

## Synthetische Biologie: Eine Einführung

### Vorwort

Der wissenschaftliche Rat der Europäischen Akademien EASAC (*European Academies Science Advisory Council*) konstituiert sich aus den nationalen Wissenschafts-Akademien der Mitgliedsländer der Europäischen Union (EU). Er bietet damit der europäischen Wissenschaft eine gemeinsame Stimme und ermöglicht den Mitgliedsakademien eine Zusammenarbeit in der Politikberatung auf europäischer Ebene.

Im Bewusstsein der Notwendigkeit, aus neu aufkommenden Innovationen das Beste zu machen, und angesichts des wissenschaftlichen und kommerziellen Potentials der Synthetischen Biologie, hat EASAC eine Arbeitsgruppe unabhängiger Experten zu diesem Thema zusammen gebracht. Mit VertreterInnen aus der gesamten EU und unter dem Vorsitz des Präsidenten von EASAC, Volker ter Meulen, verfasste sie den Bericht *Realising European Potential in Synthetic Biology: Scientific Opportunities and Good Governance*. Der Bericht, der teilweise auf bereits früher durch einzelne Mitgliedsakademien publizierten Arbeiten basiert, gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Synthetischen Biologie und führt aus, warum und wie die Länder der EU zu ihrer weiteren Entwicklung beitragen könnten und sollten. Der Bericht ist auf [www.easac.eu](http://www.easac.eu) erhältlich.

Das vorliegende Dokument bietet dem Leser eine Zusammenfassung der wesentlichen Aussagen des EASAC-Berichts.

European Academies  
Science Advisory  
Council

[secretariat@easac.eu](mailto:secretariat@easac.eu)  
[www.easac.eu](http://www.easac.eu)

Akademien  
der Wissenschaften  
Schweiz

[info@  
akademien-schweiz.ch](mailto:info@akademien-schweiz.ch)  
[www.  
akademien-schweiz.ch](http://www.akademien-schweiz.ch)

## Einleitung

*“Darf ein Mensch Gott spielen?”*

Bild, 21.5.2010

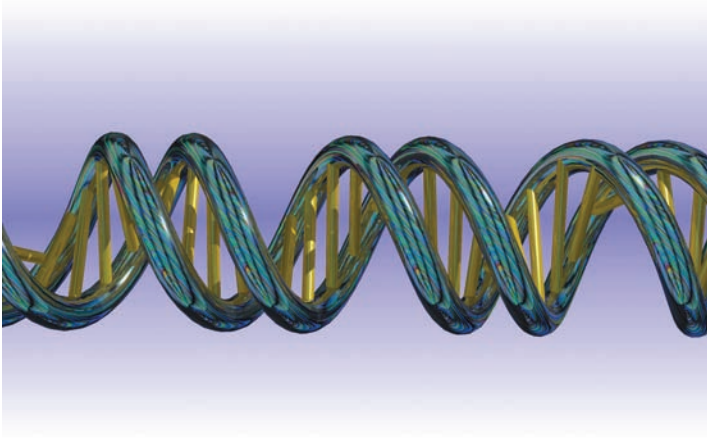
*“Genetiker erschaffen Kunst-Lebewesen“*

Die Welt, 23.5.2010

*“Genforschung: Das synthetische Leben ist erwacht“*

Hamburger Abendblatt, 22.5.2010

Es gibt viele Entwicklungen, die während des vergangenen Jahrzehnts in der Biologie nicht nur öffentliches Interesse hervorgerufen haben, sondern auch Argwohn, Ablehnung und gelegentlich Besorgnis. In einigen Fällen, zum Beispiel bei der *in vitro*-Fertilisation, haben diese Fortschritte eine weit verbreitete, um nicht zu sagen universelle Akzeptanz gefunden. In anderen Fällen, wie etwa bei genetisch veränderten Organismen und der Arbeit an menschlichen embryonalen Stammzellen, sind weite Teile der Öffentlichkeit noch nicht überzeugt, dass diese Techniken weitestgehend sicher, notwendig oder sogar wünschenswert sind. Das Aufkommen der Synthetischen Biologie mit dem Ziel, aus nicht-lebenden Materialien lebende Systeme herzustellen, ist zumindest ebenso spannend wie andere biologische Fortschritte vergangener Jahrzehnte und hat sowohl gesellschaftlich als auch wissenschaftlich viel zu bieten. Aber wie einige der vor kurzem publizierten Schlagzeilen aufzeigen, wird die Synthetische Biologie bereits kritisch hinterfragt und negativ kommentiert. Auch wenn der Umfang der Presseberichterstattung bisher relativ bescheiden ausgefallen ist, so widerspiegelt dies möglicherweise nur, dass sich die Synthetische Biologie noch im Anfangsstadium befindet und ihr folglich nur beschränkt öffentliche Aufmerksamkeit zuteil wird. Mit zunehmendem Fortschritt der Forschung auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie werden vermutlich auch zunehmend Kontroversen ausgelöst werden. Dies ist ein Grund, weshalb die Autoren des EASAC Berichts für einen Dialog zwischen Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit eintreten sowie für die Zukunft dieser Technologie und deren potentiellen Nutzen plädieren. Ein solcher, evidenzbasierter Meinungs austausch bietet die beste Chance für die Schaffung eines Rahmens, in dem die Öffentlichkeit sich mit den in Sensationsberichterstattungen geäußerten



Quelle: Peter Artymiuk/Wellcome Images

Modell einer DNA-Doppelhelix.

