlich kommunizieren die Wissenschaftler selbst ein Bild der SB, die der Welt der Computer und des Internets entlehnt ist. Dementsprechend gilt SB als attraktive Technologie mit hohem Spaßfaktor, die (politisch korrekt) unter Beachtung egalitärer oder nachhaltiger Prinzipien umgesetzt wird und auch als Gegenstand moderner Kunst erscheint. Diese Form ist vor allem in Interviews mit prominenten Wissenschaftlern präsent und stellt eine neue Variante der Kommunikation in den Biowissenschaften dar. Dabei lassen sich einige Spielarten unterscheiden, auf die im Folgenden eingegangen wird.

<sup>70</sup> Boldt/Müller/Maio 2009.

<sup>71</sup> Henkel/Maurer 2007; Rai/Boyle 2007; Wellhausen/Mukunda 2009; Oye/Wellhausen 2009.

<sup>72</sup> PCSBI 2010.

<sup>73</sup> EGE 2009.

<sup>74</sup> EASAC 2011.

## Jugendliche Begeisterung: iGEM

Wissenschaftler und Ingenieure, die sich – auf beiden Seiten des Atlantiks – mit der Herstellung standardisierter biologischer Bauteile befassen, tendieren dazu, Analogien und Metaphern aus der IKT zu verwenden. Die Nähe zur IKT ist auch beim Aufbau der eigenen Community zu erkennen. Dabei geht es einerseits um jugendliche Begeisterung, etwa um den Teamgedanken beim iGEM-Wettbewerb, andererseits um die Verbindung zwischen Wissenschaft, Technik, „social media“ und Multimedia. Diese Form von Kommunikation spricht vor allem ein junges, techno-affines, liberales, urban-gebildetes und elitäres Publikum in einer positiv-kritischen Art und Weise an. Einige Beispiele sollen dies erläutern.

Die Gestaltung des iGEM-Wettbewerbs (für „international Genetic Engineering Machine Competition“) nach Vorbildern aus anderen Ingenieursfächern (z. B. Roboterfußball) soll junge, talentierte und motivierte Studenten anziehen, um die „Synbio-Community“ zu stärken.<sup>75</sup> Deutlich sichtbar war dieses Bestreben bei der SB 5.0-Konferenz in Stanford 2011, bei der viele junge iGEM-Veteranen als Nachwuchswissenschaftler teilnahmen.

iGEM erfüllt damit mehrere Rollen in der Kommunikation: Einerseits werden Studenten auf SB aufmerksam gemacht, andererseits sind die iGEM Teams angehalten, ihrerseits einen Beitrag zur Außenkommunikation (outreach) zu leisten, z. B. mittels Fragebögen<sup>76</sup> über Vorträge in Schulen<sup>77</sup>, kurzen Videoclips<sup>78</sup>, durch Gründen eines Kirchenchors<sup>79</sup>, Organisation eines Flashmobs<sup>80</sup> oder die Verwendung von Kunst als Kommunikationsmittel<sup>81</sup>. Eine Website soll zukünftigen iGEM-Teilnehmern helfen, ihre Kommunikationsaktivitäten auf den Erfahrungen vergangener Wettbewerbe aufzubauen.<sup>82</sup> In Ländern mit vergleichsweise geringerem wissenschaftlichen Ansehen tragen iGEM-Erfolge zu einem höheren nationalen Ansehen und damit indirekt zu einer positiven Einstellung der heimischen Bevölkerung gegenüber SB bei (z. B. der dreimalige Sieg des slowenischen Teams oder die Bronzemedaille von Team Panama, über die ausführlich in der jeweiligen Presse berichtet wurde).<sup>83</sup>

iGEM hat sich inzwischen zu einer Vorzeigeveranstaltung entwickelt, die die positiven Aspekte von SB ideal repräsentiert: als spielerisch-kompetitives Faszinosum, egalitär, offen, ohne unmittelbare finanzielle Interessen, sich selbst genügend. Die frei zugänglichen, aufeinander aufbauenden Wissensinhalte stehen auch jungen Leuten fast ohne Vorbildung offen, sofern sie sich nur genug anstrengen. Die Analogie zum Lieblingsgegenstand von Computerfreaks oder Roboter-Bastlern wird dementsprechend

<sup>75</sup> Goodman 2008; Smolke 2009; Mitchell/Dori/Kuldell 2010.

<sup>76</sup> Z. B. <http://2010.igem.org/Team:Warsaw/HP/survey> [Stand: 12.04.2012].

<sup>77</sup> [http://2011.igem.org/Team:UPO-Sevilla/Human\\_Practice/BSIES](http://2011.igem.org/Team:UPO-Sevilla/Human_Practice/BSIES) [Stand: 12.04.2012].

<sup>78</sup> [http://2010.igem.org/Team:EPF\\_Lausanne/Humanpractices\\_Movie](http://2010.igem.org/Team:EPF_Lausanne/Humanpractices_Movie) [Stand: 12.04.2012].

<sup>79</sup> [http://2011.igem.org/Team:Groningen/human\\_practices\\_song](http://2011.igem.org/Team:Groningen/human_practices_song) [Stand: 12.04.2012].

<sup>80</sup> [http://www.youtube.com/watch?v=gdRz8lICg5E&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=gdRz8lICg5E&feature=player_embedded) [Stand: 12.04.2012].

<sup>81</sup> [http://openwetware.org/wiki/iGEM\\_Outreach:Synthetic\\_Biology\\_Art\\_Gallery](http://openwetware.org/wiki/iGEM_Outreach:Synthetic_Biology_Art_Gallery) [Stand: 12.04.2012].

<sup>82</sup> [http://openwetware.org/wiki/iGEM\\_Outreach>About](http://openwetware.org/wiki/iGEM_Outreach>About) [Stand: 12.04.2012].

<sup>83</sup> [http://2011.igem.org/Team:Panama/Human\\_Practice/After\\_iGEM\\_2010](http://2011.igem.org/Team:Panama/Human_Practice/After_iGEM_2010) [Stand: 12.04.2012].

auch gepflegt bis hin zur Propagierung einer „Hacker“-Kultur, deren Mitglieder SB in der Garage betreiben wollen (was aber viel schwieriger umzusetzen ist als in der Informatik).

Diese Außenkommunikation über iGEM hat also wenig gemein mit den moralisierenden Kampagnen von NGOs gegen Gentechnik, die früher unter jungen Leuten Anklang fanden; eher besteht Ähnlichkeit mit dem Image neuer IKT. Der immer wieder von NGOs ins Feld geführte Einwand, die Wissenschaft wäre exklusiver Handlanger von Industrie und Mächtigen (zur Erreichung höherer Marktdominanz) wird unter diesen Bedingungen kaum dem Bild einer Veranstaltung mit vielen motivierten, idealistischen Bachelor-Studenten gerecht. iGEM übernimmt somit auch die Rolle einer Charme-Offensive für die ganze Community<sup>84</sup>, und das kostenfrei (iGEM Teams müssen sich ihre Teilnahme selbst finanzieren).

Neben iGEM hat sich neuerdings ein weiteres, kleineres Format als innovatives Kommunikationsmedium etabliert: der Synbio Slam. Hier haben vorwiegend Nachwuchswissenschaftler die Gelegenheit, ihre Visionen über die Zukunft der SB zu präsentieren.<sup>85</sup> Die Darstellungsform der Ankündigung ist dabei bewusst „cool“ gehalten. Science Slams haben sich mittlerweile auch in anderen Feldern etabliert und zeigen, dass insbesondere die Biowissenschaften ein neues, zeitgemäßes Image annehmen, das sich als coole Antithese zu verstaubt-akademischem Wissenschaftsgebaren darstellt und ein junges, Spaß-affines wie elitäres Publikum anzieht.

### „Venterisierung“: Businesscience

In der Presseberichterstattung sticht neben inhaltsbezogener Reportage die Tendenz zu personenzentrierter Public Relation hervor, wobei mit der Person Craig Venters (aber nicht nur dieser) die Grenzen zu verschwimmen scheinen – der Gegenstand verschwindet hinter der Person. Die Aktivitäten Venters sind äußerst vielfältig; kaum ein Forschungszweig, der irgendetwas mit DNA zu tun hat, gerät nicht in dessen Radar. Venter stilisiert sich gerne als „anti-establishment“-Figur, als „shot-gun wielding geneticist-cowboy“ und „bad boy of science“,<sup>86</sup> kann also als wissenschaftlicher Medienstar bezeichnet werden.<sup>87</sup>

Wissenschaftliche und kommerzielle Ziele lassen sich bei den Aktivitäten Venters kaum auseinanderhalten. Bereits das Wettrennen um die Entzifferung des menschlichen Genoms Ende der 1990er Jahre war ein wissenschaftliches wie kommerzielles Unternehmen. Diese bewusste Janusköpfigkeit ist nach wie vor wesentliches Merkmal von Venters Aktivitäten. Während heute etwa das JCVI (J. Craig Venter Institute) ein öffentlich geförderter Non-Profit-Betrieb ist, dient seine Firma synthetic genomics der kommerziellen Umsetzung der Ergebnisse. Bezüglich Synthetischer Biologie lehnt Venter auch die vielfach verteidigte Open-Source-Praxis ab und vertraut auf kommerzielle Umsetzung mithilfe von Patenten.

