

HANS J. MÜNK

**STELLT UNS DIE SYNTHETISCHE BIOLOGIE (SB)
VOR NEUE FRAGEN?**

Prof. em. Dr. Hans J. Münk, Jg. 1944, Philosophische und theologische Studien an den Universitäten Freiburg i. Br. und Gregoriana/Rom, Promotion (Dr. theol.) 1983, Habilitation 1986; ab 1987 o.Prof. für Theologische und Philosophische Ethik an der Theologischen Fakultät Luzern. Die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Veröffentlichungen liegen teils auf historischem Gebiet (Beziehung der Theologischen Ethik zu philosophischen Strömungen, insbesondere zur Ethik Kants), teils im Bereich aktueller ethischer Brennpunkte (ethische Fragen der Technik, der Medizinischen Ethik, der Wissenschaftsethik; Ökologische Ethik; ethische Grundlagen und Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung, interreligiöse und Menschenrechtsethik).

Ende Juli 2009 als Ordinarius und Institutsleiter an der Universität Luzern wegen Erreichen der Altersgrenze emeritiert; seit Januar 2008 Mitglied der „Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Außerhumanbereich“ (EKAH), die dem Bundesrat in Bern als beratendes Gremium zugeordnet ist.

Veröffentlichungen u. a.: *Der Freiburger Moraltheologe Ferdinand Geminian Wanker und I. Kant* (1985); *Die Christliche Ethik vor der Herausforderung durch die Gentechnik* (1991); *Verantwortung in Wissenschaft und Forschung* (1993); *Die somatische Gentherapie in der Diskussion* (1996); *Nachhaltige Entwicklung und Soziallehre* (1998); *Nachhaltige Entwicklung im Schatten der Globalisierung* (2000); *Christliche Sozialethik vor den Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung in einer globalisierten Welt* (2001); *Schöpfung, Theologie und Wissenschaft* (2006); *Die Theologie im interreligiösen Menschenrechtsdialog [Theologie und Menschenrechte]* (2008); *Wann ist Bildung gerecht?* (2008).

Im Mai 2010 veröffentlichte das wissenschaftliche Team des John Craig Venter-Instituts (JCVI, San Diego/Kalifornien/Rockville/Maryland) in *Science Express* eine detaillierte Beschreibung des bislang größten forschungstechnischen Erfolgs im Bereich der noch jungen SB.¹ Es war gelungen, ein „synthetisiertes“, d. h. künstlich hergestelltes Bakteriumgenom so in ein „mini-

¹ www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/science.1190719 [DOI:10.1126/science.1190719]; vgl. E. PENNISI: Synthetic Genom (2010), S. 958. Der Forschungsbericht des JCVI-Wissenschaftsteams ist in vollem Umfang, mit Diagrammen und Bild Darstellungen abgedruckt in: D. GIBSON et al. (23 weitere Mitglieder des Teams, darunter H. O. Smith, C. A. Hutchison III und J. C. Venter): Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome. *Science* 329 (2010), 52–56.

malisiertes“ anderes (natürliches) Bakterium zu implantieren, dass das neu konstruierte Gesamtgebilde die Replikation und Proteinbildung gemäß dem künstlichen Genomprogramm aufnahm. Von einem vollständig neuen Lebewesen („from scratch“) kann man in diesem Fall zwar nicht reden. Skeptiker wie der Direktor des US-amerikanischen Anteils am Human Genome Project, FRANCIS COLLINS, und der frühere Vorsitzende des von Präsident George W. Bush eingesetzten Council on Bioethics, LEON KASS, äußerten schon vor Jahren starke Zweifel am gesamten Vorhaben; diese ließen sich nicht ohne die Schaffung eines funktionstüchtigen Lebewesens „from scratch“ (auch „Life 2.0“ genannt) im Laboratorium zerstreuen. Doch legt der große Beifall aus weiten Teilen der naturwissenschaftlichen Fachwelt die Bewertung als Durchbruch in der Forschung nahe.² Dass es sich allerdings um eine „Jahrtausendensation“ handelt, wie die „Welt am Sonntag“ unter der reißerischen Überschrift „Wir sind Gott“³ behauptete, dürfte dem noch reichlich jungen dritten Jahrtausend nach Christus ungebührlich vorgreifen. Bei CRAIG VENTER, dessen vielseitiges Unternehmertalent aus der jüngeren Vergangenheit weltweit zur Genüge bekannt ist, wird man nicht nur mit zeitlich eher knappen Vorgaben für die weitere wissenschaftliche Arbeit, sondern auch mit zügigen Umsetzungs- und Verwertungsschritten rechnen können.

Schon 2005 war es zur Gründung der Firma „Synthetic Genomics“ gekommen, mit deren Aktivitäten VENTER vor allem das Ziel einer Herstellung umweltverträglicher Treibstoffe und Energielieferanten sowie weiterer vorteilhafter Biochemikalien verbindet. Die Meldung, dass sich der bekannte

² Vgl. die Stellungnahmen von acht hochkarätigen Wissenschaftlern, darunter STEVEN BENNER/GEORGE CHURCH/MARTIN FUSSENEGGER (ETH, Zürich): Life after the synthetic cell. *Nature* 465 (2010) 7297, 422–424. Fussenegger spricht von „phänomenaler Leistung“ (ebd., S. 424). Allerdings sind auch hier zurückhaltendere Stellungnahmen nachzulesen. Zu den erwähnten skeptischen Äußerungen vgl. L. SILVER: Life 2.0 (2007), S. 41. Einige Gesichtspunkte werden noch in spätere Überlegungen einfließen.

³ Welt am Sonntag: 23.05.2010 (www.welt.de/die-welt/kultur/literatur/article7750885/WIR-SIND-GOTT). Zu diesem Thema bemerkt der Berliner Molekular-Mediziner JENS REICH: „Welch armselige Vorstellung hat man von Gott, wenn man glaubt, er habe sich seinerzeit ähnlich Craig Venter damit beschäftigt, das Leben aus einer Sammlung von ‚Biobricks‘ ... zusammenzustecken“ (J. REICH: Zusammen Gott spielen (2010), S. 48). Ich selbst bleibe bei dem, was ich vor 20 Jahren in einem Beitrag zur Gentechnik dazu kritisch anmerkte; vgl. H. J. MÜNK: Die christliche Ethik (1991), S. 117f. – Die reichlich anthropomorphe Sorge, Gott könne gleichsam aus seinen „angestammten Rechten“ verdrängt werden, beschäftigte sogar die neue, von US-Präsident Obama eingesetzte *Presidential Commission For The Study On Bioethical Issues*; vgl. dazu das Statement von GREGORY KAEBNICK, ein Expertenpanel dieser Kommission am 8. Juli 2010 in Washington. Die Texte sind zugänglich unter www.bioethics.gov (auf dieser Kommissions-Website dann ‚Transcripts‘ anklicken; weitere wichtige Texte sind dort unter „Background Material“ verfügbar). Das „playing-God-Argument“ setzt selbstredend ein theistisches Weltbild voraus, für das die Schöpfervorstellung zentral ist.

Konzern Exxon Valdes mit einer größeren dreistelligen Millionen-US-Dollar-Summe an der Gründung beteiligte, lässt eine starke Dynamik erwarten – und dies umso mehr, als auch andere oft genannte Anwendungs- bzw. Nutzungsziele auf großes Interesse zu stoßen scheinen.⁴

In diesem Beitrag werden primär andere Schwerpunkte gesetzt. Zunächst soll es um Aspekte der Entstehungsgeschichte sowie um natur- und ingenieurwissenschaftliche Informationen zu dem noch relativ neuen Gebiet der SB gehen (1). Dann werden Definitions- und Forschungsansätze vorgestellt (2). Im Anschluss wird die Frage nach dem Neuen gestellt, das die SB bringt oder doch zu bringen verspricht (3). Reflexionen zur Fragestellung, ob von den sich abzeichnenden neuen biotechnischen Möglichkeiten Veränderungen für unser Lebens- und Naturverständnis ausgehen könnten, folgen im Schlussteil (4). Die philosophische Grundperspektive wird dabei nicht verlassen. Die christlich-theologischen Anliegen des Autors laufen eher im Sinne eines nicht unmittelbar thematisierten Horizonts durchgehend mit.

1. Stationen auf dem Weg zur SB

Vor rund einem Jahrhundert erschien der Begriff *biologie synthétique* als Titel einer Publikation des französischen Mediziners und Biologen STÉPHANE LEDUC.⁵ Der Autor charakterisierte darin eine Methode, die eine wissenschaftlich kontrollierbare Reproduzierbarkeit beobachteter Phänomene erlauben sollte. Es zeichnet sich dort ein gewisser Trend ab, das durch Forschung gewonnene Wissen mit wiederholbarer Kontrollierbarkeit und Anwendbarkeit zu verknüpfen. Gemeint ist,

„dass die technische Umsetzung eines jeden Wissensbestandes nicht eine kontingente Zutat zu diesem naturwissenschaftlich verstandenen Wissen ist, sondern konstitutiver Bestandteil dieser Forschungen“⁶.