Befürchtungen realistisch auseinandersetzen kann. Das vorliegende kurze Dokument ist ein Beitrag zu diesem Dialog.

## Was ist Synthetische Biologie?

Synthetische Biologie ist die Anwendung von Prinzipien der Ingenieurwissenschaften auf die Biologie. Dies kann den Neuentwurf eines lebenden Systems beinhalten, damit es etwas leistet, z.B. eine spezifische Substanz herstellen, was es normalerweise nicht leisten würde. Noch ambitionärer sind Versuche, nicht nur lebende Systeme zu verändern, sondern gänzlich neue herzustellen, also Leben "an sich" aus nicht-lebendem Material hervorzubringen.

Lebende Dinge zu verändern, zum Beispiel durch rekombinante DNS Technologie ("Gentechnologie"), ist an und für sich kein neues Vorhaben; insofern überlappt die Synthetische Biologie mit mehreren anderen etablierten wissenschaftlichen Disziplinen. Allerdings ist die letztendliche Absicht weiter gefasst: lebende Dinge zu entwerfen, die spezifische Bedürfnisse und Wünsche der Menschen erfüllen.

Forschungsarbeiten zur Synthetischen Biologie sind erst ein Jahrzehnt alt. Das erste Departement für Synthetische Biologie wurde 2003 in den USA am Lawrence Berkeley National Laboratory eröffnet, und

amerikanische Wissenschaftler dominierten einen Grossteil der frühen Forschung. Aber heute existieren auch in mehreren europäischen Staaten Forschungsgruppen, die in der Synthetischen Biologie aktiv sind.

Der Fortschritt hat sich sehr schnell vollzogen. Ein Meilenstein wurde im Mai 2010 erreicht, als eine vom amerikanischen Biologen Craig Venter geleitete Forschungsgruppe beschrieb, wie sie ein synthetisch hergestelltes Genom, also einen neuen Satz genetischer Information, in eine Empfängerzelle transferiert hatte. Was als erster erfolgreicher Versuch zur Erschaffung von Leben bejubelt wurde, war streng genommen keiner. Die von Venter und seinen Kollegen benutzte DNS mit einem kompletten Satz an genetischer Information war in der Tat im Labor synthetisiert worden. Aber die Zelle, in welche sie transplantiert wurde, war eigentlich die Hülle eines existierenden Bakteriums namens *Mycoplasma mycoides*, dessen ursprünglicher Inhalt entfernt worden war. Was die Forschenden getan hatten entsprach vielmehr dem Einbau eines neuen Motors in ein Auto als dem Bau eines Autos von Grund auf. Dennoch war diese Arbeit eine wichtige Demonstration der Machbarkeit des Ansatzes der Synthetischen Biologie.

## Warum Synthetische Biologie?

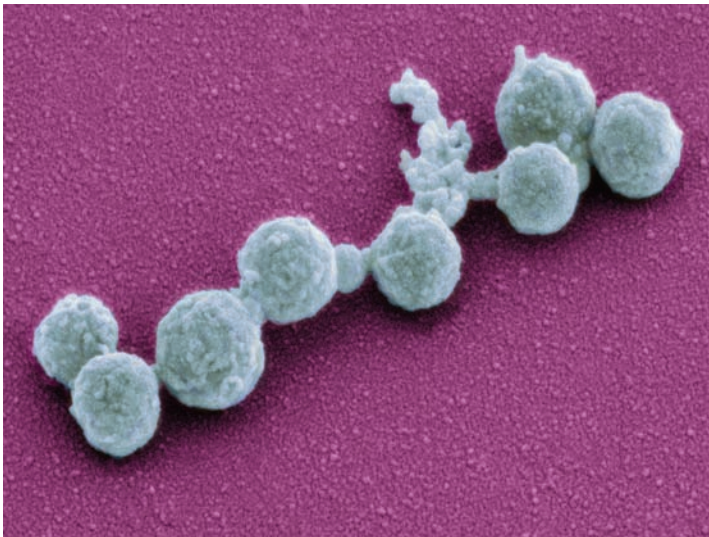
Für einige Wissenschaftler ist diese Technologie ein Selbstzweck, ein neuer Weg zur Erforschung lebender Systeme, um herauszufinden, wie sie funktionieren. Da synthetische Systeme wesentlich einfacher gemacht werden können als ihre natürlichen Pendanten, können Forschende daran Experimente durchführen, die sonst nur schwerlich durchführbar und deren Interpretation vielleicht sogar unmöglich wären.