<sup>84</sup> Z. B. iGEM Freiburg 2011: <http://www.youtube.com/watch?v=8AUQRlWVb2g&feature> [Stand: 12.04.2012].

<sup>85</sup> Kurzpräsentationen auf <http://www.youtube.com/user/SynBioSlam> [Stand: 12.04.2012].

<sup>86</sup> Balmer/Herreman 2002, S. 222.

<sup>87</sup> Siehe auch Weingart 2001, S. 262 ff.

Allerdings sind auch Vertreter der Open-Source-Praxis Patenten gegenüber nicht abgeneigt, sofern sie praktisch nutzbare, kommerziell verwertbare Entwicklungen betreffen. Daraus ergeben sich ein zwiespältiger Eindruck und eine unklare Rechtslage, die mitunter die Nachteile von Open Source und Patentierung vereint.<sup>88</sup>

### „Nachhaltige Geschäfte“

Die erste Erfolgsmeldung der SB bezog sich auf ein von der Gates Foundation gefördertes Projekt unter der Leitung von Jay Keasling. Es ging um die biologische Herstellung einer Vorstufe des hochwirksamen Malariamittels Artemisinin, das bisher nur aus einer Pflanze (*Artemisia*) gewonnen werden konnte. Über die Jahre hat sich das Artemisinin-Projekt als das Paradebeispiel für sinnvolle Anwendungen der SB herauskristallisiert. Von Anbeginn wurde die Außenwirkung dieses Non-Profit-Projekts, das ein hauptsächlich in Entwicklungsländern virulentes Problem angeht, für das neue Feld mitberücksichtigt. Auch wenn die Gates Foundation das Projekt förderte, weil sie von der Sinnhaftigkeit überzeugt war und genug Geld zur Verfügung stellen konnte, um derart komplexe Vorhaben<sup>89</sup> zu bewältigen, strahlte der philanthropische Charakter auf die SB-Community aus. Es ergab sich der Eindruck, dass die Wissenschaftler der SB hinsichtlich brennender Fragen der Gesundheit und Gerechtigkeit in der Welt besonders sensibilisiert seien.

Keasling gründete in der Folge die Firma Amyris, die aufbauend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen des Artemisin-Projekts versuchte, ähnlich komplexe Stoffwechselwege zur Produktion von Biotreibstoff zu nutzen, freilich mit überwiegend kommerziellem Interesse. Obwohl mittlerweile etliche Biotechnologie-Firmen an Biotreibstoff arbeiten, hält Amyris die mediale Themenführerschaft, wobei Nachhaltigkeit ein wichtiger Aspekt der Firmenphilosophie ist.<sup>90</sup> In einem kürzlich vorgestellten Projekt demonstrierte Amyris die biosynthetische Produktion von Squalan, einer Substanz aus Haifischen, deren Gewinnung vor allem in Asien zu einer besorgniserregenden Jagd auf Haie führt. Mit diesem Projekt verspricht Amyris, die Nachfrage zu befriedigen und die ökologisch wichtigen Haie zu schützen.<sup>91</sup> Ob dies eine realistische Alternative oder ökologische PR ist, lässt sich derzeit nicht abschätzen.

<sup>88</sup> Oye/Wellhausen 2009.

<sup>89</sup> Insgesamt wird der Aufwand für die Etablierung des Stoffwechselweges für eine praktikable Produktion der Artemisinin-Vorstufe auf 150 Personenjahre geschätzt (Ro et al. 2006).

<sup>90</sup> Im Mai 2012 verlaublich Amyris allerdings, die Aktivitäten im Bereich von Biotreibstoffen drastisch herunterzufahren, weil das Upscaling nicht kostenadäquat möglich sei. Siehe <http://gigaom.com/cleantech/amyris-and-the-challenges-of-scaling-biofuels-production-2/> (27.6.2012)

<sup>91</sup> „Squalane has traditionally been sourced from the livers of Squalus genus of dogfish sharks and the fishing of these sharks for such uses has led to their precipitous decline. Alternative sources were investigated deeply when Europe banned the use of Squalane obtained from sharks. Asia continues to use sharks as a source of squalane. Synthetic biology presents an attractive alternative to shark sources of squalene and has been the first 'for-profit' product sold by Amyris, as Artemisinin remains an entirely non-profit product.“ Siehe: Biobricks Foundation 2011, S. 182.

## „Business as usual“

Viele Wissenschaftler in der SB fühlen sich verpflichtet, ihre Tätigkeit breit zu kommunizieren, um Schaden durch eine „feindliche Öffentlichkeit“ von der Wissenschaft fern zu halten. Das US-amerikanische Forschungsnetzwerk SYNBERC veranstaltet daher auch Weiterbildungsworkshops für Lehrer.<sup>92</sup> Im Zentrum steht dabei Unterrichtsmaterial, das für eine speziell dafür eingerichtete Website<sup>93</sup> gestaltet wurde. Diese „Edutainment“-Comics sollen Aspekte von SB in einer für Schüler zugänglichen Form aufbereiten. Diese Initiative ist ein Beispiel für vielfältige Aktivitäten vor allem in den USA, um jungen Leuten die SB näher zu bringen, und zeigt auch die bewusste Analogiebildung zur IKT auf.

## Kunst und Wissenschaft

Ein anderer Zugang wird durch Aktivitäten gekennzeichnet, Künstler, Designer und Filmemacher einzuladen, sich mit SB auseinanderzusetzen. Zwei Veranstaltungen sollen dies exemplarisch veranschaulichen.

Bio:Fiction: Das Science, Art and Film Festival Bio:Fiction 2011 in Wien war eine interdisziplinäre Veranstaltung, die SB einer breiteren Öffentlichkeit präsentierte. Die Motivation lässt sich aus dem Programmheft<sup>94</sup> entnehmen: „Kaum jemand kann sich vorstellen, wie eine Zukunft aussieht, in der Ingenieure in der Lage sind, Lebewesen genauso zu entwerfen und zu konstruieren, wie es heute bereits bei Computern, Autos oder Brücken der Fall ist. Einige sehr optimistische Synthetische Biologen meinen, dass wir in Zukunft – bei der Herstellung neuer Lebewesen – nur noch durch unsere eigene Vorstellungskraft limitiert sein werden. In diesem Fall brauchen wir eine ganze Reihe kreativer Leute, um diese alternative Zukunft zu gestalten.“

Ziel war auch, alternativen „Geschichten der Wissenschaft“ eine Bühne zu geben. Das Programm reichte von einer Einführung in die Synthetischen Biologie über die Darstellung möglicher Anwendungen und Diskussion ethischer Folgen bis zu spekulativen Zukunftsvisionen von Designern und Künstlern. Darüber hinaus veranstaltete Bio:Fiction das weltweit erste Filmfestival zum Thema. Insgesamt 130 Kurzfilme aus 25 Ländern wurden eingereicht, aus denen 52 ausgewählt und bei einer zweitägigen Veranstaltung (13.-14. Mai 2011) gezeigt wurden.<sup>95</sup>

Neben den Beiträgen unabhängiger Filmemacher bei Bio:Fiction präsentierte die Kunstaussstellung „synth-ethic“ von Mai bis Juni 2011 im Naturhistorischen Museum in Wien eine weitere Auseinandersetzung von Kunst und Wissenschaft.<sup>96</sup> Die Organisatoren schrieben:

„Während Künstler zunehmend Biotechnologien anwenden und lebendige Systeme manipulieren, macht sich mit der neuen Disziplin der Synthetischen Biologie eine

<sup>92</sup> <http://synberc.org/content/articles/biobuilder-workshop-2011> [Stand: 12.04.2012].

<sup>93</sup> [www.biobuilder.org](http://www.biobuilder.org) [Stand: 12.04.2012].

<sup>94</sup> [http://www.bio-fiction.com/pdf/biofiction\\_programm\\_web.pdf](http://www.bio-fiction.com/pdf/biofiction_programm_web.pdf) [Stand: 12.04.2012].

<sup>95</sup> <http://bio-fiction.com/videos> [Stand: 12.04.2012].

<sup>96</sup> <http://www.biofaction.com/synth-ethic> [Stand: 12.04.2012].

Ingenieurwissenschaft breit, die ‚Leben‘ nicht nur verändern, sondern von Grund auf neu designen will. International renommierte Künstler in der Ausstellung synth-ethic fragen nach der neuen Dimension dieser Technologie und nach unserer ethischen Verantwortung, wenn Leben synthetisch wird. Ihre Arbeiten untersuchen Spannungsfelder zwischen Molekularbiologie und Ökologie, Architektur und Biochemie, Technik und Natur, Kybernetik und Alchemie.“

Insgesamt zehn international renommierte Bio-Künstler zeigten ihre (teils lebenden) Arbeiten.<sup>97</sup> Detailinformationen zu Ausstellung, einzelnen Werken und Gesamtkonzeption finden sich im Ausstellungskatalog<sup>98</sup>, Kommentare erschienen u. a. im *New Scientist*<sup>99</sup> und im *Science Magazine*<sup>100</sup>.

### 3.3 FAZIT

Die Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten und potenziell kontroversen Themen rund um SB setzte bereits früh ein – zum Teil noch bevor überhaupt technische Entwicklungen so weit gediehen waren, dass sich abschätzen ließ, welche Aspekte aufgeworfen werden könnten. Hier wurde das Vorbild der Nanotechnologie schlagend: Da SB als nächste strategische („emerging“) Technologie galt, übernahm man die Vorgehensweise, mit der man Nanotechnologie gesellschaftlich implementierte, und damit auch gewisse Vorstellungen von einem verantwortungsvollen Umgang.