⁴ Vgl. die Angaben, die VENTER selbst in einem Interview mit dem Magazin *Newsweek* machte: *Newsweek* (June 4, 2007), 41. In diesem Interview lässt VENTER deutlich durchblicken, dass er bis zur Produktionsreife der ersten konkreten Vorhaben (er spricht von „much better fuels“) mit überschaubaren Zeithorizonten rechnet. Als Rahmengröße nennt er die ihm und seinem berühmtesten wissenschaftlichen Mitstreiter, HAMILTON SMITH, voraussichtlich noch verfügbare Lebenszeit. Wie einem Bericht der „Neuen Zürcher Zeitung“ zu entnehmen ist, stellt auch die Herstellung von Influenzaimpfstoff inzwischen ein konkretes Hauptziel dar. Mit dem Pharmaunternehmen Novartis gebe es „eine millionenschwere Zusammenarbeit“. Offenbar erwartet man um Wochen, ja Monate schnellere Produktionsmöglichkeiten (im Vergleich zu herkömmlichen Methoden); vgl. ST. LAHRTZ: Zellen (2010), S. 62.

⁵ S. LEDUC: *La Biologie Synthétique* (1912).

⁶ J. BOLDT et al.: SB (2009), S. 13f.

Zum Kontext gehört ein von namhaften Naturwissenschaftlern schon längst zuvor formulierter Anspruch im Sinne der These, dass Leben einst aus unbelebter Materie entstanden sei.⁷

Die in verschiedenen Formen vertretene Annahme einer grundsätzlichen Kontinuität bestimmte die Idee eines „Korridors“ zwischen unbelebter Natur und Lebensformen. Die Grundvorstellung, dass eine spontan entstandene Zunahme von Organisation und Komplexität unbelebter bzw. chemischer Strukturen schließlich unter bestimmten Einwirkungsfaktoren in erste Lebensformen mündete und so die uns heute begegnende ungeheure Lebensvielfalt einleitete, bezeichnet ein namhafter Vertreter der SB sogar als „zentralen Glauben der modernen Wissenschaft“.⁸ In einer solchen Vorstellungswelt wirkt die Idee einer Rekonstruktion von Leben im Labor nur konsequent; und so wird der modernen Biologie auch ein Ehrgeiz bescheinigt, „Lebendiges aus Unbelebtem nachzubilden, also die allererste Entstehung des Lebens nachzustellen“⁹. Nimmt man die zuvor erwähnte Reproduktions- und Kontrolltendenz hinzu und bindet daran die leitende Fortschrittsvorstellung, so gelangt man zu einem die SB prägenden „ingenieurwissenschaftlichen Ideal“¹⁰.

Diese programmatische Leitperspektive war schon im Kontext entscheidender Durchbrüche der Gentechnik greifbar, die aus der Entwicklungsgeschichte der SB nicht wegzudenken ist. Sie steht gleichsam „auf den Schultern“ einer annähernd eineinhalb Jahrhunderte umfassenden Forschungsgeschichte, die mit den Pflanzenkreuzungsexperimenten GREGOR MENDELS (1865/66) einsetzte und über die Entdeckung der chemischen Erbsubstanz DNA (FRIEDRICH MIESCHER, 1869) sowie deren molekularer Beschaffenheit durch OSWALD AVERY (1944), sodann über die Erkenntnis der doppelspiraligen DNA-Struktur durch JAMES D. WATSON und FRANCIS CRICK (1953) bis hin zur Entdeckung der Restriktionsenzyme als der molekularen „Schneidewerkzeuge“ reicht [Ende der 1960er Jahre: WERNER ARBER, DANIEL NATHANS, HAMILTON O. SMITH].

1971 gelang das erste gentechnische Experiment von PAUL BERG und Kollegen an der Stanford Medical School. Zusammen mit der Isolierung des funktionalen Gegenstücks, der Ligasen [„Klebe-Enzyme“ (STANLEY COHEN, HERBERT BOYER, 1973)], die ein Zusammenfügen von getrennten DNA-Strän-

⁷ Verwiesen sei auf die „Abiogenesis-Theorie“ des amerikanischen Biologen JACQUES LOEB, *The Dynamics* (1906); vgl. dazu J. BOLDT et al.: SB, S. 13.

⁸ P. L. LUISI: *Die Frage nach der Entstehung des Lebens* (2002), S. 44; vgl. ebd. auch S. 41ff. Zu gegenwärtigen Forschungen vgl. G. WÄCHSTERSHÄUSER: *Entstehung des Lebens* (2009).

⁹ J. BOLDT et al.: SB, S. 14.

¹⁰ Zitat aus einem Editorial von *The New Atlantis* (2004) nach J. BOLDT et al.: SB, S. 14.

gen ermöglichen, stand nun sozusagen das „chirurgische Instrumentarium“ für jene gentechnische „Grundoperation“ zur Verfügung, die in der Zerlegung, Veränderung, Neukombination und Neuverkoppelung von Erbgutelementen besteht.

Dass seither eine vielgestaltig entfaltete Gentechnik Einzug in eine größere Anzahl von Forschungs- und auch Produktionszweigen gehalten hat, kann hier nicht weiter ausgeführt werden. Desgleichen können an dieser Stelle auch die Entwicklungsstationen der molekularen Forschung, insbesondere der Molekularbiologie, nicht im Einzelnen nachgezeichnet werden. Diese noch relativ junge Disziplin ermöglichte, die Mendelsche Genetik nunmehr molekular zu interpretieren und weiterzuführen.¹¹

Von unmittelbarer Bedeutung für die Entwicklung der SB waren und sind die rasanten Fortschritte im Bereich der Sequenzierung von DNA-Fragmenten. Die Sequenz der Basenpaare bestimmt die genetische Information eines DNA-Moleküls. Die in den vergangenen drei Jahrzehnten entwickelten Sequenzierungsverfahren konnten inzwischen enorm vereinfacht und effizienzmäßig verbessert werden. Vermochte FREDERICK SANGER 1977 erst das Genom eines bestimmten Virus aus 5386 Basenpaaren zu erfassen, so gelang 1995 bereits die Sequenzierung der rund 1,8 Mio Basenpaare des Bakteriums *Haemophilus influenzae*. Im Falle der Sequenzierung einer Reissorte vermochten die zum Einsatz gelangten Hochleistungsgeräte bereits mehr als 400 Mio Basenpaare zu erfassen.¹²

Das spektakulärste Sequenzierungsprojekt galt dem Humangenom; es war seit 1990 unter dem „Dach“ des sog. Human Genome Project zusammengefasst worden. Die Forschungen verbrauchten – trotz des Einsatzes von zunehmend leistungsfähigeren Verfahren und Geräten – über Jahre hinweg enorm viele Ressourcen an Zeit und Geld. Es war damals J. CRAIG VENTER, dem es durch eine modifizierte Schwerpunktsetzung und beschleunigte Verfahren [„expressed sequence tags“ (EST) und sog. „Shotgun-Sequenzierung“] wie auch durch seine Management-Fähigkeiten gelang, dieses Programm ungleich schneller voranzutreiben, sodass bereits im Juni 2000 – im Beisein von Präsident Clinton vor dem Weißen Haus – ein Ergebnis vorgestellt werden konnte, dem freilich von Expertenseite auch einige fragwürdige Punkte nachgesagt zu werden pflegen.¹³

¹¹ Vgl. dazu T. HEINEMANN et al.: Was ist molekulare Medizin? (2010), S. 303–307. Zur Entwicklung der Gentechnologie vgl. E. P. FISCHER: Die andere Bildung (2009), S. 214–271.

¹² Vgl. E. P. FISCHER: Das Genom (2004), S. 20–54, 114–116.

¹³ Vgl. ders., ebd., S. 24–32.

Zu diesem Zeitpunkt war das Projekt zur Herstellung einer künstlichen Zelle bereits angelaufen: In dem ebenfalls von VENTER gegründeten „The Institute for Genomic Research“ (TIGR) begann die Arbeit mit dem Bakterium *Mycoplasma* (fortan = *M.*) *genitalium*, dessen Genom mit rund einer halben Mio Basenpaaren als das kleinste gilt und für eine überzeugende Forschungsleistung vielversprechend schien. Das Wissenschaftsteam war punktuell – und ab 2005 kontinuierlich – durch CLYDE HUTCHISON III, eine für diese Bakterienforschung bestens ausgewiesene Kapazität (zuvor University of North Carolina/Chapel Hill), verstärkt worden. HUTCHISON hatte bereits einige Zeit über die Fragestellung gearbeitet, mit welchem Mindestgenom eine Bakterienzelle überlebens- und funktionsfähig bleiben konnte. In diesem Kontext kam die Idee auf, künstliche („synthetische“) Probenome herzustellen, sie in Empfängerzellen mit minimalem Basenpaarenbestand einzusetzen und auf ihre Funktionsfähigkeit hin zu testen.¹⁴

Ab 2005 – VENTERS wissenschaftliches Team war inzwischen auf zwei Dutzend Experten angewachsen – wurde die Forschung auf zwei Schienen weiter vorangetrieben: Eine Arbeitsgruppe befasste sich mit der Konstruktion eines transplantierbaren synthetischen Genoms. Der andere Teil des Teams verbesserte die Methoden, mit denen natürliche Genome in verschiedene *M.*-Arten (darunter *M. capricolum*) verpflanzt werden konnten. Nach einem Wechsel (2007/8) zu dem genomäßig zwar erheblich größeren, aber schneller wachsenden Bakterium *M. micoides* und dem schon zuvor gefassten Entscheid, mit bereits präfabrizierten DNA-Stücken von spezialisierten Synthesefirmen zu arbeiten, kam es über mehrere Zwischenstufen – darunter insbesondere die gelungene chemische Synthese eines *M. genitalium*-Genoms – schließlich Ende März 2010 zu dem seither viel gefeierten Labor-Ereignis: Ein leicht modifiziertes, chemisch hergestelltes Genom des Bakteriums *M. micoides* (eine Art „Faksimile“ des natürlichen Genoms) – mit rund 1,08 Mio Basenpaaren – war nach erfolgreicher Insertion in eine „minimalisierte“ *M. capricolum*-Zelle zur Funktion gebracht worden: Das neue Gebilde hatte begonnen, sich gemäß Genomprogramm zu replizieren; die „Nachkommen“ wiesen die Charakteristika von *M. micoides* auf (*M. micoides* JCVI-syn 1.0 1.077,947).