Für die meisten Forschenden verfügt die Synthetische Biologie über soziales und kommerzielles Potential. Laut einer Schätzung könnte 2013 der globale Markt für Synthetische Biologie \$2.4 Milliarden erreichen, mit Anwendungen die von der Medizin bis zur Landwirtschaft reichen. Der mögliche Gebrauch Synthetischer Biologie umfasst:

- *Energie*  
Massgeschneiderte Mikroben zur Herstellung von Wasserstoff und anderen Treibstoffen oder für Photosynthese in künstlichen Systemen.
- *Medizin*  
Die Herstellung von Arzneimitteln, Impfstoffen and Diagnostika, sowie die Herstellung neuen Gewebes.

- *Umwelt*  
Der Nachweis von Schmutzstoffen und deren Abbau oder Entfernung aus der Umwelt.
- *Chemische Industrie*  
Die Produktion von Fein- oder Massenchemikalien, einschliesslich Proteinen, als Alternative für natürliche oder bereits existierende synthetische Stoffe.
- *Landwirtschaft*  
Neue Lebensmittelzusätze.

Welche dieser Anwendungen zuerst marktgerecht sein werden, ist Spekulation, obwohl viele Kommentatoren Biotreibstoffen die grössten Chancen einräumen. Synthetische Biologie könnte die Entwicklung von Biotreibstoffen der zweiten Generation, hergestellt aus landwirtschaftlichem Abfall und Pflanzenresten, beschleunigen und so die Konkurrenz zum Anbau von Lebensmitteln verringern.



Quelle: Thomas Deerinck, NCMIR / Science Photo Library

Rasterelektronenmikroskopische Farbaufnahme eines synthetischen Mycoplasma-Bakteriums.

## Was ist von der Synthetischen Biologie zu erwarten?

Eine kürzlich im Auftrag der britischen Royal Academy of Engineering durchgeführte Erhebung zur öffentlichen Wahrnehmung der Synthetischen Biologie zeigte ein begrenztes Bewusstsein auf. Bei einer über die Synthetische Biologie informierten Öffentlichkeit besteht ein grosses Interesse an der Aussicht, Mikroorganismen zur Herstellung von Biotreibstoffen und Medikamenten zu entwickeln. Trotzdem wurde auch Besorgnis geäussert, zum Beispiel über die gezielte Freisetzung künstlicher Organismen zur Bewältigung von Umweltverschmutzung. Aber obwohl von der Politik die Regulierung der Synthetischen Biologie erwartet wird, ist man sich ebenfalls bewusst, dass eine Überregulierung ihre Entwicklung behindern könnte.

## Warum hat EASAC einen Bericht zur Synthetischen Biologie zusammengestellt?

Die Gruppe der Wissenschaftler, welche sich in der EU mit der Synthetischen Biologie beschäftigt, befindet sich im Wachstum, und mehrere EASAC Mitgliedsakademien haben vor kurzem Tagungen zum Thema organisiert und Berichte dazu publiziert. Daraus geht hervor, dass ein eindeutiger Bedarf an mehr Forschung und einer kohärenten Strategie auf Ebene der EU besteht. Dies, zusammen mit der hohen Geschwindigkeit der Entwicklung der Synthetischen Biologie, veranlassten die EASAC, ein Resümee mit Analysen und Ausblicken ihrer Mitgliedsakademien zusammenzustellen.

Der Bericht greift auch mehrere politikrelevante Fragen auf. Diese beinhalten: den Beitrag, den die Synthetische Biologie zu wirtschaftlichem Wachstum leisten kann; die wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen, die zur Umsetzung von deren Potential zu überwinden sind; die notwendige Ausbildung und die Investitionen in Forschung und Entwicklung; die Hindernisse auf dem Weg zu diesem Ziel, inklusive Missverständnisse oder Ablehnung in der Öffentlichkeit; die mögliche Notwendigkeit neuer gesetzlicher Regulierungen in den Bereichen Biologische Sicherheit, Schutz vor Missbrauch und Produktentwicklung; und die Aussichten für die Synthetische Biologie in Europa in Anbetracht des globalen Wettbewerbs.

## Welche Art von Forschung streben die Wissenschaftler an?

Synthetische Biologie ist ein Vorhaben, das verschiedene Ziele und mehrere Arbeitsmethoden umfasst. Einige dieser Ziele und Methoden sind auch in anderen Gebieten der Biologie gängige Praxis, weshalb eine saubere Abgrenzung zu anderen Disziplinen nicht möglich ist.

Das Ziel einiger Wissenschaftler ist es, eine Gruppe von Molekülen zur Erreichung eines spezifischen Zwecks zu kombinieren, zum Beispiel für die Produktion einer neuen Chemikalie. Ein solches Aktivitätsmodul könnte in einen lebenden Organismus zur Steigerung seiner Leistungsfähigkeit eingefügt werden und ihn dazu anregen, etwas ausserhalb seines normalen Repertoires zu produzieren. Andere Wissenschaftler nehmen noch grössere Herausforderung in Angriff, indem sie vollständig neue, dauerhaft sich selbst reproduzierende Organismen erzeugen wollen.