Diese implizite Analogiebildung veranlasste u. a. die amerikanische Forschungsgruppe SYNBERC, ein „human practices“-Programm zu installieren, in dem gesellschaftliche Auswirkungen („ramifications“) untersucht werden sollten.<sup>101</sup> Diese Aktivitäten orientierten sich u. a. an der Kritik am ELSA-Programm des Human Genome Projects, das ob seiner Abgrenzung zum Wissenschaftsbetrieb oft kritisiert wurde. Es blieb aber unklar, ob und wie das „human practices“-Programm je auf die technische Entwicklung Einfluss nehmen könnte.

Institute der Technikfolgenabschätzung und Ethikkomitees entfalteten zahlreiche Begleitforschungsaktivitäten, die zu erstaunlich ähnlichen Ergebnissen nicht nur in Bezug auf die zu untersuchenden Bereiche, sondern auch bezüglich der Beurteilungen und Empfehlungen kamen. Dabei erwiesen sich Fragen der Sicherheit vor absichtlichen oder unabsichtlichen Schadeinwirkungen als zentral. Daneben ergaben sich Fragen des

<sup>97</sup> Rachel Armstrong: „A Natural History of Protocells“; Art Orienté objet: „Que le cheval vive en moi“; Adam Brown/Robert Root-Bernstein: „Origins of Life“; Joe Davis: „Bacterial Radio“; Andy Gracie: „Autoinducer“; Roman Kirschner: „Roots“; Chanteau/Tour: „Nanopotians“; Tuur Van Baalen: „Pigeon d’Or“; Paul Vanouse: „Latent Figure Protocol“; Tissue Culture and Art Project: „Semi-living Worry Dolls“.

<sup>98</sup> [http://www.markusschmidt.eu/pdf/gallery\\_guide\\_web.pdf](http://www.markusschmidt.eu/pdf/gallery_guide_web.pdf) [Stand: 12.04.2012].

<sup>99</sup> <http://www.newscientist.com/blogs/culturelab/2011/05/unnatural-art.html> [Stand: 12.04.2012].

<sup>100</sup> <http://www.sciencemag.org/content/333/6047/1242> [Stand: 12.04.2012].

<sup>101</sup> Deren Leiter, der streitbare Philosoph Paul Rabinow, überwarf sich später mit den Naturwissenschaftlern, und das Programm wurde in stark eingeschränkter Form unter Leitung von Drew Endy, einem der führenden Synthetischen Biologen, weitergeführt. Siehe „Berkeley Scholar Raises Alarm on Synthetic Biology“: <http://www.baycitizen.org/science/story/berkeley-scholar-raises-alarm-synthetic> [Stand: 12.04.2012].

Zugangs zur Technologie, insbesondere des Umgangs mit geistigem Eigentum. Schließlich standen ethische Fragen in Zusammenhang mit der Behauptung an, SB könne Leben schaffen. All diese Auseinandersetzungen fanden auf Expertenebene statt. NGOs waren selten in der Debatte vertreten; lediglich die ETC Group versuchte, sich ins Bild zu bringen, und zog enge Parallelen zur grünen Gentechnik.

Parallel dazu entwickelte sich eine völlig andere Schiene der Kommunikation, die von der Herkunft führender Synthetischer Biologen aus den Ingenieurwissenschaften, insbesondere der Informatik geprägt war, etwa der Studentenwettbewerb iGEM oder diverse künstlerische Auseinandersetzungen mit dem Thema. Führende Wissenschaftler erschienen in Presseberichten als charismatische Wissenschaftsunternehmer oder als Forscher, die mit ihren Arbeiten vor allem dem Gemeinwohl verpflichtet sind bzw. Auswüchsen der kommerziellen Aneignung öffentlicher Forschungsergebnisse (qua open source) die Stirn bieten.

So hat sich ein heterogenes Bild der SB entwickelt: einerseits wenige NGOs, die SB in eine Reihe mit der grünen Gentechnik stellen und kritisieren, auf der anderen Seite Sozialwissenschaftler und Experten aus der Forschungspolitik, die das Feld als eines von mehreren neuen „emerging“ Technologien sehen, und schließlich Naturwissenschaftler, die SB aktiv betreiben und dabei Praktiken der Kommunikation über ihr Feld anwenden, wie man sie aus dem Bereich der IKT kennt. Hier ergibt sich eine Differenzierung in mehrere Spielarten, die jede für sich als Paradigma für eine typische Form gesellschaftlichen Umgangs mit moderner Technologie zu Beginn des 21. Jahrhunderts gelten kann.

## 4 WEGE ZU EINER GEDEIHLICHEN KOMMUNIKATION VON SB

### 4.1 DIE HYPE-GESELLSCHAFT

Derzeit scheinen Konflikte über SB in der Art, wie sie über grüne Gentechnik geführt wurden, nicht sehr wahrscheinlich. Weder ist das mediale und gesellschaftliche Umfeld entsprechend rezeptiv (wie etwa bei der Gentechnik durch vorangegangene Nahrungsmittelkonflikte), noch zeigen die infrage kommenden Akteure Interesse, sich auf eine Konfrontation einzulassen.<sup>102</sup> Zu unterschiedlich sind auch die bisher feststellbaren Formen der Kommunikation. Zukünftige Kontroversen über SB sind aber auch nicht auszuschließen, weil unklar ist, wie sich die je nach Anwendungsbereich relevanten Umfelder entwickeln werden – schließlich zeichnen sich mögliche Anwendungen erst in Umrissen ab. Weiterhin ist unklar, welche Kommunikationsform dominieren wird: die von NGOs propagierte Form wie in der grünen Gentechnik, die von manchen ELSI-Forschern<sup>103</sup> anvisierte Form wie in der Nanotechnologie oder die von etlichen SB-Wissenschaftlern und Ingenieuren präferierte Form wie in der IKT.

<sup>102</sup> Torgersen/Hampel 2011.

<sup>103</sup> Z. B. Balmer/Martin 2008.

Wenn kaum empirische Anhaltspunkte auszumachen sind, woher speisen sich dann die Unkenrufe, dass die Öffentlichkeit neue Technologien wie SB ablehnen würde? Abgesehen von der ubiquitären Referenz auf grüne Gentechnik lässt sich ein Bezug zu der Art und Weise herstellen, wie die Potenziale moderner „Technosciences“ kommuniziert werden. Hier ergibt sich die erste Gefahr für eine gedeihliche Kommunikation.

Balmer/Herreman zählen drei Punkte auf, die Wissenschaftler bei der Einbettung von SB in die Gesellschaft beherzigen sollten:

„The need for scientists to engage with the public early in the development of synthetic biology to ensure that research does not get ahead of public attitudes; synthetic biology must not be over-hyped by its supporters and critics should not exaggerate the risks it poses; current regulations and guidelines should be reviewed to ensure that an appropriate governance framework is in place before synthetic biology applications are introduced.“<sup>104</sup>

Es geht also um frühe Kommunikation, um realistische Darstellung und um ausreichende Regulierung. Die meisten Experten sind sich einig, dass die Regulierung derzeit ausreicht. Außerdem bestehen glaubhafte Absichten, die technische Entwicklung im Auge zu behalten, um die Regulierung gegebenenfalls zu adaptieren. Bezüglich früher Kommunikation attestieren die Autoren Forschern wie Venter angesichts seiner Vortrags- und Interviewtätigkeit: „In many respects, Venter had done what this report asks from scientists“.<sup>105</sup> Auch andere Wissenschaftler (wie Endy) sorgen für genügend Publizität. Es bleibt als wesentliche Aufgabe eine realistische Kommunikation.

SB wird – wie Nanotechnologie – als Teil einer Entwicklung dargestellt, die zukunftsweisend ist und Wissenschaft und Technik maßgeblich prägen wird. Die Verheißungen, die ihr dabei zugeschrieben werden, deuten auf ihre Wirkungsmacht – mit negativen Vorzeichen aber auch auf ihr Schadenspotenzial. Die Beschwörung einer drohenden Gefahr ist also der siamesische Zwilling des Nutzenversprechens. Übertriebene Darstellungen der Möglichkeiten, grundlegende Probleme zu lösen, gehen oft mit ebensolchen Warnungen einher, dass ein ungeheures Bedrohungspotenzial erwachsen würde. Beides gründet sich auf die gleichen Extrapolationen technisch-wissenschaftlicher Entwicklungen.<sup>106</sup> Diese Beschwörung kann, muss aber nicht immer intendiert sein. Oft ist sie bloß ein Nebeneffekt der Jagd nach medialer Aufmerksamkeit.<sup>107</sup>

Dem Problem, mögliche Entwicklungen in einem übertrieben rosigen Licht darzustellen (um Fördergelder zu lukrieren) bzw. als große Gefahr an die Wand zu malen (um Gegenmaßnahmen zu provozieren), ist nicht mit Appellen zu begegnen, realistisch zu

<sup>104</sup> Balmer/Herreman 2009, S. 220.

<sup>105</sup> Ebenda.