Der Bezug von kurzen DNA-Stücken („bio-devices“), jedes ca. 1000 Basenpaare „lang“, von Sequenzierungsfirmen hatte sich offenbar bewährt. Diese Fragmente waren in Hefezellen eingebracht und durch die der Hefe eigene

¹⁴ Vgl. R. KWOK: DNA's Master Craftsmen (2010), 22–25.

genetische Dynamik so zusammengefügt worden, dass schließlich eine Kopie des natürlichen *M. micoides*-Genoms entstanden war.¹⁵

Zum weiteren Kontext dieses experimentellen Durchbruchs gehören sehr unterschiedliche wissenschaftlich-technische und ökonomische Faktoren: Vom engen Zusammenwirken von Biologie und Ingenieurwissenschaften war schon die Rede, wobei der Wissenszuwachs in der Systembiologie eigens hervorzuheben ist. Nicht zu unterschätzende – und miteinander verknüpfte – Faktoren bilden sodann die Fortschritte der Informatik und die Beschleunigung in der EDV-Entwicklung sowie die Effizienzsteigerung der Sequenzierungstechniken. Der technische Fortschritt seinerseits wirkt sich wiederum auf die ökonomischen Aspekte aus, z. B. in der banalen Tatsache, dass synthetisierte DNA-Fragmente inzwischen von spezialisierten Firmen zu erschwinglichen Konditionen bezogen werden können.¹⁶

In Europa ist ein vielfaches Interesse an SB zu erkennen. Die EU hatte bereits 2003 im Rahmen des Programms „New Emerging Science and Technology“ (NEST) eine Stellungnahme zu der als förderungswürdig eingestuften SB veröffentlicht. Seither kam es zu einer Reihe von Aktivitäten: Als Forschungs- und Entwicklungs-Förderinstrument wurde das Projekt „Towards a European Strategy for Synthetic Biology“ (TESSY) eingerichtet. Ferner wurde ein ‚Synbiology‘-Projekt gegründet, das u. a. eine spezialisierte Datenbank betreibt. Von der EU gefördert wird auch „Synbiosafe“ zu Fragen der Sicherheit und weiteren ethisch relevanten Aspekten.¹⁷

2. Definitions- und Forschungsansätze

2.1 Definitionsfragen

Die bislang von wissenschaftlicher und forschungspolitischer Seite vorgelegten Definitionsvorschläge sind alles andere als uniform. Wie es bei einem sich erst formierenden neuen Forschungsfeld dieser Größenordnung schwerlich anders zu erwarten ist, begegnet man noch beträchtlichen Unsicherheiten in Bezug auf den Forschungsgegenstand und die angezielten Resultate bzw.

¹⁵ Vgl. A. KATSNELSON: Synthetic Genome (2010), S. 406. Das JCVI-Team hatte in das „synthetisierte“ Genom auch eine Art Wasserzeichen zur sicheren Identifizierung eingefügt. Nach einem Bericht der NZZ kann „mittlerweile jedes bekannte Gen bei darauf spezialisierten Firmen bestellt werden ... Momentan kostet eine Gensequenz nur noch gut 50 Rappen pro Baustein“ [ST. LAHRTZ: Dem Missbrauch vorgebeugt (2010), S. 62].

¹⁶ Vgl. J. BOLDT et al.: SB, S. 16f.

¹⁷ Vgl. ebd., S. 17.

Produkte. Eine besondere Schwierigkeit scheint in dem Bestreben zu liegen, möglichst im Definitionswortlaut selbst schon das Neue herauszustellen. Verglichen wird dabei primär mit der „traditionellen“ bzw. „klassischen“ Gentechnik, wobei man m. E. aber regelmäßig eine Eigenart der SB unterschätzt; sie liegt nicht so sehr in den Anwendungszielen und Produkten als vielmehr in der Art und Weise, wie man diese erreicht bzw. herstellt. Deutlich erkennbar sind diese Probleme z. B. in der Definition, die 2007 im Rahmen des TESSY-Projekts formuliert wurde:

„Die Synthetische Biologie beabsichtigt, 1. biologische Systeme, die als solche natürlicherweise nicht vorkommen, herzustellen und zu untersuchen, und 2. diesen Ansatz zu nutzen, um i) Lebensprozesse besser zu verstehen, ii) funktionale modulare Bestandteile zu generieren und zusammensetzen oder iii) neuartige Anwendungen oder Prozesse zu entwickeln“¹⁸ (Übersetzung aus dem Englischen: EKAH).

Die in dieser Formulierung benannten Gesichtspunkte sind nicht markant von der Gentechnologie abgrenzbar.¹⁹ Die aufgeführten funktionalen und modularen Komponenten beziehen sich auf Bestandteile biologischer Systeme, die reproduzierbar und mit anderen solchen Modulen kombinierbar sein sollen. Als ein wichtiges Charakteristikum der SB ist damit die Standardisierung biologischer „Bauteile“ benannt, womit wiederum der ingenieurwissenschaftliche Grundzug durchschimmert.

Legt man die zuvor betonten rasanten Entwicklungen zugrunde, so dürfte die Definition einer neuen Studie die Sachverhalte gut zusammenfassen:

„SB (ist) die Verschmelzung von Systembiologie und Gentechnik unter Zuhilfenahme ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien.“²⁰

Der Preis einer so umfassenden Bestimmung besteht in einem hohen Abstraktionsgrad, der leicht vergessen lassen könnte, dass SB sehr konkrete Ziele anstrebt, die freilich manchmal denkbar ehrgeizig klingen, z. B. wenn von einer regelrechten Substitution der petrochemischen Industrie durch eine fortentwickelte SB die Rede ist.²¹ Doch dies sind allenfalls Zukunftsklänge. Die

¹⁸ TESSY-final-Report, vgl. auch EKAH: SB, S. 6.

¹⁹ So zu Recht die EKAH: SB (2010), S. 6. Ähnlich formuliert auch ARTHUR L. CAPLAN in seinem Statement zur zweiten Sitzung der *Presidential Commission for the Study on Bioethical Issues* (13. Sept. 2010): „Die Synthetische Biologie ist eine Unterabteilung der Gentechnologie.“ Zuvor hatte er festgestellt: „Es gibt keine eigentlich übereinstimmende Definition der Synthetischen Biologie“ (www.bioethics.gov: s. Anm. 3).

²⁰ J. BOLDT et al.: SB, S. 20. Zur Systembiologie vgl. ST. SCHUSTER et al.: 5th International Conference (2006).

²¹ Vgl. L. SILVER: *Life 2.0*. (2007), S. 37.

gegenwärtigen Perspektiven dürften zutreffend beschrieben sein, wenn im Vordergrund der SB „das Entwerfen und Herstellen nicht schon natürlicherweise vorkommender biologischer Bestandteile und Systeme sowie die Rekonstruktion und der Nachbau bereits existierender biologischer Systeme“²² gesehen wird.

Diese nüchtern-reale Sichtweise entspricht dem Mainstream der Fachdiskussion in Europa. Sie ist meilenweit entfernt von Vorstellungen wie etwa jener von einer „Neufassung“ des genetischen Code.²³ Derartige Übersteigerungen selbst von Expertenseite sind m. W. auf die andere Seite des Atlantiks beschränkt; man könnte bei provokanten Beispielen dieser Art fast schon an die These eines neuen Wissenschafts- und Technologiegrabens denken.

2.2 Forschungsansätze

Zwei Grundmodelle dominieren weithin in der gegenwärtigen Diskussion: Zum einen handelt es sich um den sog. „Top-down“ (oder auch „in vivo-“)Ansatz. Für das zweite Hauptmodell stehen meist die Bezeichnungen „Bottom-up“ und „in vitro“. Diesen auch aus der Systembiologie bekannten Einteilungen entsprechen recht unterschiedliche Vorgehensweisen, die zu weiteren Etikettierungen beitragen – und wohl bisweilen auch für etwas Verwirrung sorgen.

