

# Synthetische Biologie



**Basler Appell gegen Gentechnologie**

# Inhalt

Editorial	3
Synthetische Biologie = künstliches Leben	4
Basterei mit Biobausteinen	7
Risikopotenzial	8
Biosafety	9
Biosecurity	9
Ethische Implikationen	10
Forderungen	11

## Impressum

**Herausgeber:**  
**Basler Appell gegen Gentechnologie**  
Murbacherstrasse 34, Postfach 205  
4013 Basel  
T 061 692 01 01, F 061 693 20 11  
[info@baslerappell.ch](mailto:info@baslerappell.ch)  
[www.baslerappell.ch](http://www.baslerappell.ch)  
Postkonto 40-26264-8

**Redaktion:**  
**Gabriele Pichlhofer,**  
wissenschaftliche Mitarbeiterin  
Basler Appell gegen Gentechnologie

**Karikaturen:**  
**Udo Theiss, Basel**

**1. Auflage August 2010**

**Auflage:**  
**3 500 Exemplare**

**Druck:**  
**Rumzeis Druck, 4055 Basel**

**gedruckt auf Recyclingpapier**

# Editorial

Craig Venter, bestens bekannt durch die Entschlüsselung des menschlichen Genoms, lässt nicht locker: Dem US-Forscher gelang es kürzlich, einen lebensfähigen Mikroorganismus mit synthetischem Erbgut zu schaffen, der einem Bakterium eingepflanzt werden konnte. Vom Erbgutentschlüssler zum Moleküldesigner – mithilfe der synthetischen Biologie möchte Craig Venter in naher Zukunft «Leben auf dem Reissbrett» entwerfen.

In der synthetischen Biologie sollen biologische Systeme erzeugt werden, die in der Natur nicht vorkommen. Die Technologie ist eng verknüpft mit der Gentechnik. Wieder einmal sind die Hoffnungen enorm. Der geplante Einsatz dieser neuen, lebendigen Mikromaschinen reicht von der Medizin und der Herstellung von Biowaffen bis zur Landwirtschaft und Energieerzeugung. Wie sich die Verbreitung synthetischer Organismen auf die Umwelt auswirkt, kann allerdings wie immer bei neuen Technologien nicht abgeschätzt werden. Die synthetische Biologie wirft wichtige Fragen auf, mit denen man sich frühzeitig beschäftigen muss. Es sind nicht nur Überlegungen zum Risiko, sondern grundlegende Fragen, die unser Selbstverständnis als Menschen und unseren Umgang mit unserer Umwelt betreffen.

Der Basler Appell gegen Gentechnologie hat sich aus aktuellem Anlass für die Produktion der vorliegenden Broschüre entschlossen. Denn es macht Sinn, Technologien, von denen sich die Promotoren Wunder erhoffen, von Beginn an kritisch zu beleuchten. Die Diskussion der Risiken muss unbedingt in Gang kommen. Und gesetzliche Kontrollmechanismen sind gefragt, um dem Eintrag von synthetisch hergestellten Organismen in die Umwelt vorzubeugen.

Vorstand Basler Appell gegen Gentechnologie

## Synthetische Biologie = künstliches Leben

Wieder einmal ist die Rede von neuen Möglichkeiten, mit deren Hilfe die Medizin revolutionäre Erfolge feiern soll. In den Schlagzeilen ist eine Technologie, die Wirtschaft, Wissenschaft und Industrie prägen wird: die synthetische Biologie. Die synthetische Biologie will die Natur nach- und neu bilden und Leben künstlich herstellen. Das Alphabet des Lebens soll ergänzt oder gar ganz ersetzt werden. Beteiligt sind Disziplinen wie Gentechnik, Systembiologie, Ingenieurwissenschaften, Informationstechnologie und Nanotechnik (siehe Broschüre Basler Appell gegen Gentechnologie: «Nanomedizin – Invasion der Zwerge»).

An die Möglichkeiten der synthetischen Biologie werden grosse Hoffnungen geknüpft – ähnlich wie in der Gentechnik und der Nanotechnologie. Hier ist das Ziel, ganze Organismen mit exakt vorhersagbaren Eigenschaften zu kreieren. Massgeschneiderte Bakterien, die Gifte aufspüren oder Treibstoffe und Medikamente produzieren, sollen die neuen Heilsbringer sein. Ansätze dazu gibt es schon länger. Bereits Anfang der achtziger Jahre brachte man das Gen für menschliches Insulin in Bakterien ein und lässt seither das Hormon von Einzellern produzieren. Um Artesimin, ein Malaria-Mittel, billig produzieren zu können, schleusten Wissenschaftler Gene aus dem Beifuss und der Hefe in Escherichia-Coli-Bakterien ein. Das Artesiminprojekt erhält milliardenschwere Förderung von der Bill-Gates-Stiftung und wird von mehreren Pharma- und Biotechnologiekonzernen mitgetragen.