<sup>106</sup> Sauter 2011. Allerdings ist die Problemlage im Fall Synthetische Biologie von der Größenordnung her nicht mit der bei Nanotechnologie zu vergleichen. Zum Vergleich: Die EU-Förderung der Nanotechnologie allein im FP7 betrug 3,5 Mrd. Euro, die für Synbio bestenfalls 10 Mio, vgl. Pei et al. 2011.

<sup>107</sup> Nerlich 2009.

argumentieren. Vielmehr sind diese Praktiken inhärent mit einem Wissenschaftsbetrieb verbunden, der projektförmig organisiert ist und für jedes Vorhaben um Fördergelder ansuchen muss. Wissenschaftler, aber auch Politiker (insbesondere in den USA) greifen auch zuweilen zum Aufbausuchen drohender (Terror-) Gefahren, wenn es darum geht, Gelder für die Erforschung von Gegenmaßnahmen einzuwerben.<sup>108</sup> Allein die zivilen Biodefense-Aktivitäten der USA verschlangen in den letzten 10 Jahren 65 Milliarden Dollar, ohne das gewünschte Sicherheitsziel zu erreichen.<sup>109</sup>

Desgleichen kämpft jedes Medium mit dem Problem, Aufmerksamkeit zu erregen, was insbesondere dann gelingt, wenn besonders aufwühlende Perspektiven präsentiert werden. Aber nicht nur Medien, auch Förderorganisationen und Universitäten stehen unter Erfolgsdruck und müssen ihre Programme nach außen rechtfertigen.<sup>110</sup> NGOs übertreiben in ihrem Kampf um Aufmerksamkeit für SB umso mehr, als sie die Horrorszenarien der grünen Gentechnik übertreffen müssen. Die Politik hat alle Mittel, die sie für Forschung und Entwicklung ausgibt, einer skeptischen Öffentlichkeit zu erklären, was umso leichter möglich ist, je großartiger die Perspektiven sind. Und die sozialwissenschaftliche Begleitforschung lebt davon, mögliche Folgen der jeweils nächsten „neuesten“ Technologie abzuschätzen.

Es steht also zu befürchten, dass eine realistische Darstellung möglicher Implikationen in einem Feld, das in Etablierung begriffen ist, kaum Maßstab der Kommunikation wird. Aufforderungen seitens besonnener Wissenschaftler,<sup>111</sup> Übertreibungen doch bitte sein zu lassen, bleiben angesichts der Interessenlage fromme Wünsche. Auf der Strecke bleibt ein Kopf schüttelnder Otto Normalverbraucher als Adressat, Financier und womöglich Betroffener.

## 4.2 ZIELE VON KOMMUNIKATION

Der Kommunikation wissenschaftlicher Inhalte kommt in Zeiten der Wissenschaftsgesellschaft eine immer größere Bedeutung zu.<sup>112</sup> Die „Medialisierung der Wissenschaft“<sup>113</sup> macht das breitenwirksame Mitteilen wissenschaftlicher Entdeckungen und technologischer Entwicklungen an einen wachsenden Kreis von Adressaten außerhalb der Scientific Community zur (über)lebensnotwendigen Übung für die Forscher.

In der Vergangenheit ging es meist um das Vermitteln neuer Sachverhalte in geeigneter Form an die Öffentlichkeit.<sup>114</sup> Konkret wurde und wird versucht, neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen über verschiedene Medien einem mehr oder weniger interessierten Laienpublikum nahezubringen. Dabei greifen Journalisten auf

<sup>108</sup> Klotz 2007.

<sup>109</sup> Graham et al. 2011.

<sup>110</sup> Weingart 2001, S. 247.

<sup>111</sup> Vor allem in Europa, vgl. de Lorenzo 2010.

<sup>112</sup> Schäfer 2007, S. 10; Weingart 2001, S. 11 ff.

<sup>113</sup> Weingart 2001, S. 244.

<sup>114</sup> Für eine Übersicht über unterschiedliche Definitionen siehe Burns/O'Connor/Stocklmayer 2003.

Darstellungen von Wissenschaftlern zurück, die darauf hoffen, dass die Presseberichte oder die Fernsehsendungen ihren eigenen wissenschaftlichen Standards gerecht werden. Diese Hoffnung wird oft enttäuscht, denn die Aktualitätskriterien journalistischen Arbeitens lassen sich nur selten mit den Objektivitätskriterien wissenschaftlicher Darstellung vereinbaren.<sup>115</sup> Das wirft die Frage nach den Erwartungen auf, die mit Vermittlungsbemühungen verbunden sind, und hier ergibt sich die zweite Gefahr für eine gedeihliche Kommunikation, nämlich unklare und mehrdeutige Zielbestimmungen.

Liegt das Ziel in der *Vermeidung von Konflikten* (wie der um die Gentechnik), die das Realisieren der innovativen Potenziale gefährden würden? Heißt also „gedeihlich“ in erster Linie eine hohe Akzeptanz, d. h. eine positive Rückmeldung seitens der Öffentlichkeit, die möglichen Erwartungen der Entwickler und Proponenten der Technologie nahe kommt? Soll also SB so beliebt werden wie zum Beispiel *Solarenergie*?

Geht es um die *Vermeidung ökonomischer Einbußen* und Standort-Nachteile, auch wenn die Technologie nicht unumstritten ist? Steht also die Sicherstellung des (ökonomischen) Normalfalles einer nachhaltigen Implementierung der Technologie im Zentrum des Interesses, wobei Kritik von der allgemeinen, unhinterfragten Nutzung mehr oder weniger zugedeckt wird? Der *Mobilkommunikation* etwa wurden verschiedentlich Risiken zugeschrieben und es gab gelegentlich Konflikte; sie hat sich aber aufgrund des praktischen Nutzens für die breite Masse der Bevölkerung (und einer werbeunterstützten Mode) schnell durchgesetzt.

Sollen mögliche *Konflikte frühzeitig erkannt* werden, um ihnen wirksam zu begegnen? Geht es um Frühwarnung und Vorsorge, und zwar nicht um mögliche Auswirkungen wie in der Technikfolgenabschätzung, sondern um gesellschaftliche Auseinandersetzungen als mögliche unerwünschte Nebenfolgen? Ist das Muster also die *Nanotechnologie*, von der behauptet wurde, sie könnte auf Ablehnung in der Öffentlichkeit stoßen?

In einer politischen Perspektive lassen sich ebenfalls unterschiedliche Ziele ausmachen:

Soll einer umfassenden *Innovationsorientierung*, wie sie in der Politik der EU-Kommission (zumindest rhetorisch) zum Ausdruck kommt, zum Durchbruch verholfen werden? Soll es die Politik dabei einfacher haben in Zeiten abnehmender nationaler Spielräume, ökonomisch determinierter Entscheidungen und medialer Dominanz? Soll lästiges Sperrfeuer der Zivilgesellschaft (d. h. Kampagnen von Umwelt-NGOs) vermieden werden?

Geht es um das Ziel der *politischen Einbettung* einer neuen Technologie in eine Gesellschaft aus informierten Bürgern, die sich ihrer Rolle als Wähler, Konsumenten und Citoyens bewusst sind und rational handeln? Sind also informierte demokratisch-politische und ökonomische Entscheidungen über die Einführung oder Ablehnung einer Technologie das Ziel?<sup>116</sup>

<sup>115</sup> Luhmann 1995.

<sup>116</sup> Allerdings fragt sich, ob es sich hierbei um eine realistische Gestaltungsoption für die Technologiepolitik handelt oder eher um eine romantische Vorstellung von in die Jahre gekommenen Soziologen, die dem Ideal eines herrschaftsfreien Diskurses nachhängen.

Soll die *Technik selber verbessert* werden, um gesellschaftlichen Bedürfnissen besser zu entsprechen, und wenn ja, in welcher Weise und nach wessen Interessen? Geht es um in die Gesellschaft ausgelagerte Technologie- und Produktentwicklung im Sinne eines „constructive technology assessment“ unter Einbeziehung möglichst vieler Stakeholder? Ist also „responsible innovation“, wie sie die EU-Kommission propagiert, das Ziel?<sup>117</sup>

### 4.3 EIN- UND ZWEI-WEGE-KOMMUNIKATION

Ein weiterer Stolperstein auf dem Weg zu einer gedeihlichen Kommunikation liegt in deren Form. Zunächst sind Ein-Weg- und Zwei-Wege-Kommunikation zu unterscheiden. In einer Ein-Weg-Kommunikation wird Information aus der Wissenschaft im Sinne eines „public understanding of science“<sup>118</sup> einem als informationsbedürftig geltenden Publikum vermittelt. Wissenschaftliches Wissen erscheint höherwertig, die Auswahl wird einem unwissenden Publikum seitens der Experten abgenommen.<sup>119</sup> Implizit wird vorausgesetzt, dass Wissen Akzeptanz sozusagen naturwüchsig nach sich ziehe – auch bei wissenschaftlichen Neuerungen gilt: Worüber man etwas weiß, davor hat man keine Angst und kann die damit verbundenen Vorteile erkennen.