Der skizzierte Forschungserfolg des JCVI-Teams fällt unter den Top-down-Ansatz. Ein Charakteristikum hierfür ist die Reduktion des Empfängerzellengenoms bis auf jenen Minimalbestand, der für die Aufrechterhaltung der Basiseigenschaften von Lebewesen (Stoffwechsel, Vermehrung, evolutionäre Veränderbarkeit) unabdingbar ist. Eine derart minimalisierte Empfängerzelle wird auch als „Chassis“ bezeichnet, woraus sich die weitere Kennzeichnung als „Chassis-Ansatz“ erklärt. Diese Vorgehensweise wird aber immer wieder „lediglich“ als eine Art radikalisierter oder extremer Gentechnik eingestuft.

Letzteres wird man vom Bottom-up-Ansatz nicht sagen können; er ist auch unter den Bezeichnungen „Lego“- oder „Biobrick“-Modell bekannt, und zwar deshalb, weil der technische Grundvorgang hier in einem Zusammenfügen von funktional passenden DNA-Abschnitten („Biobricks“) besteht, um auf diesem Wege – ohne Hilfs-Lebensträger im Sinne eines „Chassis“ neue Le-

²² Vgl. EKAH: SB, S. 8.

²³ Das Magazin *Newsweek* zitiert TOM KNIGHT, Prof. für Künstliche Intelligenz am Massachusetts Institute for Technology, mit der Aussage: „Der genetische Code ist 3.6 Milliarden Jahre alt. Es ist Zeit, dass er neu geschrieben wird.“ [L. SILVER: Life 2.0, S. 38].

bewesen zu erzeugen. Hier ist man systembedingt näher am Anspruch der Herstellung von „völlig neuen Organismen im Labor – Organismen, wie sie die Natur bisher nicht hervorgebracht hat“²⁴. Man liest in diesem Fall auch die Kennzeichnung „absolute SB“²⁵.

Darüber hinaus wird derzeit daran gearbeitet,

„parallel zu den normalen zellulären Abläufen ein zweites, anders aufgebautes und völlig unabhängiges System zur Proteinsynthese in Bakterienzellen einzubauen. Ziel ist, dass das zelleigene und das neu eingebrachte System ohne Interaktionen nebeneinander arbeiten können. Dadurch wäre das neue System gezielt steuerbar, ohne die Zelle in ihren eigenen Abläufen zu stören.“²⁶

In weiteren Projekten geht es um die Entwicklung von Systemen, in denen nicht nur jeweils drei, sondern vier DNA-Bausteine die aus Aminosäuren gespeiste Proteinproduktion bestimmen.

3. Worin besteht die Neuheit der Herausforderungen?

3.1 Zur Kategorie des Neuen

Die Kategorie des Neuen ist durchaus komplex und klärungsbedürftig. Zunächst ist der Gesichtspunkt zu vergegenwärtigen, unter dem etwas als neu bewertet wird. „Nicht jedes Neue ist unter jedem Gesichtspunkt neu.“²⁷ Zu unterscheiden ist Neues im zeitlichen Sinn von Neuem in quantitativer und qualitativer Hinsicht. Dass der spektakuläre Forschungserfolg des JCVI-Teams – temporal gesehen – neu ist, ist ebenso klar wie trivial. Ferner ist eine Differenzierung zwischen Neuem im generischen Sinn (eine neue Art z. B.) von individuell Neuem sinnvoll. Wir reden von Neuem sowohl bei Naturvorgängen (z. B. Entstehung erster Lebensformen aus unbelebter Materie) als auch bei kulturellen, zivilisatorischen, geschichtlichen und gesellschaftlichen

²⁴ L. SILVER: Life 2.0, vgl. S. 37. Innerhalb der *scientific community* scheint der Top-down-Ansatz nicht überall in gleichem Ansehen zu stehen; jedenfalls stellt der dänische Naturwissenschaftler STEEN RASMUSSEN (University of Southern Denmark) fest: „Die um das Top-down-Modell orientierte Forschergruppe versucht, das auf der ‚hardware‘ der modernen Zelle laufende Programm erneut zu schreiben (so Venter und Kollegen). Die dem ‚Bottom-up-Ansatz‘ verpflichteten Forscher, zu denen ich gehöre, zielen darauf ab, Leben so einfach wie möglich zusammenzufügen – einschließlich der ‚hardware‘ und des Programms“ (vgl. S. RASMUSSEN: Bottom-up (2010), S. 422).

²⁵ EKAH: SB, S. 8.

²⁶ ST. LAHRTZ: Zellen (2010), S. 62. Als wissenschaftliche Gewährsleute werden die ETH (Zürich)-Forscher MARTIN FUSSENEGGER und SVEN PANKE genannt.

²⁷ I. DALFERTH: Die Entstehung von Neuem (2002), S. 147.

Prozessen. Auch wenn Neuheit nicht bloß ein Anderssein in der Abfolge der Zeit besagt, so spielt die Zeit dabei doch eine fundamentale und unumkehrbare Rolle. Weiterhin ist epistemisch Neues zu unterscheiden von ontologisch Neuem. Letzteres besagt, dass es ein bestimmtes Phänomen bisher nicht gegeben hat (oder zumindest so nicht gegeben hat).²⁸

Schließlich sind die Ebenen, auf denen jeweils etwas neu ist oder ein neues Phänomen auftritt, zu unterscheiden. Eine solche Differenzierung ist im Dialog zwischen Philosophie und Theologie einerseits sowie den Natur- und Technikwissenschaften andererseits unverzichtbar. Eine natur- bzw. technikwissenschaftliche Forschungsrichtung ist zuerst einmal der Sachebene zuzuordnen, auf der nach dem gefragt wird, „was der Fall ist, was wahr ist, was gilt und warum es der Fall ist, wahr ist oder gilt“²⁹. Hier entscheidet der jeweils beste Stand des Sachwissens und Fachkönnens.

Auf dieser naturwissenschaftlich-deskriptiven Ebene hat der Laborerfolg des JCVI-Teams zweifellos Neues zu bieten. Dieses Neue hat zunächst einmal quantitativen Charakter, wie auch in ersten Stellungnahmen von naturwissenschaftlichen Experten zu entnehmen ist. So betonte SVEN PANKE, Biotechnologe an der ETH (Zürich) und Leiter eines EU-Projekts zur SB, dieses gelungene Experiment habe gezeigt, „dass man im Labor voll funktionsfähige Genome mit über einer Million Bausteinen zusammensetzen könne“³⁰. Eine Variante der quantitativen Sicht ist die Beschleunigung der weiteren Forschung; MARTIN FUSSENEGER, der sich in Bezug auf die Verleihung des Prädikats ‚neu‘ sehr zurückhaltend gibt („die Menschheit hat selten etwas Neues hervorgebracht“), sieht den Beitrag dieser neuen Technologie in der Erhöhung des Tempos, mit dem neue Organismen erzeugt werden können.³¹

Die Herstellung neuartiger Lebewesen ist im Blick auf die lange Geschichte konventioneller (und seit einigen Jahren auch gentechnischer) Pflanzen- und Tierzucht nichts grundstürzend Neues. Auch in Bezug auf die Art und Weise, wie die SB neue Lebewesen zu produzieren gedenkt (selbst im Falle

²⁸ Vgl. ders., ebd., S. 148–150.

²⁹ Ebd., S. 151.

³⁰ So gegenüber ST. LAHRTZ: *Zellen*, S. 62; ähnlich äußern sich GEORGE CHURCH, Genetiker an der Harvard Medical School, und STEVEN BENNER von der Foundation for Applied Molecular Evolution, Gainesville, Florida (2010), S. 422 u. 423. Ähnlich urteilt auch – unter Hervorhebung des temporalen Aspekts – das *Editorial in Nature* 465 (27 May 2010) 7297, S. 397; vgl. zudem M. BEDAU: *The Power* (2010), S. 422.

³¹ Vgl. M. FUSSENEGER: *Nature's limits* (2010), S. 424. Die Zelle im künstlichem Genom sei eine chimärische Zelle; diese aber habe es schon lange zuvor gegeben. VENTERS „technisches Husarenstück“, das er als „technischen Fortschritt“ anerkennt, gehöre in Wirklichkeit in den Bereich von „fortgeschrittener Gentechnologie“ (vgl. ebd.)

des ‚Lego‘-Modells), will die EKAH das Prädikat ‚neu‘ nur zurückhaltend verwenden, es sei denn die anorganischen bzw. chemischen Elemente, aus denen neue Lebewesen „synthetisiert“ werden, wären auf der Basis von Silizium und nicht von Kohlenstoffverbindungen „gefertigt“. Damit kann man die Vorstellung verbinden, dass Lebewesen neu (im Sinne von erstmals) ingenieurmäßig wie Maschinen entworfen und hergestellt werden.³²

Spätestens hier dürfte es sich aber um mehr als nur eine quantitative, nämlich um eine qualitative Größenordnung handeln. Schon bei der Beurteilung der von einem künstlichen Genom gesteuerten Minimalzelle lässt sich bei einigen Experten ein gewisses Oszillieren zwischen quantitativer und qualitativer Ebene feststellen. So spricht JENS REICH z. B. nicht nur von der biotechnischen Realisierung einer speziellen neuen Art, sondern auch von der

„Demonstration der prinzipiellen Möglichkeit einer technischen Rekonstruktion des Lebendigen ‚nicht nur von Mikroorganismen, sondern auch von Pflanzen, Tieren und schließlich auch des Menschen“³³.