Der EASAC Bericht umreist beispielhaft Ansätze, welche Wissenschaftler im Bereich der Synthetischen Biologie verfolgen.

### *Minimale Genome*

Hier ist die Absicht, den minimalen Gehalt der zum Überleben eines Organismus notwendigen genetischen Information zu bestimmen. Die meiste Forschung hierzu wurde an Bakterien durchgeführt, in welchen Gene schrittweise eliminiert wurden, um zu bestimmen, welche DNS-Abschnitte lebensnotwendig sind. Frühe Schätzungen gingen bei der mindestens benötigten Anzahl von 500–800 Genen aus, wohingegen spätere Arbeiten darauf hindeuten, dass es nur gerade 300–400 sein könnten. Unter Verwendung dieses Wissens können Zellfabriken entworfen und hergestellt werden, deren Leistung durch das Zufügen von zusätzlichen Genen bestimmt wird. Das Wissen, welche Gene wozu erforderlich sind, hilft dem Bioingenieur nicht nur bei der Herstellung neuer und spezialisierter Organismen durch die Eliminierung unerwünschter Gene, sondern auch zur Herstellung vollständig neuer Organismen. Für die Zukunft könnte man sich ein serienmässig produziertes Kern-Genom vorstellen, zu welchem Bioingenieure die zur Ausführung einer gewünschten Aufgabe notwendigen Elemente hinzufügen könnten. Eine solche, viel diskutierte Aufgabe ist ein Bakterium, welches Wasserstoff oder sonst einen Brennstoff produziert. Aber der Bereich möglicher Anwendungen ist riesig.

## *Orthogonale Biosysteme*

Alle von lebenden Systemen zum Funktionieren benötigte genetische Information ist in kodierter Form in der Sequenz von vier Bausteinen gespeichert, welche die lange Kette der DNS Moleküle ausmachen. Forschende haben auf verschiedene Weise an der Modifikation des Systems experimentiert, damit Informationen für die Produktion von in der Natur unbekannt Proteinen gewonnen werden können. Noch radikaler ist die Idee eine neue Art genetischen Materials zu synthetisieren, welches aus Alternativmolekülen besteht, welche die Bausteine der DNS ersetzen. Jedes derartige Molekül müsste mit DNS vergleichbare Eigenschaften besitzen – Informationsspeicher, Fähigkeit zur Selbstreproduktion, usw. – und sollte auf eine ähnliche Art und Weise funktionieren können. Lebende Systeme, die auf Alternativen dieser Art basieren, wären möglicherweise nicht in der Lage, mit konventionellen Lebensformen zu interagieren. Dies könnte mögliche Sicherheitsvorteile mit sich bringen.

## *Metabolic Engineering*

Eine weitere Anwendung der Synthetischen Biologie ist die Schaffung neuer biosynthetischer Wege, um nützliche Materialien zu produzieren, welche von lebenden Organismen normalerweise nicht oder nur in kleinen Mengen hergestellt werden. Ein oft zitiertes Beispiel ist der Gebrauch von modifizierten Hefekulturen oder von *Escherichia coli* Bakterien, um Artemisin-Säure zu produzieren, einer Vorstufe des Artemisinins, welches ein Anti-Malaria-Wirkstoff ist, der traditionell (in sehr geringen Mengen) von der Pflanze *Artemisia annua* gewonnen wird. Nach einer Schätzung könnte die Herstellung des Artemisinins mit Hilfe von Hefekulturen die Produktionskosten um 90% senken.

Andere Beispiele für *metabolic engineering* sind die Produktion von Anti-Krebs-Wirkstoffen in der Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*, die Schaffung einer Vorstufe von Spinnenseide unter Zuhilfenahme des Bakteriums *Salmonella typhimurium*, die Produktion von Biotreibstoffen der zweiten Generation mit Hilfe von Hefezellen, und die Synthese von Hydrocortison aus Glukose, wiederum mit Hefe.

## *Regulierende Schaltkreise*

Die natürliche Aktivität von Zellen wird von genetischen Schaltkreisen kontrolliert, die elektrischen Schaltkreisen ähneln. Eine andere Herangehensweise, die Zellaktivität zu verändern und Zellen zu neuen Leistungen zu bringen, basiert auf der Schaffung von neuen internen Schaltkreisen. Wenn man bekannte genetische Komponenten verwendet, die als molekulare Schalter funktionieren, sollte es möglich sein, künstliche genetische Netzwerke zu schaffen. Verbunden und eingefügt in ein natürliches System könnten diese Netzwerke zur zeit- und ortsabhängigen Kontrolle bestimmter Prozesse Verwendung finden. Eingefügt in entsprechende Zellen, kann ein künstliches Netzwerk Schwankungen in der Konzentration von Metaboliten wahrnehmen und diese korrigieren, wie dies bei der Behandlung von Diabetes erforderlich ist.