Ein-Weg-Kommunikation wird oft auch als Mittel angesehen, mittels Public Relation das Bild einer Berufsgruppe in der Öffentlichkeit zu verbessern. Ein anschauliches Beispiel auf hohem Niveau ist etwa die Initiative der US National Academy of Engineering (2008), das Berufsbild des Ingenieurs in der Öffentlichkeit zurechtzurücken. Die Empfehlungen auf der Basis empirischer Erhebungen beinhalten z. B. die konsistente Verwendung bestimmter Botschaften, die Ingenieure positiv als Innovatoren des täglichen Lebens darstellen, zu vermitteln in einer nationalen koordinierten Kampagne analog zu Produktwerbungen oder Gesundheitsaufrufen. Vielfach wird argumentiert, dazu bedürfe es einer koordinierten, kampagnenförmigen Anstrengung, in der die zu vermittelnden Inhalte aufgrund empirischer Erhebungen zentral festgelegt und koordiniert unter das Publikum gebracht werden, wobei die Effekte der Kampagne nachträglich überprüfbar sein sollten. Allerdings hat sich diese Strategie im Fall der grünen Gentechnik als nicht zielführend heraus gestellt. Zahlreiche Kampagnen wurden bereits lanciert; der Erfolg lässt nach wie vor auf sich warten.

Ein-Weg-Kommunikation hat außerdem den Nachteil, mit Reklame assoziiert zu werden. Sie ist daher in manchen Kreisen in Verruf geraten. Mittlerweile gilt die Zwei-Wege-Kommunikation, in der eine (wie immer definierte) Zielgruppe an die Absender der Information zurück kommuniziert, als weniger verfänglich. Viele Protagonisten einer wissenschaftszentrierten Sicht sehen heute gerade in der Zwei-Wege-Kommunikation die Möglichkeit, ihre Botschaft effizienter zu verbreiten, weil sich die Adressaten intensiver damit auseinandersetzen. Außerdem eröffnet sie die Möglichkeit, Präferenzen in der

<sup>117</sup> Kritik in der Öffentlichkeit galt ja bisher selten als wesentlicher Grund für technisch-ökonomische Entscheidungen – mit Ausnahme der landwirtschaftlichen Gentechnik.

<sup>118</sup> Durant/Thomas 1987.

<sup>119</sup> Weingart 2001, S. 245.

Öffentlichkeit festzustellen, die bei zukünftigen Kommunikationsvorhaben berücksichtigt werden können – mit anderen Worten herauszufinden, wo „die Leute der Schuh drückt“.<sup>120</sup>

Eine andere Strategie könnte auf die Einbeziehung von Stakeholdern und potenziellen Nutzern bzw. Laien mittels Zwei-Wege-Kommunikation abzielen. Auch hier gibt es Erfahrungen mit der grünen Gentechnik; bereits früh wurde begonnen, partizipative Verfahren mit dem Ziel durchzuführen, den Konflikt zu entschärfen – entweder, um ein für alle Mal die kognitiven Grundlagen von Risikopostulaten außer Streit zu stellen<sup>121</sup> oder gesellschaftlich relevante Aspekte zu diskutieren, die im Risikodiskurs untergehen.<sup>122</sup> Auch hier kam man dem Ziel, die Kontroverse zu entschärfen, nicht näher. Selbst wenn man den Vorwurf der Akzeptanzbeschaffung außer Acht lässt, wird beklagt, dass solche Verfahren lediglich Informationsveranstaltungen der gehobenen Art für ein winziges Publikum seien, dass kein Interesse seitens der Öffentlichkeit bestünde und Teilnehmer mühsam angelockt werden müssten, dass sie in einer quasi-experimentellen Atmosphäre bloß Expertenmeinungen reproduzierten, dass die Ergebnisse keine Wirkung hätten, weil den Verfahren im institutionellen oder politischen Kontext keine Aufgabe zukäme oder dass sie überhaupt nur durchgeführt würden, weil professionelle Veranstalter (oft aus der TA-Branche) gerne solche Verfahren managten und analysierten.<sup>123</sup>

In beiden Fällen setzten Kommunikationsanstrengungen allerdings erst zu einem Zeitpunkt ein, als die Meinungen bereits verfestigt waren. Daher fordern viele Forscher der Science and Technology Studies (STS), die Kommunikation „upstream“ zu verlegen, also bereits zu einem frühen Zeitpunkt in der Technikentwicklung mit der Öffentlichkeit ins Gespräch zu kommen.<sup>124</sup> Gerade das Beispiel des verantwortungsvollen Umgangs mit Nanotechnologie hat demnach die Notwendigkeit gezeigt, bereits frühzeitig mit der Debatte um die gesellschaftlichen Aspekte zu beginnen. Auch die Europäische Kommission liefert unter dem Begriff des „Responsible Research and Innovation“<sup>125</sup> entsprechende Vorschläge, wie insbesondere mit im Entstehen begriffenen Technologien verantwortlich umgegangen werden kann, indem Stakeholder und verschiedene Öffentlichkeiten frühzeitig eingebunden werden.

Allerdings argumentierte Joyce Tait,<sup>126</sup> dass der Anspruch, mit „upstream engagement“ die Technikentwicklung demokratischer zu machen, überzogen sei, weil zu einem derart frühen Zeitpunkt kaum etwas diskutiert werden könne – was die Gesellschaft betreffen könnte, werde durch konkrete Anwendungen bewirkt, die zu diesem Zeitpunkt

<sup>120</sup> Degelsegger/Torgersen 2011.

<sup>121</sup> van den Daele 1994.

<sup>122</sup> Z. B. Joss 1995.

<sup>123</sup> Bogner 2011.

<sup>124</sup> Z. B. Rogers-Hayden/Pidgeon 2007.

<sup>125</sup> siehe Sutcliffe 2011

<sup>126</sup> Tait 2009.

völlig hypothetisch sind.<sup>127</sup> Allerdings würde Technikgegnern eine Bühne eingeräumt und Partizipation ad absurdum geführt, weil die Teilnehmer die Sinnlosigkeit des Unterfangens bemerkten. So würden Forschungszweige abgewürgt, die fürchten müssten, nicht genügend Unterstützung in „upstream“-Prozessen zu erhalten – möglicherweise die innovativsten.

Es scheint also, dass klassische Formen der Ein-Weg-Kommunikation (etwa PR-Kampagnen) zu kurz greifen. Aber auch partizipative Verfahren herkömmlicher Art (z. B. Konsensus-Konferenzen) sowie neuere Formen der Einbeziehung („upstream engagement“) weisen keinen Königsweg. Für eine gedeihliche Kommunikation, die zu einer gesellschaftlichen Einbettung neuer Technologien führt, ist es erforderlich, die Stärken dialogischer Kommunikationsformen konkret zu nutzen und ihre Schwächen realistisch einzuschätzen.

#### 4.4 GESELLSCHAFTLICHE ANEIGNUNG IM DIALOG ALS ZIEL

Es lässt sich argumentieren, dass in dem Maße, in dem eine Technologie bzw. bestimmte Anwendungen Gegenstand von Diskussion und Nutzung sind, der Weg zu einer gesellschaftlichen Aneignung beschritten wird. Sind neue Technologien noch kaum als Produkte verfügbar, eine Nutzung in der Praxis also kaum möglich, muss man zum Diskutieren über den Gegenstand theoretisch einigermaßen Bescheid wissen. Das bedeutet, dass ausreichende Information eine Voraussetzung für die gedeihliche Kommunikation ist. Diese Information zu vermitteln, ist die Bringschuld von Wissenschaft, Technik und Industrie.

Allerdings müssen sich die „members of the public“ auch dafür interessieren. Wissenschaftskommunikation in den Medien, in Museen und auch bei Veranstaltungen aller Art hat hier in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Dass die Öffentlichkeit zu wenig über moderne Technologien mitbekommt, kann ausgeschlossen werden – wen immer es interessiert, der hat die Möglichkeit, sich zu informieren. Das ist nicht zuletzt eine Auswirkung der erwähnten übertriebenen Darstellungen von Möglichkeiten und Gefahren; allerdings sind die Informationen, die auf diese Weise vermittelt werden, für den interessierten Laien schwer einzuordnen. Hier eine realistische Alternative anzubieten, wäre ein Schritt zur gedeihlichen Aneignung.

Information allein reicht jedoch nicht. Wenn Information mit der Erwartung vermittelt wird, damit Akzeptanz zu sichern, wird diese vermutlich enttäuscht. Wissen ist notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für eine positive Einschätzung,<sup>128</sup> die sich kaum intentional herstellen lässt. Aneignung hingegen ergibt sich durch Umgang – in der Praxis oder, wenn dies mangels Anwendungen nicht möglich ist, im Diskurs. Auch hier hat sich

<sup>127</sup> Dies ist eine Variante des sogenannten Collingridge-Dilemmas in der Technikfolgenabschätzung: Wenn noch ein Eingreifen bzw. eine Richtungsänderung möglich wäre, gibt es zu wenige Anhaltspunkte, um abschätzen zu können, wohin die Reise geht. Später weiß man mehr, aber die Trajektorien (und Meinungen, könnte man ergänzen) sind festgelegt.

<sup>128</sup> Gaskell et al. 2004.

gegenüber vergangenen Tagen einiges getan. Diskurse über neue Technologien werden heute deswegen anders geführt als zu Zeiten der Kontroverse um die grüne Gentechnik, weil der Kontext sich verändert hat. Heute bestehen andere Herausforderungen für die Kommunikation, aber auch andere Ansatzpunkte. Aneignung hat daher heute ein anderes Gesicht als zu Zeiten der Gentechnik-Kontroverse.