Diese Aussage kann aber sehr Grundsätzliches bedeuten, das quantitative Kategorien weit hinter sich lässt. Darauf wird noch zurückzukommen sein.

3.2. Neue Anforderungen an die ethische Argumentation?

Wissenschaftliche Rationalität verlangt eine möglichst klare Unterscheidung und Entflechtung von Wert- und Tatsachenurteilen. Allerdings ist auch empirisches Tatsachen- bzw. Sachwissen in den Naturwissenschaften nicht völlig unabhängig von theoretischen Vorannahmen. Auch in naturwissenschaftliche Forschungsentscheidungen gehen Wertungen ein. Wie sehr ethisches Gedankengut eine Rolle spielt, kann man spätestens den propagierten Anwendungszielen entnehmen, zu deren argumentativen Absicherung man sich in aller Regel auf gesellschaftlich hoch geschätzte Werte (z. B. Gesundheit, Ressourcen-Effizienz und Umweltschutz) bezieht. Nur ein naiv-scientistisches oder

³² Vgl. EKAH: SB, S. 10f.

³³ J. REICH: Zusammen Gott spielen (2010), S. 48f. Dazu passt die Mitteilung, dass VENTERS Team vor kurzem der künstliche Nachbau des Mitochondrien-Erbguts einer Mauszelle gelungen sei; vgl. NZZ vom 13.10.2010, Nr. 238, S. 61. Der Artikel bemerkt, VENTERS Team habe damit gezeigt, „dass man prinzipiell auch das Erbgut eines Säugetiers im Labor künstlich herstellen kann“. In die gleiche Richtung zielt wohl auch die Bemerkung STEVEN BENNERS, derzufolge SB weniger die Bezeichnung eines neuen Forschungsfeldes als vielmehr neue Forschungsstrategien meine, die prinzipiell auf *allen* Technikgebieten zur Anwendung kommen können [vgl. ST. BENNER: Synthesis (2010), S. 423].

unaufgeklärt-positivistisches Wissenschaftsverständnis kann ein Selbstverständnis im Sinne einer völlig wertungsfreien Zone entwickeln.³⁴

Die im Zusammenhang mit der SB diskutierten Anwendungen liegen in Technikgebieten, für die in den vergangenen Jahrzehnten öffentlich getragene Institutionen und Strukturen der Technikfolgenabschätzung, -forschung und -bewertung aufgebaut wurden. Gerade bei neuen technischen Entwicklungen kann Technikfolgenbewertung eine u. U. sehr konflikträchtige öffentliche Angelegenheit werden, bei der um die Verantwortbarkeit (nicht nur, aber meist) der Folgen gerungen wird.³⁵ Neue technische Entwicklungen vom derzeitigen Zuschnitt der SB gehören in den Bereich einer Verantwortungsethik, wenn vorab geklärt ist, dass gegen eine neue Forschungs- und Technikrichtung jedenfalls kein grundsätzliches „ethisches Veto“ eingelegt werden kann. Es ist beim jetzt erreichten Status Quo nicht zu sehen, dass die deklarierten zivilen Anwendungsziele ein Veto rechtfertigen könnten. Umgekehrt müsste auch ein Verzicht die in Kauf genommenen Nachteile (z. B. beim Verzicht auf eine umweltmäßig unbedenkliche Produktionsart von Treibstoffen) gerechtfertigt werden. Ein kategorisches ‚Nein‘ kann nicht in Frage kommen, wenn für die SB sittlich rechtfertigbare Ziele, Methoden, Mittel und Realisierungswege reklamiert werden können und zudem glaubhaft gemacht werden kann, dass ihr Negativpotential (Risiken) beherrschbar bleibt oder jedenfalls nicht so dominant wird, dass gegen den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit in Bezug auf die ethisch legitimen Resultate verstoßen wird.

Dual-Use-Fragen sind eigens zu klären. Eine derzeit nicht auszuschließende militärische Nutzung (neue Biowaffen) ist in Expertengremien immer wieder ein Thema.³⁶ Soweit feststellbar, herrscht Einigkeit über die ethische Verwerflichkeit eines derartigen Forschungsansatzes, erst recht bei weiterge-

³⁴ Zu den „wertgeladenen“ Nutzungszielen der SB vgl. J. BOLDT et al.: SB, S. 26–33.

³⁵ Vgl. K. OTT: Technik und Ethik (1996), bes. S. 690ff.; B. IRRGANG: Genethik (1996), bes. S. 516ff.

³⁶ Vgl. The Presidential Commission on The Study on Bioethical Issues (2010): *www.bioethics.gov* – In der auf dieser Website u. a. aufgeführten Präsentation der beiden Referenten des Oxford Uehiro Centre for Practical Ethics (ALLEN BUCHANAN und RUSSEL POWELL) wird der Begriff *Dual Use* allerdings weiter gefasst und auch auf den „Missbrauch von SB durch nicht-staatliche Akteure“ bezogen. Abgesehen von einer Warnung vor „Schurkenstaaten“ unterstreicht dieser Text auch „das Risiko, dass gute Regierungen die Synthetische Biologie – einschließlich der Forschung und der Techniken, die zur Terrorismusbekämpfung und für defensive Biowaffenprogramme entwickelt wurden – für Angriffszwecke nutzen könnten“. Zugleich wird vor der „Gefahr eines ‚defensiven‘ Wettrüstens mit biologischen Waffen“ gewarnt. Im militärischen Kontext stellt sich auch die Frage nach der Publikation von Forschungsergebnissen und ggf. nach Gefahrenmomenten in besonders kritischer Weise. Hier ist die Kontrollfunktion der *scientific community* u. U. nicht mehr gewährleistet.

henden Problemen.³⁷ Ein bioterroristischer Missbrauch ginge über die Dual-Use-Frage in diesem Sinn hinaus. Er wird – wie bereits in den Unwert-Begriffen Terror und Missbrauch ausgesagt – ethisch strikt verurteilt.³⁸ Diese Themen spielten im Übrigen bereits im Kontext der Gentechnik-Entwicklung eine gewisse Rolle. Beim derzeitigen Stand der Dinge wird man sagen können, dass diese Fragen nicht grundsätzlich neu sind, sondern sich nur erneut – und möglicherweise radikaler – stellen. Verstärkt hat sich allerdings in der heutigen Weltsituation der Bedarf an internationalen (und tendenziell globalen) Sicherheitsstandards. Die Menschheit hat mit neuen Lebensformen aus der Produktion der SB bislang weder evolutions- noch ökologiegeschichtliche Erfahrungen zur Verfügung. Zudem ist auch die Frage, wie solche neue Kunstwesen allenfalls das Denken über den Biodiversitätsschutz beeinflussen könnten, offen.³⁹

Im Grundsatz kann jedoch für die Frage eines ethisch rechtfertigbaren Umgangs mit den verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der SB weithin auf die ethische Diskussion der Gentechnik im Außerhumanbereich rekurriert werden. Für sie wurden seinerzeit mehrstufige ethische Handlungsregelsysteme und kohärente Kriterienkomplexe entworfen, die man heute als weithin bewährt und im Wesentlichen auch als zutreffend für die Experimente im Rahmen der derzeit aktuellen Forschungsvorhaben betrachten kann.⁴⁰ Zum gesamten risikoethischen Komplex der SB bemerkt die EKAH mit gutem Grund, dass „die Risikodiskussion zur SB ... in weiten Teilen an die Anfänge der Debatte über die Gentechnologie (erinnert)“.⁴¹

Neben normethischen Aspekten ist zudem auf tugendethische Gesichtspunkte einzugehen. Sie sind regelmäßig auch Gegenstand von ingenieurwis-

³⁷ Vgl. ebd.

³⁸ Vgl. ebd.

³⁹ Vgl. B. G. NORTON: SB (2010). Das Magazin *Nature* beklagt in Bezug auf die SB einen „Mangel an internationaler Staatsführung“ (vgl. Editorial zu Nr. 7297, 27 May 2010, S. 397). Interessante Vorschläge unterbreitet CAPLAN, A. (www.bioethics.gov): Er schlägt vor, synthetisch-biologische Produkte sollten vorerst nur zugelassen werden, wenn ihnen klar identifizierbare Erkennungsmarken und eine begrenzte Lebenszeit einprogrammiert seien. Für alle Sicherheitsbelange sollte nach seiner Anregung eine eigene spezialisierte Agentur geschaffen werden, die zur Wahrnehmung ihrer Verantwortung über starke Befugnisse verfügen müsste. BUCHANAN und POWELL regen im Rahmen ihrer Präsentation vor der gleichen Regierungskommission an, die bestehenden Einschließungs-(*containment*)-Systeme wie auch die bereits entwickelten Reversibilitätstechniken auf ihre Tauglichkeit für die SB-Produkte zu überprüfen (vgl. ebd.). Zu Risiko- und Sicherheitsfragen vgl. ferner J. BOLDT et al.: SB, S. 65–79.

⁴⁰ Vgl. das verantwortungsethische Modell bei B. IRRGANG: *Genethik* (1996), S. 516–521.