### Es gibt zwei unterschiedliche Ansätze bei der Herstellung künstlichen Lebens:

- Top-down (vom «Belebten zum Künstlichen»): In vorhandenen lebenden Systemen werden Komponenten entfernt oder verändert. Neue, künstlich entwickelte Komponenten werden hinzugefügt. Dadurch soll das Potenzial eines Organismus erweitert werden.
- Bottom-up (vom «Leblosen zum Lebendigen»): Es werden Systeme künstlich aufgebaut, die nach teils völlig neuen Prinzipien funktionieren sollen.

Die synthetische Biologie ist die Erweiterung der genetischen Manipulation. Neu dabei ist nur die Quantität: Die Gentechnologie verändert einzelne Gene oder Genabschnitte eines vorhandenen Organismus, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen. Die synthetische Biologie stellt das gesamte Genom in den Bereich des technischen Zugriffs. Das Konzept dabei ist, biologische Systeme und Organismen mithilfe standardisierter Bausteine und ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien neu zu entwickeln; so vollzieht die Biologie den Sprung von der gentechnischen Manipulation hin zur künstlichen Herstellung ganzer Organismen.

Grundlage für die Fortschritte in der synthetischen Biologie ist das Humangenomprojekt und die Entschlüsselung genetischer Daten. Genome oder Genabschnitte können durch immer leistungsfähigere Computer schneller und einfacher gelesen werden. Dadurch verbilligt sich das Verfahren. Derzeit wird das Erbgut von 10'000 Menschen entziffert, bald sollen 10'000 Wirbeltierarten decodiert werden. Dann werden riesige Datenmengen vorliegen, auf welche die ForscherInnen Zugriff haben. Die Biologie als Disziplin wird so immer mehr zur Informationswissenschaft und der Biologe zum Designer. Die Idee von einer Biologie, die Leben neu arrangiert, so besser versteht und kontrolliert, ist bereits über hundert Jahre alt. Heute formieren sich entsprechende Fachbereiche an Universitäten und Forschungseinrichtungen und man scheint dem alten Traum von der Kontrolle über das Leben näher gekommen zu sein.



## Basterei mit Biobausteinen

Seit den achtziger Jahren stellen Firmen, die sich auf die Synthese von Genen spezialisiert haben, aus unbelebter Materie Erbgutabschnitte her, so genannte Biobricks. Die DNA-Synthese erfolgt vollautomatisch. Geneart, eine Firma aus Regensburg in Deutschland, gilt als Marktführer und bietet günstige Konditionen. Ein künstlicher Bauabschnitt kann einfach per Internet bestellt werden. Das Material kommt dann per Post.

Biobricks für jedermann sind über den internationalen Gentech-Maschinen-Wettbewerb (International Genetically Engineered Machine competition, iGEM, <http://2010.igem.org>) zu beziehen. Jährlich werden StudentInnen zu einem Wettbewerb in synthetischer Biologie aufgerufen, nach dem Motto «Alles ist machbar». Angesiedelt ist der Wettbewerb am Massachusetts Institute of Technology (MIT). Dort sind bereits über 3'000 dieser Biobausteine registriert, die öffentlich zugänglich bleiben sollen.

Die künstlich hergestellten Biobausteine werden den gemeldeten Teams jeweils im Frühjahr per Post zugeschickt, im Herbst erfolgt dann die Auswertung. Die Teams können die Bio-Bausteine neu ordnen und zusammenstellen. Projekte aus den letzten Jahren waren Bakterien, die Minze- oder Bananenduft produzieren oder die durch eine Änderung ihres natürlichen pH-Werts vor Arsen in der Umwelt warnen. Im letzten Jahr gewann ein Team aus Heidelberg, dem es gelang, mithilfe eines synthetisch-biologischen Ansatzes das Erbgut von Bakterien so umzubauen, dass sie gezielt andere Keime oder Tumorzellen aufspüren und abtöten können.