Die hohen Erwartungen an partizipative Verfahren allerdings ließen sich nicht umsetzen. Eine Quelle von Frustration mag darin liegen, dass sie nur in Ausnahmefällen Entscheidungen erleichtern, weil solche Verfahren damit sowohl inhaltlich als auch von der Legitimation her überfordert sind. Sie können allerdings einen wesentlichen Beitrag zum experimentellen Umgang mit einem potenziell kontroversen Thema leisten und damit die gesellschaftliche Aneignung erleichtern. Das bedeutet, geeignete Foren zu finden oder zu schaffen, in denen zivilisiert diskutiert werden kann und wo die Teilnehmer bereits zum Prozess des Framings,<sup>129</sup> also unterschiedlicher Rahmungen des Themas beitragen können. Hier sollten sich verschiedene Frames erproben, Analogien auf den Prüfstand stellen und anhand konkreter Fragestellungen Werthierarchien erarbeiten lassen. Welche Form solche Foren haben sollten, hängt aber stets vom konkreten Fall ab. Eine brauchbare Theorie hierüber bleibt derzeit ein sozialwissenschaftliches Desiderat – es verwundert, dass diesbezüglich so wenig Engagement besteht.

Bei all dem darf nicht vergessen werden, dass Verfahren nur kleine Ausschnitte der Wirklichkeit sind, sozusagen Reagenzgläser, in denen musterhaft bestimmte Reaktionen vor sich gehen, die anderswo – draußen in der Gesellschaft – vielleicht ähnlich ablaufen, vielleicht auch nicht. Letztlich entscheidend ist aber das, was „draußen“ geschieht, und das ist für die SB sicherlich anders als im Fall der grünen Gentechnik.

Die wichtigste Lehre aus der Erfahrung mit den Kontroversen der Vergangenheit ist also, keine voreiligen Schlüsse zu ziehen.

## 5 LITERATUR

### **Andrianantoandro et al. 2006**

Andrianantoandro, E./Basu, S./Karig, D. K./Weiss, R.: "Synthetic Biology: New Engineering Rules for an Emerging Discipline". In: *Mol. Syst. Biol.* 2, 2006.0028, 2006

### **Balmer/Herreman 2009**

Balmer, A./Herreman, C.: "Craig Venter and the Re-programming of Life: How Metaphors Shape and Perform Ethical Discourses in the Media Presentation of Synthetic Biology". In: Nerlich, B./Elliott, R./Larson, B. (Hrsg.): *Communicating Biological Sciences. Ethical and Metaphorical Dimensions*, Farnham, UK/Burlington, VT: Ashgate 2009, S. 219-234.

---

<sup>129</sup> Dahinden 2006.

**Balmer/Martin 2008**

Balmer, A./Martin, P.: *Synthetic Biology: Social and Ethical Challenges*. URL: [http://www.bbsrc.ac.uk/web/FILES/Reviews/0806\\_synthetic\\_biology.pdf](http://www.bbsrc.ac.uk/web/FILES/Reviews/0806_synthetic_biology.pdf) [Stand: 12.04.2012].

**Bauer 1997**

Bauer, M. W. (Hrsg.): *Resistance to New Technology. Nuclear Power, Information Technology and Biotechnology*, Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

**Benner/Sismour 2005**

Benner, S. A./Sismour, A. M.: "Synthetic Biology". In: *Nat. Rev. Genet.* 6, 2005, S. 533-543.

**Bennett et al. 2009**

Bennett, G./Gilman, N./Stavrianakis, A./Rabinow, P.: "From Synthetic Biology to Biohacking: Are We Prepared?" In: *Nature Biotechnology*, 27, 2009, S. 1109-1111.

**Biobricks Foundation 2011**

Biobricks Foundation: *SB 5.0: The Fifth International Meeting on Synthetic Biology*. URL: <http://sb5.biobricks.org/files/sb5-program-bookv3.pdf> [Stand: 12.04.2012].

**Bogner 2011**

Bogner, A.: *Die Ethisierung von Technikkonflikten – Studien zum Geltungswandel des Dissenses*, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft 2011.

**Boldt/Müller/Maio 2009**

Boldt, J./Müller, O./Maio, G.: *Synthetische Biologie. Eine ethisch-philosophische Analyse* (hrsg. von der Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich, Bern), Bern: Bundesamt für Bauten und Logistik BBL, 2009.

**Bonfadelli 1999**

Bonfadelli, H. (Hrsg.): *Gentechnologie im Spannungsfeld von Politik, Medien und Öffentlichkeit*. Reihe Diskussionspunkt, Band 37, Zürich: Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung der Universität Zürich, 1999.

**Burns/O'Connor/Stocklmayer 2003**

Burns, T. W./O'Connor, J./Stocklmayer, S.: "Science Communication: A Contemporary Definition". In: *Public Understanding of Science*, 12, 2003, S. 183-202.

**Canton et al. 2008**

Canton, B./Labno, A./Endy, D.: "Refinement and standardization of synthetic biological parts and devices". In: *Nature Biotechnol* 26, 2008, S. 787-793.

**Cho et al. 1999**

Cho, M. K./Magnus, D./Caplan, A. L./McGee, D.: "Policy Forum: Genetics. Ethical Considerations in Synthesizing a Minimal Genome". In: *Science*, 286, 1999, S. 2089-2090.

**Cserer/Seiringer 2009**

Cserer, A./Seiringer, A.: "Pictures of Synthetic Biology: A Reflective Discussion of the Representation of Synthetic Biology (SB) in the German-Language Media and by SB Experts". In: *Syst. Synth. Biol.* 3, 2009, S. 27-35.

**Dabrock 2009**

Dabrock, P.: "Playing God? Synthetic Biology as a Theological and Ethical Challenge". In: *Syst. Synth. Biol.*, 3, 2009, S. 47-54.

**Dahinden 2006**

Dahinden, U.: *Framing. Eine integrative Theorie der Massenkommunikation*, Konstanz: UVK, 2006

**Degelsegger/Torgersen 2011**

Degelsegger, A./Torgersen, H.: "Participatory Paternalism: Citizens' Conferences in Austrian Technology Governance". In: *Science and Public Policy* 38:5, 2011, S. 391-402.

**DFG/acatech/Leopoldina 2009**

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften/Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina: *Synthetische Biologie. Stellungnahme*, Bonn: Wiley-VCH 2009.

**DeLorenzo 2010**

DeLorenzo, V.: "Environmental Biosafety in the Age of Synthetic Biology: Do We Really Need a Radical New Approach?" In: *Bioessays*, 32, 2010, S. 926-931.

**DeLorenzo 2011**

DeLorenzo V.: Beware of metaphors: chasses and orthogonality in synthetic biology. In: *Bioeng. Bugs* 2:1, 2011, S. 3-7.

**Deplazes 2009**

Deplazes, A.: Piecing together a puzzle. An exposition of synthetic biology. In: *EMBO Reports*, 10:5, 2009, S. 428-432.

**deVriend 2006**

deVriend, H.: *Constructing Life. Early Social Reflections on the Emerging Field of SB* (Working Document 9), The Hague: Rathenau Instituut, 2006

**Durant/Gaskell/Bauer 1998**

Durant, J./Gaskell, G./Bauer, M. (Hrsg.): *Biotechnology in the Public Sphere: A European Sourcebook*, London: Science Museum Press, 1998.

**Durant/Thomas 1987**

Durant, J./Thomas, G.: "Why Should We Promote the Public Understanding of Science?" In: *Scientific Literacy Papers*, 1, 1987, S. 1-14.

**EASAC 2011**

European Academies Science Advisory Council (EASAC): *Synthetic Biology: An Introduction*. URL: [http://www.easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_statements/Synthetic%20Biology%20An%20Introduction%20Feb%202011.pdf](http://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Synthetic%20Biology%20An%20Introduction%20Feb%202011.pdf) [Stand: 12.04.2012].

**EGE 2009**

The European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE): *Ethics of Synthetic Biology* (Opinion No 25). URL: [http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/docs/opinion25\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/docs/opinion25_en.pdf) [Stand: 12.04.2012].

**Endy 2005**

Endy, D.: "Foundations for Engineering Biology". In: *Nature*, 438, 2005, S. 449-453.

**ETC 2007**

Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC): *Extreme Genetic Engineering: An Introduction to Synthetic Biology*, 2007.

**ETC 2008**

Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC): *Commodifying Nature's Last Straw? Extreme Genetic Engineering and the Post-Petroleum Sugar Economy*, 2008.

**ETC 2010**

Action Group on Erosion, Technology and Concentration (ETC): *The New Biomasters – Synthetic Biology and the Next Assault on Biodiversity and Livelihoods*, 2010.

**European Commission 2005**

European Commission: New perspective on the knowledge-based bioeconomy. Conference report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005.

**Garfinkel et al. 2007**

Garfinkel, M. S./Endy, D./Epstein, G. L./Friedman, R. M.: "Synthetic Genomics: Options for Governance". In: *Bio Secur. Bioterror*, 4/5, 2007, S. 359-62.

**Gaskell et al. 2004**

Gaskell, G./Allum, N./Wagner, W./Kronberger, N./Torgersen, H./Hampel, J./Bardes, J.: "GM Foods and the Misperception of Risk Perception". In: *Risk Analysis* 24: 1, 2004, S. 185-194.

**Gaskell et al. 2010**

Gaskell, G. et al.: *Europeans and Biotechnology in 2010: Winds of change? A Report to the European Commission's Directorate-General for Research on the Eurobarometer 73.1 on Biotechnology*, 2010.