⁴¹ EKAH: SB, S. 22.

senschaftlichen Ethikkodizes.⁴² Auch eine Reihe von relativ abstrakt geäußerten Befürchtungen und Einwänden (z. B. gesellschaftliche Orientierungsmarken in Sachen Technik, Kultur und Natur verschieben sich zugunsten eines mechanistisch-reduktionistischen Denkens, weltweite Verteilungsgerechtigkeit und Nahrungssicherheit werden negativ beeinflusst, der technologische Graben zwischen „Nord“ und „Süd“ vertiefte sich weiter, die Folgen des Schutzes intellektuellen Eigentums und der Biopatentierung u. a. m.) sind nicht wirklich neu⁴³, was selbstverständlich nicht heißt, dass sie ethisch ohne Gewicht wären. Die Verantwortung zur Wachsamkeit ist keineswegs obsolet geworden.

Wenn zuvor das Adverb ‚unmittelbar‘ hervorgehoben wurde, so deshalb, weil es einen Zugang zum Kern dessen eröffnen kann, was unter dem Vorzeichen des Neuen wohl am meisten bedacht zu werden verdient. Der zuvor zitierte verantwortungsethische Entwurf führt notwendigerweise auf der Ebene der fundamentalen Handlungsregeln auch die Gleichbehandlungsregel auf. Der Umgang mit dieser Regel setzt aber voraus, dass der moralische Status der Wesen bzw. Entitäten, die ggf. gleich zu behandeln sind, schon feststeht.

Mit der Erwägung solcher Aspekte ist die verantwortungsethische Ebene bereits in Richtung einer moralischen Statusklärung verlassen. Wie aber stünde es mit dem moralischen Status eines „from scratch“ artifiziell – aus chemischen Bauelementen – „fabrizierten“ Lebewesens? Kann für dieses ein Status geltend gemacht werden, der eine moralische Gleichbehandlung mit natürlich entstandenen Lebewesen der gleichen Art fordert?

Diese Fragestellung spielte interessanterweise im Zusammenhang der „traditionellen“ Gentechnik keine markante Rolle, obwohl gelegentlich Überlegungen zur Identität gentechnisch veränderter Lebewesen (z. B. bei Nutztieren) auftauchten. Offenbar hat die Perspektive, dass man es nicht nur mit Veränderungen an natürlich erzeugten Wesen, sondern mit regelrechten „Kunstwesen“ zu tun bekommen könnte, die Ausgangslage deutlich verändert und eine neue Situation entstehen lassen.

Eine detaillierte Argumentation zur involvierten Gesamtproblematik ist hier nicht möglich.⁴⁴ Mein Hauptargument geht dahin, dass die Art und Weise der

⁴² Vgl. K. OTT: Technik und Ethik (1996), S. 685–689.

⁴³ Manches spielte in ganz ähnlicher Weise schon in den ersten Jahren der Gentechnik-Debatte eine Rolle; vgl. H. J. MÜNK: Die christliche Ethik (1991), S. 79–86. Ferner vgl. J. BOLDT et al.: SB, S. 65ff; EKAH: SB, S. 22ff. Zur bioterroristischen Problematik, die im Grundsatz ebenfalls schon aus der Gentechnikdiskussion bekannt ist, vgl. im Zusammenhang mit der SB: ST. LAHRTZ: Dem Missbrauch vorgebeugt (2010), S. 62.

⁴⁴ Ich teile hier im Ergebnis den Standpunkt von B. BAERTSCHI: La vie artificielle (2009).

Erzeugung bzw. Herstellung eines Lebewesens nicht über den moralischen Status entscheidet. Maßgeblich dafür sind die Wesenscharakteristika. Ob sie ihre Existenz natürlichen Vorgängen oder aber artifiziellen Prozessen verdanken, ist für den moralischen Status sekundär. Ein Beispiel, das (noch) nicht aus der erlebten Realität stammt⁴⁵, mag dies illustrieren: Wenn es gelingen sollte, im Sinne des „Bottom-up-Modells“ z. B. künstliche Labormäuse herzustellen, dann müsste auch auf diese Tiere im Sinne eines pathozentrischen Ansatzes grundsätzlich gleiche Rücksicht genommen werden. Dem entspräche es dann, dass sie –genau wie ihre natürlichen Artgenossen – durch rechtliche Bestimmungen für die Haltung von Versuchstieren geschützt würden.

4. Veränderungsdruck auf das Lebens- bzw. Naturverständnis und die Lebenswissenschaften

Bei einem Vergleich von höchst verschiedenartig erzeugten Lebewesen wird es unausweichlich, die *dahinterliegende*, mittelbare Ebene, wie sie sich im Begriff ‚Leben‘ verdichtet, zu thematisieren. Nun ist selbstverständlich auch die Frage ‚Was ist Leben?‘ wahrlich nicht neu. Sie begleitet vielmehr das philosophische Denken seit seinen schriftlich greifbaren Anfängen. Ein früher Höhepunkt ist die aristotelische Philosophie des Lebendigen im Kontext und auf der Basis einer mehrstufigen Seelenlehre. Sie hat keineswegs nur historische Bedeutung, sondern spielt in systematischen Reflexionen auch heute eine aktuelle Rolle.⁴⁶ Zur Behandlung dieser Thematik genügen evidenterweise formale Argumente nicht; erst recht nicht, wenn bedacht wird, dass der Begriff ‚Leben‘ nicht nur deskriptiv, sondern (wenn auch nicht selten eher unterschwellig) auch evaluativ bzw. normativ gebraucht wird. Die für den Außerhumanbereich zuständige Eidgenössische Ethikkommission stellt die Verbindung zwischen Herstellung von Lebewesen und Lebensverständnis an den Anfang des Abschnitts über „unterschiedliche ontologische Konzepte von Leben“. Vier ontologische Grundpositionen (Monismus, Vitalismus, Dualismus, Skeptizismus) werden kurz skizziert und auf ihre Konsequenzen für die anstehende Problematik hin befragt. Die erwähnte kausallogische Verständnisweise von „Leben als Bündel von Funktionen... (Organisation, Reproduktion, Metabolismus, Reaktion auf Umweltstimulation)“⁴⁷ die JENS REICH wohl meint,

⁴⁵ Vgl. aber das in Anm. 33 Gesagte!

⁴⁶ Vgl. R. KATHER: *Leben* (2003), S. 22–33.

⁴⁷ Alle Zitate aus: EKAH: SB, S. 12. Zusammen mit dem Faktor ‚Wachstum‘ ergibt sich die biologische Standarddefinition von Leben.

wenn er von einer „radikal verengten Sicht des Lebens spricht“⁴⁸, ist offenbar in der einen oder anderen Variante für die betroffenen naturwissenschaftlichen Disziplinen – und nicht nur in ihnen – weithin plausibel und präsent.⁴⁹ Relativ maßvoll klingt noch die Erwartung, dass die SB nun eine beispiellose Gelegenheit biete, die verbliebenen Geheimnisse des Lebens zu ergründen und beispielsweise die verbliebenen Problemzonen der Emergenzthese zu klären.⁵⁰ Schon fast als Drohung könnte man die Feststellung DAVID DEAMERS lesen, dass die bisherige Annahme, alles Leben setze die Herkunft aus Lebendigem voraus (*omne vivum ex ovo*), „nicht mehr viel länger“⁵¹ gelten dürfte. Damit ist gemeint, dass die „synthetische“ Herstellung von Lebewesen aus chemischen Elementen, d. h. „toter“ Materie, eine monistisch-materialistische Grundposition bekräftige. Das eigentliche Ärgernis für Vertreter einer „metaphysischen Sichtweise“ liege darin, „dass Leben aus toter Materie kreierte werden kann“.⁵² Dementsprechend wird z. B. der Vitalismus eines HENRI BERGSON (*élan vital*) für definitiv gescheitert erklärt.⁵³ Ein materialistischer Reduktionismus ist offenbar stark verbreitet. Entsprechende Voten sind durchaus auch im deutschsprachigen Raum nachzulesen.⁵⁴ Gegenstimmen fehlen allerdings auch nicht; sie sind aber oft weniger laut zu hören.⁵⁵

Auch wenn derzeit die Welt der Mikroben im Vordergrund steht, so ist doch grundsätzlich klar, dass in dieser Thematik das Leben und letztlich das Naturverständnis insgesamt involviert sind, denn wir haben es mit einer Art DNA-Materialismus zu tun und DNA betrifft durchgehend alles Lebendige. Auch wenn die Argumentation der praktischen Ethiker BUCHANAN und POWELL formallogisch grundsätzlich zutrifft, dass der moralische Status von Wesen davon abhängt, ob sie bestimmte Eigenschaften (z. B. Schmerzempfindlichkeit, Handlungsfähigkeit) besitzen, und nicht davon, ob diese Eigenschaften

⁴⁸ J. REICH: Zusammen Gott spielen, S. 48.

⁴⁹ Vgl. z. B. die Experten-Stellungnahmen in: *Nature* 465 (27 May 2010) 7297, 422–424.

⁵⁰ Vgl. M. BEDAU: *The Power* (2010), S. 422.

⁵¹ D. DEAMER: *Origin* (2010), S. 424.

⁵² A. CAPLAN: *The End of Vitalism* (2010), S. 423.

⁵³ Vgl. ebd.