## *Protozellen*

Wie schon betont, sind die aufsehenerregendsten Versuche der Synthetischen Biologie diejenigen, in denen versucht wird, künstlich Zellen herzustellen, die in der Lage sind, sich selbst zu organisieren, sich zu erhalten und zu vermehren. Viele Hindernisse gilt es noch zu überwinden, bevor dieses durchaus realistische Ziel erreicht ist, das von einer Reihe von Forschungsgruppen verfolgt wird. Ein Projekt, das sich mit diesem Ziel befasst, ist das von der Europäischen Union finanzierte PACE, Programmierbare Artifizielle Zell-Evolution.

## *Bio-Nanowissenschaft*

Obwohl die Nanotechnologie – das Konstruieren von Systemen auf molekularer Ebene – schon länger existiert als Synthetische Biologie, ist sie doch eine der neueren wissenschaftlichen Forschungsgebiete. Die auf molekularen Bausteinen basierenden Motoren und andere Maschinen, die auf diesem Wege hergestellt werden (oder die durch sie möglich erscheinen), sind offensichtlich von Relevanz für jeden Wissenschaftler, der die Synthese ganzer Zellen und anderer lebender Systeme betreibt. Die Überschneidung von Nano-Wissenschaften und Synthetischer Biologie ist dergestalt, dass Versuche einer Abgrenzung dieser beiden Disziplinen nicht nur äusserst schwierig, sondern auch fruchtlos sind.

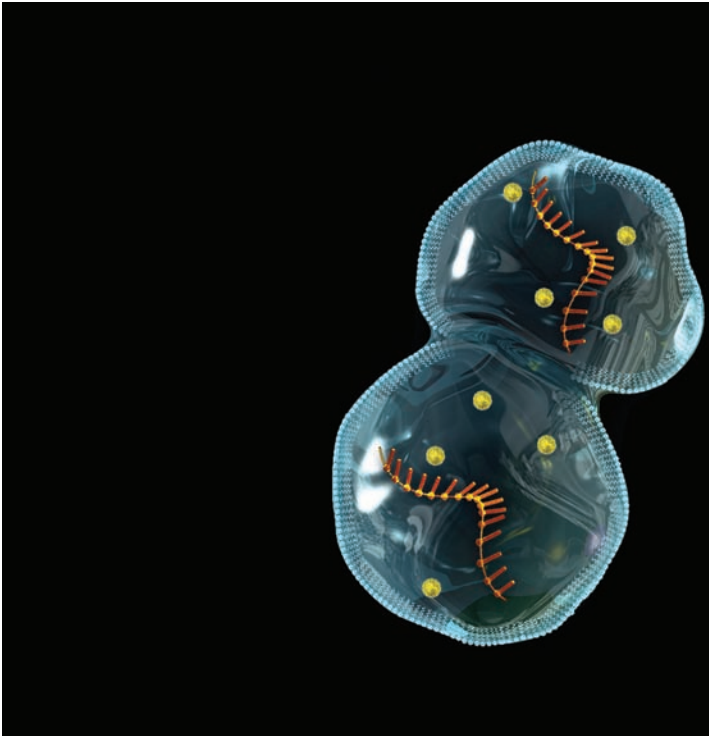
## Welches sind die Risiken der Synthetischen Biologie?

Es werden zwei Arten von Risiken unterschieden, die durch die Entwicklung der Synthetischen Biologie entstehen: Biologische Sicherheit (*"Bio-Safety"*), bei der negative Konsequenzen das Ergebnis zufälliger oder unvorhersehbarer Ereignissen sind, und Missbrauch (*"Bio-Security"*), welcher sich auf einen intentionalen Missbrauch der in der Synthetischen Biologie gewonnenen Erkenntnisse bezieht – z.B. biologische Waffen.

### *Biologische Sicherheit*

Viele Gebiete der Bio-Forschung lösen Sicherheitsbedenken aus, aber die Synthetische Biologie beinhaltet eine Reihe spezifischer potentieller Risiken. Man braucht nur wenig Phantasie, um sich vorzustellen, dass ein vollkommen neuer, sich selbst reproduzierender Organismus, welcher aus dem Labor entkommt und in die Umwelt gelangt, alle möglichen Arten von Schäden anrichten könnte, abhängig von den Eigenschaften und Aktivitäten, mit denen er von seinen Entwicklern ausgestattet wurde.