**Gaskell/Bauer 2001**

Gaskell, G./Bauer, M. W. (Hrsg.): *Biotechnology 1996-2000: The Years of Controversy*, London: Science Museum Press, 2001.

**Gibson et al. 2010**

Gibson, D. G. et al.: "Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome". In: *Science*, 329, 2010, S. 52-56.

**Goodman 2008**

Goodman, C.: Engineering Ingenuity at iGEM". In: *Nat Chem Biol* 4, 2008, S. 13.

**Graham et al. 2011**

Graham, B./Talent, J./Larse, R./Kidder, L.: *Bio-Response Report Card. Report*, 2011.

**Grobe/Eberhard/Hutterli 2005**

Grobe, A./Eberhard, C./Hutterli, M.: *Nanotechnologie im Spiegel der Medien: Medienanalyse zur Berichterstattung über Chancen und Risiken der Nanotechnologie*, St. Gallen: Stiftung Risiko-Dialog, 2005.

**Gschmeidler/Seiringer 2011**

Gschmeidler, B./Seiringer, A.: "'Knight in shining armour' or 'Frankenstein's creation'? The Coverage of Synthetic Biology in German-Language Media". In: *Public Understanding of Science*, 2011, i. E.

**Hampel/Renn 1999**

Hampel, J./Renn, O. (Hrsg.): *Gentechnik in der Öffentlichkeit. Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie*, Frankfurt/New York: Campus, 1999.

**Henkel/Maurer 2007**

Henkel, J./Maurer, S. M.: "The Economics of Synthetic Biology". In: *Mol. Syst. Biol.*, 3, 2007, S. 117.

**IRGC 2010**

International Risk Governance Council (IRGC): *Guidelines for the Appropriate Risk Governance of Synthetic Biology*, Geneva: International Risk Governance Council, 2010.

**Joss 1995**

Joss, S.: "Consensus Conferences and their Contribution to Science Policy". In: *Science, Technology & Innovation* 8: 3, 1995, S. 14-19.

**Kelle 2009**

Kelle, A.: "Ensuring the Security of Synthetic Biology – Towards a 5P Governance Strategy". In: *Syst. Synth. Biol.* 3, 2009, S. 85-90.

**Klotz 2007**

Klotz, L.: "Casting a Wider net for Countermeasure R&D Funding Decisions". In: *Biosecur. Bioterror* 5, 2007, S. 313-318 und S. 353-317 ("discussion").

**Kronberger et al. 2009**

Kronberger, N./Holtz, P./Kerbe, W./Strasser, E./Wagner, W.: "Communicating Synthetic Biology: From the Lab via the Media to the Broader Public". In: *Systems and Synthetic Biology*, 3, 2009, S. 19-26.

**Kronberger/Holtz/Wagner 2011**

Kronberger, N./Holtz, P./Wagner, W.: "Consequences of Media Information Uptake and Deliberation: Focus Groups' Symbolic Coping With Synthetic Biology". In: *Public Understanding of Science*, 2011, i. E.

**Levidow 2006**

Levidow, L. (Hrsg.): "Special Issue on Biotechnology Risk Regulation in Europe". In: *Science and Public Policy*, 23: 3, 2006.

**Luhmann 1995**

Luhmann, N.: *Die Realität der Massenmedien*, Opladen: Westdeutscher Verlag, 1995.

**Luisi 2007**

Luisi, P. L.: "Chemical Aspects of Synthetic Biology". *Chemistry and Biodiversity* 4: 4, 2007, S. 603-621

**Mitchell/Dori/Kuldell 2010**

Mitchell, R./Dori, Y. J./Kuldell, N. H.: "Experiential Engineering Through iGEM – An Undergraduate Summer Competition in Synthetic Biology". In: *Journal of Science Education and Technology*, 20, 2010, S. 156-160.

**Müller-Röber/Weitze 2011**

Müller-Röber, B./Weitze, M. D.: „Synthetische Biologie – auf dem Weg zu einer neuen Technologie". In: Kehrt, C./Schübler, P./Weitze, M.-D. (Hrsg.): *Neue Technologien in der Gesellschaft. Akteure, Erwartungen, Kontroversen und Konjunkturen*. Bielefeld: transcript, 2011, S. 237-248.

**National Academy of Engineering 2008**

National Academy of Engineering: *Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering*. (Committee on Public Understanding of Engineering Messages.) Washington: The National Academies Press, 2008.

**Nerlich 2009**

Nerlich, B.: "Breakthroughs and Disasters: The (Ethical) Use of Future-Oriented Metaphors in Science Communication". In: Nerlich, B./Elliott, R./Larson, B. (Hrsg.): *Communicating Biological Sciences. Ethical and Metaphorical Dimensions*. Farnham, UK/Burlington, VT: Ashgate, 2009, S. 201-218.

**Nordmann 2004a**

Nordmann, A.: „Was ist TechnoWissenschaft? – Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik“. In: Rossmann, T./Tropea, C. (Hrsg.): *Bionik: Aktuelle Forschungsergebnisse in Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaften*, Berlin: Springer, 2004, S. 209-218.

**Nordmann 2004b**

Nordmann, A. (Rapporteur): *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies* (High Level Expert Group on Foresighting the New Technology Wave), Brüssel: European Commission Research, 2004.

**O'Malley et al. 2008**

O'Malley, M. A./Powell, A./Davies, J. F./Calvert, J.: "Knowledgemaking Distinctions in Synthetic Biology". In: *Bioessays*, 30, 2008, S. 57-65.

**OECD/Royal Society 2010**

OECD/Royal Society: *Synthesis Report: Symposium on Opportunities and Challenges in the Emerging Field of Synthetic Biology*, Paris: OECD 2010.

**Oye/Wellhausen 2009**

Oye, K. A./Wellhausen, R.: "The Intellectual Commons and Property in Synthetic Biology". In: Schmidt, M. et al. (Hrsg.): *Synthetic Biology, the Technoscience and its Societal Consequences*. New York u. a.: Springer, 2009, S. 121-140.

**Pauwels 2009**

Pauwels, E.: "Review of Quantitative and Qualitative Studies on U.S. Public Perceptions of Synthetic Biology". In: *Syst. Synth. Biol.*, 3, 2009, S. 37-46.

**Pauwels/Ifrim 2008**

Pauwels, E./Ifrim, I.: *Trends in American European Press Coverage of Synthetic Biology* (Report by the Woodrow Wilson International Center for Scholars), 2008.

**PCSBI 2010**

Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues (PCSBI): *New Directions. The Ethics of Synthetic Biology and Emerging Technologies*, Washington, 2010.

**Pei/Gaissner/Schmidt 2011**

Pei, L./Gaissner, S./Schmidt, M.: "Synthetic Biology in the View of European Public Funding Organisations". In: *Public Understanding of Science*, 2011, i. E.

**Rai/Boyle 2007**

Rai, A./Boyle, J.: "Synthetic Biology: Caught Between Property Rights, the Public Domain, and the Commons". In: *PLoS Biol.*, 5, 2007, e58

**Ro et al. 2006**

Ro, D.-K. et al.: "Production of the Antimalarial Drug Precursor Artemisinic Acid in Engineered Yeast". In: *Nature*, 440, 2006, S. 940-943.

**Rogers-Hayden/Pidgeon 2007**

Rogers-Hayden, T./Pidgeon, N.: "Moving Engagement 'Upstream'? Nanotechnologies & the Royal Society and Royal Academy of Engineering's Inquiry, Special Issue". In: *Public Understanding of Science*, 16, 2007, S. 345-364.

**Rothemund 2006**

Rothemund, P. W.: "Folding DNA to Create Nanoscale Shapes and Patterns". In: *Nature*, 440, 2006, S. 297-302.

**Rozin et al. 1999**

Rozin, P./Fischler, C./Imada, S./Sarubin, I./Wrzesniewski, A.: "Attitudes to Food and the Role of Food in Life in the U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France: Possible Implications for the Diet-Health Debate". In: *Appetite*, 33: 2, 1999, S. 163-180.

**Sauter 2011**

Sauter, A.: „Synthetische Biologie: finale Technisierung des Lebens – oder Etikettenschwindel?“ *TAB-Brief* 39, 2011, S. 23-30.

**Schäfer 2007**

Schäfer, M. S.: *Wissenschaft in den Medien. Die Medialisierung naturwissenschaftlicher Themen*, Wiesbaden: VS, 2007.

**Schmidt 2008**

Schmidt, M.: "Diffusion of Synthetic Biology: A Challenge to Biosafety. In: *Syst. Synth. Biol.*, 2, 2008, S. 1-6.

**Schmidt et al. 2009a**

Schmidt, M./Ganguli-Mitra, A./Torgersen, H./Kelle, A./Deplazes, A./Biller-Andorno, N.: "A Priority Paper for the Societal and Ethical Aspects of Synthetic Biology". In: *Syst. Synth. Biol.*, 3, 2009, S. 3-7.

**Schmidt et al. 2009b**

Schmidt, M./Kelle, A./Ganguli-Mitra, A./deVriend, H.: *Synthetic Biology: The Technology and its Societal Consequences*, New York: Springer, 2009.

**Smolke 2009**

Smolke, C. D.: "Building Outside of the Box: iGEM and the BioBricks Foundation". In: *Nat Biotechnol*, 27, 2009, S. 1099-1102.