⁵⁴ Vgl. z. B. S. KNELL/M. WEBER: *Menschliches Leben* (2009), S. 4; hier kann man lesen, dass analytische Philosophen „in der Regel“ in Bezug auf die Seele materialistisch orientiert seien.

⁵⁵ So warnen A. BUCHANAN und R. POWELL in ihrer Präsentation vor der US-amerikanischen Presidential Commission ausdrücklich davor, die SB „als einen Sieg für den ‚Reduktionismus‘“ zu deuten. „Die Fähigkeit, Organismen ‚de novo‘ herzustellen, impliziert keinen Reduktionismus im eigentlichen Sinn.“ Und: „Selbst wenn Reduktionismus im eigentlichen Sinn zuträfe, würde nichts von moralischer Bedeutung daraus folgen“ (vgl. www.bioethics.gov).

auf ‚materialistische‘ Grundlagen zurückführbar seien,⁵⁶ so ist doch schwierig davon auszugehen, dass ein materialistisch-reduktionistisches Grundverständnis nicht Folgen hätte für das Lebensverständnis. Auch wenn aus methodischen Gründen empirische und normative Ebene, Tatsachen- und Werturteile auseinanderzuhalten sind, so sind damit wechselseitige Rückwirkungen noch keineswegs ausgeschlossen.

Ließe sich für Wesen, die aus „einer bloßen Ansammlung von Molekülen“⁵⁷ bestehen, dauerhaft Würde als normatives Konzept plausibel in Anspruch nehmen?

Der aus der ökoethischen Literatur bekannte US-amerikanische Philosoph BRYAN G. NORTON äußert Bedenken, dass die SB bereits die in den letzten Jahrzehnten entwickelten philosophischen Ansätze zur Rechtfertigung eines Eigenwerts der außerhumanen Natur aushöhlen könnte. In deutlicher Anspielung auf das Lego-Modell befürchtet er eine „Verbilligung“ der Natur, wenn Leben nur als ein Programm von „Biobricks“ gesehen werde, die ihren Wert aus der Funktion bezögen, die sie in einer Lego-Kombination erhalten würden.⁵⁸ Die Inadäquatheit eines in den modernen Naturwissenschaften antreffbaren Wissensideals, welches das Leblose als „das Wissbare par excellence“ und damit auch als „Erklärungsgrund von allem“ wie auch als „Seinsgrund von allem“⁵⁹ annimmt, ist zwar wiederum keine neue Feststellung, gewinnt aber unter dem Vorzeichen der SB neues Gewicht. Umso mehr ist die von HANS JONAS so nachdrücklich geforderte Teilnehmerperspektive bei der Beschreibung und dem Verstehen von Leben aktuell. Im Blick auf Grundphänomene des menschlichen Lebens mit seiner Innenwelt und Freiheitserfahrung wird deutlich:

„Die Besonderheit des Lebens wird nicht an der untersten Berührungsschicht mit der anorganischen Materie, der Kontaktschwelle zur unbelebten Natur, sondern nur auf den höheren Lebensstufen erkannt, die ihre eigenen Lebensäußerungen hervorbringen.“⁶⁰

Die gerade auch in naturwissenschaftlichen Beiträgen immer wieder antreffbare Berufung auf unableitbare emergente Qualitäten des Menschen erscheint

⁵⁶ Vgl. ebd. Ich gehe hier nicht weiter auf die Frage ein, ob die Rede von Eigenschaften im Zusammenhang mit der moralischen Statusbestimmung ausreicht.

⁵⁷ A. BUCHANAN/R. POWELL: Testimony (July 2010), in: www.bioethics.gov

⁵⁸ Vgl. B. G. NORTON: Synthetic Biology (2010), in: www.bioethics.gov

⁵⁹ H. JONAS: Prinzip Leben (1997), S. 28 [zitiert nach E. SCHOCKENHOFF: Ethik des Lebens (2009), S. 22].

⁶⁰ E.SCHOCKENHOFF: Ethik des Lebens, S. 23.

höchst voraussetzungsreich und keineswegs überzeugend. Sie könnte auch nicht garantieren, dass nicht ein „scharfer Schnitt“ zwischen Mensch und außerhumane Natur gelegt wird. HANS-DIETER MUTSCHLER kleidet das Gemeinte in eine prägnante Formulierung; er spricht von einem „Mirakel“, wenn „aus einer rein mechanistisch funktionierenden Natur plötzlich der Mensch hervorgeht“.⁶¹ Den Preis für einen solchen scharfen Schnitt hätte wohl zunächst vor allem die außerhumane Natur zu bezahlen, insofern dort die Ausblendung von Bewusstseinsphänomenen (z. B. Schmerzempfinden) erleichtert würde.⁶² Die Erbsubstanz DNA verbindet alles Leben auf Erden. Die ökologische Problematik der letzten Jahrzehnte lenkt den Blick darauf, wie sehr Leben integriert in das jeweils größere Natur-Ganze zu sehen ist. Dem entspricht auf philosophischer Ebene die Einbeziehung in das größere Ganze der Naturphilosophie. Dieses kann aber aus guten Gründen nicht einer szientistischen Monokultur ausgeliefert werden. Es geht nicht um eine „Wiederverzauberung der Natur“⁶³, sondern um ein Plädoyer für die Akzeptanz einer hochdifferenzierten Pluralität der Zugangsweisen im Sinne einer hermeneutischen Grundverständigung unter den beteiligten *scientific communities*.

Von den Naturwissenschaften ist dabei die Biologie⁶⁴ besonders gefordert. In dieser Hinsicht erscheint zunehmend die These plausibel, dass

„die Biologie ... seit dem Eintritt in ihre synthetische Phase einem Paradigmenwechsel (unterliege) und ... einer ihr bislang eher fremden Leitvorstellung (folge), nämlich der Ingenieurkunst“⁶⁵.

In diese Richtung gehen zahlreiche Aussagen von Protagonisten der SB. Insofern es ihr sogar um die Konstruktion von neuartigen, bislang nicht bekannten Lebensformen geht, bekennt sie sich selbst zu einem Arbeitsideal, das eigentlich eine Art „Hybrid“ zwischen „alter“ naturwissenschaftlicher und technischer bzw. ingenieurwissenschaftlicher Forschung ist. In dieser Entwicklung verbergen sich wohl die schwierigsten neuen Fragestellungen der SB.⁶⁶

⁶¹ H. D. MUTSCHLER: Was ist Naturphilosophie? (2000), S. 257.

⁶² Vgl. ders., ebd., S. 256f.

⁶³ J. HABERMAS: Vernunft und Natur (1984), zit. nach: H. D. MUTSCHLER: Was ist Naturphilosophie? (2000), S. 258.

⁶⁴ Aus Raumgründen muss hier auf weitere Differenzierungen verzichtet werden. Es geht grundsätzlich um das ganze gewaltige Spektrum heutiger Biowissenschaften.

⁶⁵ B. IRRGANG: Mendelgenetik (2003), S. 158.

⁶⁶ Viele weitere bislang vertraute Abgrenzungen und Zuordnungen (z. B. Natur – Kultur, Natürlichkeit – Künstlichkeit, um nur zwei Punkte herauszugreifen) werden voraussichtlich davon betroffen sein.

Zusammenfassung

MÜNK, HANS J.: **Stellt uns die Synthetische Biologie (SB) vor neue Fragen?** ETHICA 19 (2011) 2, 99–121

Im Mai 2010 wurde in der Weltöffentlichkeit die erfolgreiche Herstellung der ersten funktionsfähigen Zelle bekannt, in die ein künstlich zusammengefügtes, „synthetisiertes“ Genom implantiert worden war. In diesem Beitrag wird aus philosophischer Sicht der Fragestellung nachgegangen, ob sich (und wenn ja: welche) neue(n) Problemstellungen aus dem noch relativ jungen, aber offenbar rasch voranschreitenden Forschungsansatz der Synthetischen Biologie ergeben. Zunächst wird die Entstehungsgeschichte – vor allem auf dem Hintergrund der „traditionellen“ Gentechnologie – skizziert. Sodann werden Definitionsfragen und verschiedene Forschungsansätze innerhalb der Forschungsstrategien selbst vorgestellt. Im Anschluss daran wird die Frage nach dem Neuen, das die Synthetische Biologie kennzeichnet, präzisiert. Im Schlussteil wird untersucht, ob von diesem neuen biowissenschaftlichen Ansatz ein Veränderungsdruck auf unser Lebens- und Naturverständnis und auf die Biologie selbst ausgehen könnte.

Gentechnologie
Leben
Lebenswissenschaften
Natur
Synthetische Biologie

Summary

MÜNK, HANS J.: **Does Synthetic Biology confront us with new problems?** ETHICA 19 (2011) 2, 99–121

In May 2010 the general public learned about the successful production of the first viable cell into which an artificially assembled “synthesized” genome had been implanted. In this article it is discussed, from a philosophical point of view, if (that is to say which) new problems are to be expected from this relatively young but obviously progressing research approach of synthetic biology. First of all, its genesis is outlined – particularly against the background of “traditional” genetic engineering. Then, problems of definition as well as various approaches within the research strategies are presented. This is followed by the question what is the typically new that characterizes synthetic biology. Finally, it is discussed if this new approach in biological sciences might proactively challenge us so as to change our understanding of life and nature and if it might challenge biology itself.