2004 waren fünf Teams registriert, für 2010 sind bereits 180 Teams gemeldet. Beteiligt sind auch Schweizer Forschungsgruppen von der ETHZ-Basel und ETH Lausanne. Gesponsert wird der Wettbewerb 2010 unter anderem von Geneart: Die Firma bietet für die Teams synthetisierte DNA zum Vorzugspreis an.

## Risikopotenzial

Die Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich (EKAH) vertritt in einer Stellungnahme zur synthetischen Biologie mehrheitlich die Auffassung, dass es zur Zeit keiner gesonderten Regelungen bedarf. Verbote sollen das Forschungsfeld nicht behindern. Im Bericht werden aber auch die Problempunkte bei der Herstellung künstlichen Lebens genannt. Die EKAH empfiehlt, die Entwicklung erst einmal genau zu beobachten. Ein späterer Regelungsbedarf wird nicht ausgeschlossen (Bericht unter [www.ekah.admin.ch](http://www.ekah.admin.ch)).

Bisher gibt es weltweit keine expliziten gesetzlichen Regelungen zum Umgang mit künstlichen Organismen. In den meisten Ländern sollen die Regelungen über den Umgang mit gefährlichen Stoffen sowie die Gesetze zur Gentechnik (vor allem zur Freisetzung manipulierter Organismen) greifen. Dass diese Regelungen auf Dauer ausreichend sind, darf bezweifelt werden: Künstlich hergestellte Organismen können in ihren Eigenschaften und Auswirkungen noch nicht eingeschätzt werden. Der Gesetzgeber baut vorläufig auch auf diesem Gebiet auf die Selbstregulation von Wissenschaft und Forschung – also auf Sand.

Trotz einer Grauzone im Bereich der Risikoabschätzung werden weltweit erhebliche Fördermittel – staatlich und privat – in die synthetische Biologie und ihre verwandten Disziplinen wie die Systembiologie gesteckt. Auch die Schweiz baut an den Universitäten entsprechende Fachbereiche sowie die Projektzusammenarbeit mit der Industrie aus. Die Initiative [www.systemsx.ch](http://www.systemsx.ch) soll die Systembiologie der Schweiz an die Weltspitze katapultieren und ist für die Periode 2008 bis 2011 mit 100 Millionen Franken öffentlicher Gelder dotiert. An Forschungsprojekten zur synthetischen Biologie im Rahmen der EU sind mehrere Schweizer Forschergruppen beteiligt.

Auf internationaler Ebene werden beträchtliche Vorbehalte gegen eine unkontrollierte Entwicklung formuliert und auf nicht absehbare Risiken hingewiesen. Man unterscheidet zwischen Biosafety und Biosecurity, wobei beide Begriffe für Biosicherheit stehen.

**Biosafety:** Umfasst das Risikopotenzial künstlich hergestellter Organismen, die in die Umgebung gelangen und dort die natürliche Umwelt bedrohen können. Die gegenseitige Wirkung zwischen künstlichen und natürlichen Organismen ist nicht einschätzbar. Aus Sicherheitsgründen will man deshalb eine neue Struktur von Leben herstellen, eine XNA, die sich von natürlich vorkommender DNA oder RNA so stark unterscheidet, dass sie mit diesen keine Verbindung eingeht. Allerdings ist dies die Theorie. Wie sich eine neu entwickelte Struktur dann tatsächlich in einer natürlichen Umgebung verhält, bleibt unklar.



**Biosecurity:** Damit ist die Missbrauchsmöglichkeit gemeint, die mit der synthetischen Biologie verbunden ist. Zum einen kann eine direkte militärische Nutzung erfolgen mit mehreren Einsatzmöglichkeiten: Der Einsatz biologischer Kampfstoffe, die mithilfe synthetischer Bausteine hergestellt wurden, und der Nachbau und der mögliche spätere Einsatz von Krankheitserregern zu kriegerischen Zwecken. Ein Nachbau synthetischer Erreger ist relativ simpel, wenn man über die entsprechenden Bausteine verfügt – und diese sind leicht zu erhalten: 2008 gelang es einem Journalisten, den synthetisch hergestellten Polioerreger per Post zu bestellen.