**Stemerding et al. 2009**

Stemerding, D./Vriend, H./Walhout, B./Est, R.: "Synthetic Biology and the Role of Civil Society Organizations". In: Schmidt, M. et al. (Hrsg.): *Synthetic Biology: The Technology and its Societal Consequences*, New York: Springer, 2009, S. 155-176.

**Sutcliffe 2011**

Sutcliffe, H.: *A Report on Responsible Research & Innovation* (Report Prepared for DG Research and Innovation, European Commission), London: MATTER, 2011.

**Tait 2009**

Tait, J.: *Upstream Engagement and the Governance of Science. The Shadow of the Genetically Modified Crops Experience in Europe*. In: *EMBO Reports* 10(S1), Special Issue on Science and Society, S18-S22, 2009.

**Torgersen/Bogner 2005**

Torgersen, H./Bogner, A.: "Austria's Agri-Biotechnology Regulation: Political Consensus Despite Divergent Concepts of Precaution". In: *Science and Public Policy*, 32: 4, 2005, S. 277-284

**Torgersen/Hampel et al. 2002**

Torgersen, H./Hampel, J. et al.: "Promise, Problems and Proxies: Twenty-Five Years of Debate and Regulation in Europe". In: Bauer, M. W./Gaskell, G. (Hrsg.): *Biotechnology – The Making of a Global Controversy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, S. 21-94.

**Torgersen/Hampel 2011**

Torgersen, H./Hampel, J.: "Calling Controversy. Assessing Synthetic Biology's Conflict Potential". In: *Public Understanding of Science*, 2011, i. E.

**Tucker/Zilinskas 2006**

Tucker, J. B./Zilinskas, R. A.: "The Promise and Perils of Synthetic Biology". In: *New Atlantis*, 12, 2006, S. 25-45.

**van den Daele 1994**

van den Daele, W.: „Technikfolgenabschätzung als politisches Experiment – Diskursive Verfahren zur Technikfolgenabschätzung des Anbaus von Kulturpflanzen mit gentechnisch erzeugter Herbisidresistenz“. In: Bechmann, G./Petermann, T. (Hrsg.): *Interdisziplinäre Technikforschung – Genese, Folgen, Diskurs*, Frankfurt, New York: Campus, 1994, S. 11-146.

**Various 2010**

Various: "Life after the Synthetic Cell". In: *Nature*, 465, 2010, S. 422-424.

**Wagner/Kronberger/Seifert 2002**

Wagner, W./Kronberger, N./Seifert, F.: "Collective Symbolic Coping with New Technology: Knowledge, Images and Public Discourse". In: *British Journal of Social Psychology*, 41: 3, 2002, S. 323-343.

**Weingart 2001**

Weingart, P.: *Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*, Weilerswist: Velbrück, 2001.

**Wellhausen/Mukunda 2009**

Wellhausen, R./Mukunda, G.: "Aspects of the Political Economy of Development and Synthetic Biology". In: *Syst. Synth. Biol.*, 3, 2009, S. 115-123.

**Wynne 1995**

Wynne, B.: "Public Understanding of Science". In: Jasanoff, S. et al. (Hrsg.): *The Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks: Sage, 1995, S. 361-391.

**Yan et al. 2010**

Yan, K. K./Fang, G./Bhardwaj, N./Alexander, R. P./Gerstein, M.: "Comparing Genomes to Computer Operating Systems in Terms of the Topology and Evolution of their Regulatory Control Networks". In: *PNAS* 107: 20, 2010, S. 9186-9191.

**Zimmer/Hertel/Böl 2008**

Zimmer, R./Hertel, R./Böl, G.-F. (Hrsg.): *Risikowahrnehmung beim Thema Nanotechnologie – Analyse der Medienberichterstattung*, Berlin: Bundesinstitut für Risikobewertung, 2008.

## > **acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN**

acatech vertritt die deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu erleichtern und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um den Diskurs über technischen Fortschritt in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft darzustellen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. acatech besteht aus drei Organen: Die Mitglieder der Akademie sind in der Mitgliederversammlung organisiert; ein Senat mit namhaften Persönlichkeiten aus Industrie, Wissenschaft und Politik berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland; das Präsidium, das von den Akademiemitgliedern und vom Senat bestimmt wird, lenkt die Arbeit. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin und einem Büro in Brüssel vertreten.

Weitere Informationen unter [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

## **DIE REIHE acatech DISKUSSION**

Diese Reihe dokumentiert Symposien, Workshops und weitere Veranstaltungen der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Die Bände dieser Reihe liegen in der inhaltlichen Verantwortung der jeweiligen Herausgeber und Autoren.

**Herausgeber:**

Dr. Marc-Denis Weitze  
acatech – Deutsche Akademie  
der Technikwissenschaften

Prof. Dr. rer. nat. habil.  
Bernd Müller-Röber  
Universität Potsdam

Prof. Dr. Peter Weingart  
Universität Bielefeld

Prof. Dr. rer. nat. habil. Alfred Pühler  
Universität Bielefeld

Prof. Dr. Dr. h. c. Ortwin Renn  
Universität Stuttgart

Prof. Dr. rer. nat. habil.  
Günther Wess  
Helmholtz Zentrum München

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang M. Heckl  
Deutsches Museum

**Reihenherausgeber:**

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2012

Geschäftsstelle  
Residenz München  
Hofgartenstraße 2  
80539 München

Hauptstadtbüro  
Unter den Linden 14  
10117 Berlin

Brüssel-Büro  
Rue du Commerce/  
Handelsstraat 31  
1000 Brüssel

T +49 (0) 89 / 5 20 30 90  
F +49 (0) 89 / 5 20 30 99

T +49 (0) 30 / 2 06 30 96 10  
F +49 (0) 30 / 2 06 30 96 11

T +32 (0) 2 / 5 04 60 60  
F +32 (0) 2 / 5 04 60 69

E-Mail: [info@acatech.de](mailto:info@acatech.de)  
Internet: [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

Koordination: Steven Seifert  
Lektorat: Holger Jens Schnell  
Layout-Konzeption: acatech

Konvertierung und Satz: Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS,  
Sankt Augustin

Die Originalfassung der Publikation ist verfügbar auf [www.springer.com](http://www.springer.com)

## > INHALT

> VORWORT	7
> KURZFASSUNG DER acatech POSITION „PERSPEKTIVEN DER BIOTECHNOLOGIE-KOMMUNIKATION“	9
KONTROVERSEN	
> GRÜNE GENTECHNIK: KONFLIKTE MIT FORTSETZUNG BEI DER SYNTHETISCHEN BIOLOGIE? Mathias Boysen	15
> UTILITARISTISCHE MOTIVE DER KRITIK – WARUM DIE EUROPÄISCHEN BAUERN MEHRHEITLICH NICHT SO BEGEISTERT VON DER GENTECHNIK SIND Bernhard Gill	65
> ROTE GENTECHNIK UND ÖFFENTLICHKEIT: VON DER GRUNDLEGENDEN SKEPSIS ZUR DIFFERENZIIERTEN AKZEPTANZ Thomas Wieland	69
> PERSPEKTIVEN DER KOMMUNIKATION FÜR DIE SYNTHETISCHE BIOLOGIE Helge Torgersen/Markus Schmidt	113
> NANOBIOLOGIEN: KONZEPTE, KONTROVERSEN, KOMMUNIKATION Wolfgang M. Heckl/Marc-Denis Weitze	155
> EINE KURZE GESCHICHTE DER DEUTSCHEN ANTIATOMKRAFTBEWEGUNG Joachim Radkau	191

## ANALYSEN

- > **FOKUS GRÜNE GENTECHNIK: ANALYSE DES MEDIENVERMITTELTEN DISKURSES**

Heinz Bonfadelli

205
- > **DIE DARSTELLUNG DER GENTECHNIK IN DEN MEDIEN**

Jürgen Hampel

253
- > **DAS ÖFFENTLICHE BILD VON BIOTECHNOLOGIE UND DIE KOMMUNIKATION VON EVIDENZ**

Georg Ruhrmann

287
- > **REZEPTION VON WISSENSCHAFT – MIT BESONDEREM FOKUS AUF BIO- UND GENTECHNOLOGIE UND KONFLIGIERENDE EVIDENZ**

Rainer Bromme/Dorothe Kienhues

303
- > **TRUST IN SCIENCE AND TECHNOLOGY**

George Gaskell

349
- > **WISSEN UND MORAL: STADIEN DER RISIKOWAHRNEHMUNG**

Ortwin Renn

367

## AKTIVITÄTEN ZUR WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION

- > **THE LANDSCAPE OF PUBLIC PARTICIPATION ON BIOTECHNOLOGY**

Edna Einsiedel

379
- > **GRENZEN DER KONFLIKTLÖSUNG DURCH DIALOG: WÄRE DIE BLOCKADE DER GRÜNEN GENTECHNIK IN EUROPA DURCH BESSERE WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION VERMEIDBAR GEWESEN?**

Wolfgang van den Daele

413
- > **A (BRAVE) NEW WORLD? CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR COMMUNICATION ABOUT BIOTECHNOLOGY IN NEW INFORMATION ENVIRONMENTS**

Dominique Brossard

427

- > **RISK vs. HAZARD – THE ROLE OF SCANDINAVIAN ENVIRONMENTAL REGULATORS** 447  
Ragnar Löfstedt
- > **AUTORINNEN UND AUTOREN** 453