Genetic engineering
life
life sciences
nature
synthetic biology

Literatur

- BAERTSCHI, BERNARD: *La vie artificielle. Le statut morale des êtres vivants artificiel*. Bern: Office fédérale des constructions et de logistique, 2009 (Contributions à l'éthique et à la biotechnologie; 6).
- BEDAU, MARK: *The power and the pitfalls*. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 422.
- BENNER, STEVEN : *Synthesis drives innovation*. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 423.
- BOLDT, JOACHIM/OLIVER MÜLLER/GIOVANNI MAIO: *Synthetische Biologie. Eine ethisch-philosophische Analyse*. Bern: Bundesamt für Bauten und Logistik, 2009 (Beiträge zur Ethik und Biotechnologie; 5).

- BUCHANAN, ALLEN/RUSSELL POWELL: The Ethics of Synthetic Biology: Suggestions for a Comprehensive Approach (July 2010): www.bioethics.gov (s. auch Anm. 3).
- CAPLAN, ARTHUR L.: The End of Vitalism. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 423.
— Testimony to the Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues (September 13, 2010): www.bioethics.gov (s. auch Anm.3).
- CHURCH, GEORGE: Now let's lower costs. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 422.
- DALFERTH, INGOLF U.: Die Entstehung von Neuem. Gedanken eines Theologen. In: Peter Walde/Pier Luigi Luisi (Hrsg.): Vom Ursprung des Universums zur Evolution des Geistes. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 2002, S. 145–167.
- DEAMER, DAVID: Origin of Life just got closer. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 424.
Editorial: The successful transplantation of a synthetic genome highlights unresolved ethical and Security issues by synthetic biology. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 397.
- EKAH (Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Außerhumanbereich): Synthetische Biologie – Ethische Überlegungen. Bern: Sekretariat EKAH c/o Bundesamt für Umwelt BAFU, 2010 (dieser Text kann in Deutsch, Französisch und Englisch bezogen werden unter: www.ekah.admin.ch).
- FISCHER, ERNST PETER: Das Genom. Frankfurt/M.: Fischer TB, 2004.
— Die andere Bildung. Was man von den Naturwissenschaften wissen sollte. Berlin: Ullstein, 2009.
- FUSSENEGGER, MARTIN: Natur's limits still apply. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, S. 424.
- GIBSON, DANIEL/JOHN I. GLASS/CAROLE LARTIGUE ... CLYDE A. HUTCHISON III/HAMILTON O. SMITH/J. CRAIG VENTER: Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome. *Science* 329 (2. Juli 2010), 52–56.
- HABERMAS, J.: Vernunft und Natur – eine Versöhnung um den Preis der Wiederverzauberung? In: Vorstudien und Ergänzungen zur Theorie des kommunikativen Handelns. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 1984.
- HAZEN, ROBERT M.: Der steinige Weg. *Spektrum der Wissenschaft* (Juni 2001), 34–41.
- HEINEMANN, THOMAS/JENS KIPPER/KATHRIN ROTTLÄNDER/KATHRIN SEHESTEDT/BIRTE WIENEN: Was ist molekulare Medizin? Elemente einer Begriffsbestimmung. *Zeitschrift für Medizinische Ethik* 56 (2010), 301–314.
- IRRGANG, BERNHARD: Genethik. In: Julian Nida-Rümelin (Hrsg.): Angewandte Ethik. Die Bereichsethiken und ihre theoretische Fundierung. Ein Handbuch. Stuttgart: Alfred Kröner, 1996, 510–551.
— Von der Mendelgenetik zur synthetischen Biologie. Epistemologie der Laboratoriums praxis Biotechnologie. Dresden: Thelem, 2003 (Technikhermeneutik; 3).
- JONAS, HANS: Das Prinzip Leben. Ansätze zu einer biologischen Philosophie (ursprünglicher Titel: Organismus und Freiheit). Frankfurt/M.: Suhrkamp, 1997.
- KATHER, REGINE: Was ist Leben? Philosophische Positionen und Perspektiven. Darmstadt: Wiss. Buchges., 2003.
- KNELL, SEBASTIAN/MARCEL WEBER: Menschliches Leben. Berlin u. a.: Walter de Gruyter, 2009.
- KWOK, ROBERTA: DNA's master craftsmen. Behind the walls of the J. Craig Venter Institute, Ham Smith and Clyde Hutchison quietly worked to bring a synthetic cell to life. *Nature* 468 (4. Nov. 2010), 22–25.
- LAHRTZ, STEPHANIE: Zellen als steuerbare Synthesemaschinen. Die Synthetische Biologie

- hat viele Konzepte, aber noch kaum fertige Produkte. *Neue Zürcher Zeitung* 8.12.2010, Nr. 286, S. 62.
- Dem Missbrauch durch Terroristen wird vorgebeugt. *Neue Zürcher Zeitung* 8.12.2010, Nr. 286, S. 62.
- LEDUC, STÉPHANE: *La biologie Synthétique, étude de biophysique*. Paris: A. Poinat, 1912.
- LOEB, JACQUES: *The Dynamics of Living Matter*. New York: Columbia University Press, 1906.
- LUISI, PIER LUIGI: Die Frage nach der Entstehung des Lebens auf der Erde aus der Sicht der molekularen Naturwissenschaften. In: Peter Walde/P. L. Luisi (Hrsg.): *Vom Ursprung des Universums zur Evolution des Geistes*. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Z, 2002, S. 39–66.
- MÜNK, HANS JÜRGEN: Die Christliche Ethik vor der Herausforderung durch die Gentechnik. In: JOSEF PFAMMATTER/EDUARD CHRISTEN (Hrsg.): *Leben in der Hand des Menschen*. Zürich: Benziger 1991, S. 75–178 (Theologische Berichte; 20).
- MUTSCHLER, HANS-DIETER: Was ist Naturphilosophie. In: Korad Ott/Martin Gorke (Hrsg.): *Spektrum Umweltethik*. Marburg: Metropolis, 2000, S. 251–281.
- *Naturphilosophie*. Stuttgart: Kohlhammer, 2002 (Grundkurs Philosophie; 12).
- NORTON, BRYAN G.: *Synthetic Biology: Some Concerns of a Biodiversity Advocate*. Remarks on Synthetic Biology to the Presidential Commission: www.bioethics.gov (s. Anm. 3).
- OTT, KONRAD: Technik und Ethik. In: Julian Nida-Rümelin (Hrsg.): *Angewandte Ethik. Die Bereichsethiken und ihre Fundierung*. Ein Handbuch. Stuttgart: Alfred Kröner, 1996, S. 652–717.
- PENNISI, ELISABETH: Synthetic Genome Brings New Life to Bacterium. *Science* 328 (21. Mai 2010), 958–959.
- RASMUSSEN, STEEN: ‘Bottom-up’ will be more telling. *Nature* 465 (27. Mai 2010) 7297, 422–423.
- REICH, JENS: Zusammen Gott spielen. *Focus* (2010) 23, 48–50.
- REHMANN-SUTTER, CHRISTOPH: Lebewesen als Sphären der Aktivität. Thesen zur Interpretation der molekularen Genetik in einer praxisorientierten Naturphilosophie. In: Christian Kummer (Hrsg.): *Was ist Naturphilosophie und was kann sie leisten?* Freiburg/München: Karl Alber, 2009, S. 127–150.
- SCHOCKENHOFF, EBERHARD: *Ethik des Lebens. Grundlagen und neue Herausforderungen*. Freiburg u. a.: Herder, 2009.
- SILVER, LEE: Life 2.0. A New Generation of Scientific Mavericks Is Not Content to Merely Tinker with Life’s Genetic Code. They Want to Rewrite it From Scratch. *Newsweek* (4. Juni 2007), 37–41.
- SZOSTAK, JACK W./DAVID P. BARTEL/PIER LUIGI LUISI: Synthesizing Life. *Nature* 409 (18. Januar 2001), 387–390.
- SZYBALSKY, WACLAW/ANDRE SKALKA: Nobel Prizes and restriction enzymes. *Gene* 4 (1978) 3, 181–182.
- SCHUSTER, STEFAN/ROLAND EILS/KLAUS PRANK: 5th International Conference on Systems Biology (ICSB 2004), Heidelberg, October 9–13, 2004. *Biosystems* 83 (Febr./March 2006), [17] 2–3, S. 71–74.
- TESSY (Towards a European Strategy for Synthetic Biology): siehe: www.tessy-europe.eu/public_docs/TESSY-Final-Report_D5-3.pdf

The Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues: siehe: www.bioethics.gov
(vgl. auch Anm. 3)

WÄCHTERSCHÄUSER, GÜNTER: Entstehung des Lebens in einer vulkanischen Eisen-Nickel-Schwefel-Welt. In: Norbert Elsner/Hans-Joachim Fritz/Stephan Gradstein/Joachim Reiter (Hrsg.): Evolution. Zufall und Zwangsläufigkeit der Schöpfung. Göttingen: Wallstein, 2009, S. 115–138.

Prof. em. Dr. Hans J. Münk, Wesemlinstr. 48, CH 6006 Luzern
hans.muenk@bluewin.ch