Eine Methode zur Minimierung der Wahrscheinlichkeit von unvorhersehbaren Risiken ist die Schaffung nur von Organismen, die für ihr Überleben von Nähr- oder anderen grundlegenden Stoffen abhängen, die nicht in der Natur vorkommen. Aber auch dieses Vorgehen ist nicht unangreifbar, da viele Mikroben die Fähigkeit haben, Gene "horizontal" weiterzugeben: sie tauschen Teile genetischer Information mit Mikroben ihrer Art und auch über Artgrenzen hinweg aus. Darüber hinaus würde eine neue, sich selbst reproduzierende Mikrobe voraussichtlich die Fähigkeit haben, sich evolutiv weiterzuentwickeln und dabei ungewünschte Eigenschaften auszubilden. Der Umgang mit synthetischen Organismen muss unter höchsten Sicherheitsstandards geschehen – vielleicht adaptiert von denjenigen Standards, die schon für den Umgang mit genetisch manipulierten Organismen entwickelt worden sind – und sollte strenger nationaler und EU-Gesetzgebung unterliegen.



Quelle: Henning Dalhoff / Bonnier Publications / Science Photo Library

Darstellung einer Protozelle (künstliche Zelle) bei der Teilung in zwei Tochterzellen.

Eine weitere Schwierigkeit ist, dass ein synthetischer Organismus nicht nur versehentlich aus dem Labor freigesetzt werden könnte. Eine Mikrobe, die so konstruiert worden ist, dass sie eine bestimmte Form von Umweltverschmutzung beseitigen kann, müsste zur Erfüllung ihrer Aufgabe frei in die betreffende Umwelt entlassen werden. Wissenschaftler, die ein solches Vorgehen erwägen, müssten einen hohen Grad an Gewissheit haben, dass der Organismus keine unvorhersehbaren Folgen auslösen kann.

## Schutz vor Missbrauch

Eine gute Gesetzgebung, obgleich von grundlegender Wichtigkeit, kann nur einen begrenzten Schutz vor möglichen Bio-Terroristen bieten, die Interesse daran haben könnten, die Synthetische Biologie als Waffe einzusetzen. Das wahre Ausmass dieser Gefahr ist umstritten. Manche Wissenschaftler heben hervor, dass es viel einfacher sei, natürliche Krankheitserreger zu benutzen, als neue zu schaffen. Wie allerdings aus einem von der CIA im Jahre 2003 veröffentlichten Bericht hervorgeht, wäre die Synthetische Biologie in der Lage, künstliche Mikroben herzustellen, die Krankheiten hervorrufen können, welche schlimmer sind, als alle bisher bekannten Krankheiten. Daraus folgt, dass die Verbesserung der "Biosecurity" zum Mindesten von vorausschauender Klugheit ist. Die grundlegende Arbeit hierfür ist schon vom InterAcademy Panel unternommen worden. Dieser hat Prinzipien aufgelistet, welche beachtet werden müssen, wenn Verhaltensvorschriften mit dem Ziel formuliert werden, Missbrauch durch die Forschenden zu minimieren. Diese Prinzipien umfassen: das Bewusstsein der möglichen Folgen von Forschung und die Weigerung, Arbeit zu leisten, die nur schädliche Folgen haben kann; die Befolgung von guten Labor-Praktiken; Kenntnis und Unterstützung nationaler und internationaler Gesetze und Massnahmen, um den Forschungs-Missbrauch zu unterbinden; und die Anerkennung der Verpflichtung, alle Handlungen anzuzeigen, die Regeln wie etwa die *Biological and Toxin Weapons Convention* verletzen.

Der einfache Zugang zu DNA-Sequenzen – hier: zu Teilen genetischer Informationen – wird in immer grösserem Ausmass dazu führen, dass Techniken der molekularen Biologie von Disziplinen übernommen werden, die wenig Erfahrung im Umgang mit biologischen Materialien haben, wie etwa von den Ingenieurwissenschaften. Wenn die Standards von "Bio-Security" und "Bio-Safety" aufrechterhalten werden sollen, muss sichergestellt werden, dass alle neu in den Biowissenschaften tätigen Experimentatoren die damit verbundenen Risiken verstehen.

Parallel zu diesen Entwicklungen gibt es eine anhaltende Debatte über das richtige Gleichgewicht zwischen der Selbstregulierung durch die Forschenden und der Regulierung durch Gesetzgebung. Eine Umfrage hat ergeben, dass die in der Synthetischen Biologie tätigen Wissenschaftler sich bewusst sind, dass es wichtig ist, eine öffentliche Ablehnung zu vermeiden, wie sie im Fall der genetisch modifizierten Nahrungsmittel in der Landwirtschaft existiert. Die meisten, so scheint

es, bevorzugen eine Kombination aus internationalen Vereinbarungen, nationaler Gesetzgebung und Selbstregulierung, begleitet von Massnahmen zur wissenschaftlichen Information der Öffentlichkeit und zur Bewusstseinsbildung.

## Wem gehören die Intellektuellen Eigentumsrechte in der Synthetischen Biologie?

Einige Kommentatoren meinen, dass Produkte der Synthetischen Biologie, wie auch andere Entwicklungen, z.B. die Sequenzen von Genen, nicht patentierbar sein sollten. Sie bestehen darauf, dass das Wissen allen frei zugänglich sein soll. Allerdings ist die Patentierbarkeit von biotechnologischen Erfindungen im Allgemeinen nun schon unter der Europäischen Patent-Konvention etabliert. Nichtsdestotrotz werden Themen der Patentierung auf diesem Gebiet immer noch diskutiert.