## Ethische Implikationen

Die Herstellung künstlichen Lebens tangiert ethisch-philosophische Grundfragen: Was heisst Leben, wenn es im Labor hergestellt werden kann? Bisher wurde Natürliches und Künstliches, unbelebte und belebte Natur unterschieden. Dem Leben kommt eine besondere Bedeutung zu. Da es sich – bisher – der technischen Herstellbarkeit entzog, gilt Leben als etwas Einzigartiges, dem ein Wert an sich zuerkannt wird. Nun setzt sich zunehmend eine neue Sichtweise durch: Leben ist bloss Information, kann auf dem Reissbrett entworfen und künstlich hergestellt werden. Namhafte Ethiker befürchten, dass Leben nur noch innerhalb eines Verwertungszusammenhangs betrachtet und damit vollkommen entwertet wird. (Maio u.a., «Synthetische Biologie. Eine ethisch-philosophische Analyse», zu finden unter [www.ekah.admin.ch](http://www.ekah.admin.ch)). Wenn Leben beliebig, zu bestimmten Zwecken und mit bestimmten Eigenschaften hergestellt werden kann, dann wird einer Entwertung Vorschub geleistet. Es muss deshalb definiert werden, wie mit künstlich hergestelltem Leben umzugehen ist.

Die synthetische Biologie interpretiert die Natur als eine Maschine, die nur mit den richtigen Informationen gefüttert werden muss, um genau das zu tun, was der Hersteller will. Ethische Grundsatzfragen bleiben offen: Wie verändert das «Projekt Leben 2.0.» unser kulturelles Verständnis von Leben? Wird die Grenze zwischen Natur und Kultur aufgelöst? Was sind die Konsequenzen? Technik wird immer mehr zum Allheilmittel, um die Mängel des Menschen, vor allem seine Sterblichkeit, zu überwinden (siehe Broschüre Basler Appell gegen Gentechnologie: «Älter, klüger, schneller – Gentech machts möglich»).

### Forderungen

**Der Basler Appell gegen Gentechnologie fordert im Verbund mit internationalen Organisationen klare gesetzliche Verbote, um die Umwelt vor synthetischen Lebewesen und deren Genen zu schützen. Wir fordern eine strenge und kontinuierliche Kontrolle der Firmen und Forschungseinrichtungen, die Gene oder Organismen synthetisieren oder diese verwenden. Die Öffentlichkeit soll jährlich über die Ergebnisse dieser Kontrollen informiert werden.**

**Um der Gesellschaft mehr Möglichkeiten zu geben, über Folgen und Auswirkungen dieser Technologie zu diskutieren und um ausreichende gesetzliche Regelungen zu entwickeln, fordert der Basler Appell gegen Gentechnologie ein Moratorium für staatliche Fördermassnahmen im Bereich der synthetischen Biologie.**

(Aufruf und Unterschriftsliste unter [www.baslerappell.ch](http://www.baslerappell.ch))

# Mitglied werden lohnt sich!

Der **Basler Appell gegen Gentechnologie** setzt sich ein

- für die Erhaltung von Artenvielfalt und Lebensqualität in einer intakten Umwelt, frei von Gentech-Risiken.
- für eine gerechtere Welt, frei von patentierten Naturgütern.
- für eine humanere Welt mit ethisch vertretbarer Medizin und Forschung.

Der **Basler Appell gegen Gentechnologie** schickt Ihnen sechsmal im Jahr den Rundbrief AHA! mit aktuellen Informationen zur Gentechnologie und zu besseren Alternativen.

Der **Basler Appell gegen Gentechnologie** gibt viermal jährlich den «Pressespiegel Gentechnologie» heraus, den Sie als Mitglied günstigst abonnieren können.

Dort sind die wichtigsten Artikel zur Gentechnik aus über 30 Zeitungen und Zeitschriften zusammengefasst.

## Ja, ich werde Mitglied! und erhalte als Geschenk:



**Bruno Manser.**  
**Die Stimme des Waldes**  
(Biographie, Zytglogge Verlag)

oder

500g **BioBravo! Espresso**

## Ja, ich werde Mitglied!

Frau

Herr

Vorname

Name

Strasse

PLZ, Ort

### Kategorie/Jahresbeitrag

- Fr. 100.-** normal Verdienende
- Fr. 35.-** Studierende, Lehrlinge, AHV und andere wenig Verdienende
- . . . . . Fördermitgliedschaft (selbstgewählter Jahresbeitrag über Fr. 100.–)
- Ich abonniere den «Pressespiegel Gentechnologie» zum Preis von Fr. 35.– (Nichtmitglieder Fr. 60.–)

Bitte einsenden an: **Basler Appell gegen Gentechnologie, Postfach 205, 4013 Basel**