Es sind besonders zwei Probleme, die hier zu nennen sind: die Schaffung von sehr breit angelegten Patenten könnte einerseits Monopole begünstigen, Kollaborationen beeinträchtigen und die Innovation durch andere Forscher behindern, andererseits die Schaffung von unangemessen eng angelegten Patenten die nachfolgenden Anwendungen behindern, da die Lizenz-Regelungen im Falle mehrerer Lizenz-Inhaber sehr komplex sind. Der multidisziplinäre Charakter der Synthetischen Biologie, welcher erfordert, dass Paten-Expertise aus verschiedenen Disziplinen herangezogen wird, könnte diese Schwierigkeiten noch vergrössern. Dies ist jedoch nicht zwangsläufig gegeben, denn eine andere Meinung besagt, dass die an der Synthetischen Biologie beteiligten eigenständigen und separaten Disziplinen relativ gut dazu geeignet sind, sich zu koordinieren. In jedem Falle rät EASAC, dass Patentanwälte äusserste Vorsicht walten lassen sollten, wenn sie um breit angelegte Patente in der Synthetischen Biologie angefragt werden.

Wie auch anderswo in den Lebenswissenschaften, könnte es Alternativen zu dem traditionellen Patentierungs-Arrangements geben. Das Teilen von Informationen in Patent-Pools, zum Beispiel, wird schon in der Pharma-Industrie benutzt. EASAC hofft, dass seine Mitglieds-Akademien dazu beitragen können, ein offenes und kooperatives Forschungsumfeld für die Synthetische Biologie zu schaffen, gleichzeitig Investitionen zu ermutigen und Verletzungen existierender Rechte zu vermeiden. Synthetische Biologie kann von der Vielfalt öffentlich-privater Forschungsoperationen lernen, die schon in den

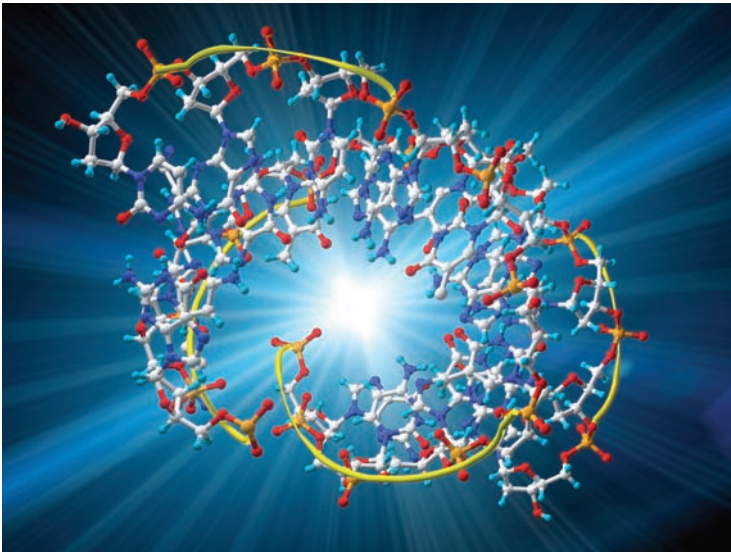
Lebenswissenschaften existieren und oft eine Verpflichtung zu offener Innovation beinhalten.

## Was empfiehlt EASAC?

Der Bericht von EASAC, welcher sich zunächst an die Politiker der EU richtet, wirft eine Reihe von Fragen auf, die beantwortet werden müssen, wenn Europa seinen vollen Beitrag zur Entwicklung der Synthetischen Biologie leisten und auch den grösstmöglichen Nutzen daraus ziehen soll. Die Themen, die in diesen Fragen angesprochen werden – die meisten sind in der Zusammenfassung des Berichts genannt – umfassen u.a. die Forschungskapazität und die Hochschulbildung in Europa, den Schutz von Innovationen, die Einbindung der Öffentlichkeit, Biologische Sicherheit und den Schutz vor Missbrauch sowie die Gesetzgebung. Der Bericht gibt eine ganze Reihe von Empfehlungen in diesen Bereichen, die zu vielfältig sind, als dass sie alle hier genannt werden könnten. Einige sind recht spezifisch, wie etwa die Empfehlung, dass die EU-Kontrolle zur Genehmigung neuer Produkte, welche aus der Synthetischen Biologie entstehen, generell in demselben gesetzgebenden Rahmen stattfinden sollte, wie diejenige für Neuerungen aus anderen Bereichen. Andere Empfehlungen sind genereller, z.B. die Betonung der Wichtigkeit einer andauernden Diskussion der ethischen Fragen, die sich aus der Synthetischen Biologie ergeben.

Der EASAC-Bericht schliesst mit der Feststellung, dass die Anfangsphase der Synthetischen Technologie, ihr rascher Fortschritt und die Überschneidung mit anderen Technologien, sie zu einem herausfordernden Thema für die Politik machen. Bisher gibt es noch keinen Konsens, ob diese Technologie sich tatsächlich als eine "Transformationstechnologie" erweisen wird und, falls dies der Fall sein sollte, ob sie in die augenblicklich gültigen Rahmengesetze eingepasst werden kann, welche die naturwissenschaftlich-medizinische Forschung regeln.

Die Synthetische Biologie kann, abgesehen davon, dass sie uns hilft, natürliche biologische Systeme zu verstehen, einen grossen Beitrag zur Innovation in den Ländern der EU leisten und daher auch zu deren globaler Wettbewerbsfähigkeit. Wenn lebende Systeme jemals künstlich von Menschen hergestellt werden, dann sollte Europa eine wichtige Rolle in ihrer Entwicklung und ihrem Gebrauch spielen.



Quelle: Pasielka / Science Photo Library

Computerdarstellung von Threose-Nukleinsäure (TNA), einem synthetischen Molekül, das in seiner Struktur der DNA und RNA ähnelt.

Wir danken den Mitgliedern der EASAC-Arbeitsgruppe, die an der Erstellung des ausführlichen Berichts zur Synthetischen Biologie beteiligt waren: Volker ter Meulen (Würzburg), Bärbel Friedrich (Berlin), Adam Kraszweski (Posnan), Ulf Landgren (Uppsala), Peter Leadlay (Cambridge), Gennaro Marino (Neapel), Václav Paces (Prag), Bert Poosman (Groningen), György Pósfai (Szeged), Rudolf Thauer (Marburg), George Thireos (Athen), Jean Weissenbach (Evry).

Wir danken ebenfalls Geoff Watts (London) für seine Unterstützung bei der Erstellung dieser Zusammenfassung jenes Berichts.

EASAC – der wissenschaftliche Rat der europäischen Akademien (European Academies Science Advisory Council) - setzt sich aus den nationalen Wissenschaftsakademien der EU-Mitgliedsstaaten zusammen und ermöglicht ihnen die Zusammenarbeit bei der Beratung der politischen Entscheidungsträger Europas. EASAC stellt so eine gemeinsame Stimme der europäischen Wissenschaft für Europa dar.

Mit Hilfe von EASAC arbeiten die Akademien gemeinsam an unabhängiger, professioneller und wissenschaftsbasierter Beratung zu naturwissenschaftlichen Aspekten der Politik. Diese Beratung richtet sich an diejenigen, die in den europäischen Institutionen Politik machen oder sie massgeblich beeinflussen. Sich auf die Mitgliedschaften und Netzwerke der Akademien berufend, hat EASAC bei seiner Arbeit den besten Zugang zur europäischen Wissenschaft. Die Stellungnahmen von EASAC sind unabhängig von wirtschaftlichen oder politischen Interessen und der Zusammenschluss ist offen und transparent in seinen Vorgängen. EASAC möchte Beratung geben, die verständlich, sachbezogen und zeitgemäss ist.

Der EASAC-Rat hat 27 Mitglieder (25 ordentliche und 2 ausserordentliche) und wird von einem professionellen Büro mit Sitz an der Leopoldina – der deutschen Nationalen Akademie der Wissenschaften in Halle (Saale) unterstützt. EASAC hat ebenfalls eine Aussenstelle bei der Königlich-Belgischen Akademie der Wissenschaft und Künste in Brüssel.

*Academia Europea*

*Alle Europäischen Akademien (ALLEA)*

*Königliche Akademie der Wissenschaften und Künste Belgiens*

*Bulgarische Akademie der Wissenschaften*

*Königlich-Dänische Akademie der Wissenschaften und Literatur*

*Deutsche Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina*

*Estrnische Akademie der Wissenschaften*

*Delegation der finnischen Akademien der Wissenschaften und Literatur*

*Französische Akademie der Wissenschaften*

*Akademie von Athen (Griechenland)*

*Die Königliche Gesellschaft von London (Grossbritannien)*

*Königlich-Niederländische Akademie der Künste und Wissenschaften*

*Königlich-Irische Akademie*

*Italienische Nationalakademie dei Lincei*

*Lettische Akademie der Wissenschaften*

*Litauische Akademie der Wissenschaften*

*Norwegische Akademie der Wissenschaften und Literatur*

*Österreichische Akademie der Wissenschaften*

*Polnische Akademie der Wissenschaften*

*Akademie der Wissenschaften von Lissabon (Portugal)*

*Akademien der Wissenschaften Schweiz*

*Schweizer Akademie der Naturwissenschaften*

*Slowakische Akademie der Wissenschaften*

*Slowenische Akademie der Künste und Wissenschaften*

*Königliche Akademie der Naturwissenschaften Spaniens*

*Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik*

*Ungarische Akademie der Wissenschaften*