

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, Innovationen bestmöglich zu nutzen, und angesichts des wissenschaftlichen und kommerziellen Potentials der Synthetischen Biologie, hat EASAC eine Arbeitsgruppe unabhängiger Experten zu diesem Thema eingesetzt. 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 zur weiteren Entwicklung dieser Disziplin beitragen könnten und sollten. Der Bericht ist auf www.easac.eu erhältlich.

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

Einleitung

“Darf ein Mensch Gott spielen?”

Bild, 21.5.2010

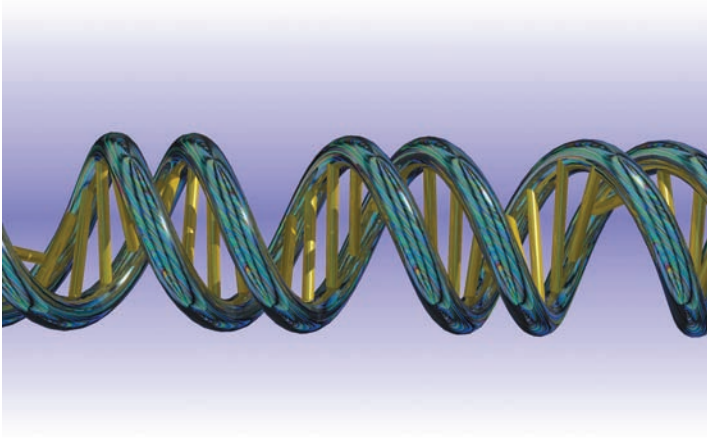
“Genetiker erschaffen Kunst-Lebewesen“

Die Welt, 23.5.2010

“Genforschung: Das synthetische Leben ist erwacht“

Hamburger Abendblatt, 22.5.2010

Es gibt viele Entwicklungen in der Biologie, die während des vergangenen Jahrzehnts 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, beinahe universelle Akzeptanz gefunden. In anderen Fällen, wie etwa bei genetisch veränderten Organismen oder der Arbeit mit menschlichen embryonalen Stammzellen, sind weite Teile der Öffentlichkeit noch nicht überzeugt, dass diese Techniken weitgehend sicher, notwendig oder sogar wünschenswert sind. Die Entwicklung der Synthetischen Biologie mit dem Ziel, aus nicht-lebenden Materialien lebende Organismen herzustellen, ist zumindest ebenso interessant wie andere Erkenntnisfortschritte der Biologie in den vergangenen Jahrzehnten und hat sowohl gesellschaftlich als auch wissenschaftlich große Bedeutung. Wie einige kürzlich erschienene Schlagzeilen zeigen, wird die Synthetische Biologie bereits kritisch hinterfragt und negativ kommentiert. Noch ist der Umfang der Berichterstattung in der Presse gering, da sich die Synthetische Biologie im Anfangsstadium befindet und ihr folglich nur beschränkt öffentliche Aufmerksamkeit zuteil wird. Mit weiteren Fortschritten der Forschung auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie ist eine Zunahme der Kontroversen zu erwarten. Deshalb treten die Autoren des EASAC-Berichts für einen Dialog zwischen Wissenschaftlern und Öffentlichkeit ein und plädieren für die Zukunft dieser Technologie und deren potentiellen Nutzen. Ein solcher evidenzbasierter Meinungs austausch bietet die beste Chance für die Schaffung eines Rahmens, in dem sich die Öffentlichkeit mit den in der Berichterstattung geäußerten Befürchtungen realistisch auseinandersetzen kann. Das vorliegende kurze Dokument ist ein Beitrag zu diesem Dialog.



Quelle: Peter Artymiuk/Wellcome Images

Modell einer DNA-Doppelhelix.

Was ist Synthetische Biologie?

Synthetische Biologie ist die Anwendung von Prinzipien der Ingenieurwissenschaften auf die Biologie. Dies kann den Umbau eines lebenden Systems beinhalten, das dann etwas leistet – z.B. die Herstellung einer spezifischen Substanz – das es normalerweise nicht leisten würde. Noch ambitionierter sind Versuche, nicht nur lebende Systeme zu verändern, sondern gänzlich neue herzustellen, also Leben “an sich” aus nicht-lebendem Material hervorzubringen.

Die Veränderung von Organismen, zum Beispiel durch rekombinante DNA-Technologie (“Gentechnologie”), ist kein gänzlich neues Vorhaben; insofern überlappt sich die Synthetische Biologie mit anderen etablierten wissenschaftlichen Disziplinen. Allerdings ist die Zielsetzung der Synthetischen Biologie weitaus ehrgeiziger, da es darum geht, lebende Dinge zu entwerfen, die spezifischen Bedürfnissen und Wünschen der Menschen entsprechen.

Die Forschung im Bereich der Synthetischen Biologie ist erst ein Jahrzehnt alt. Das erste Institut einer großen Forschungseinrichtung wurde 2003 in den USA eröffnet, am *Lawrence Berkeley National Laboratory*, und amerikanische Wissenschaftler haben den Großteil der frühen Forschung dominiert. Heute jedoch existieren in mehreren europäischen Staaten aktive Forschergruppen.

Wissenschaftliche Fortschritte erfolgten schnell. Ein wichtiger Meilenstein war im Mai 2010 erreicht, als die von dem amerikanischen Biologen Craig Venter geleitete Forschergruppe ein synthetisches Genom, also einen DNA-Satz mit neuer genetischer Information, in eine Empfängerzelle transferierte. Obwohl als erster erfolgreicher Versuch zur Erschaffung von Leben bejubelt, war streng genommen kein Leben geschaffen worden. Die von Venter und seinen Kollegen verwendete DNA enthielt zwar tatsächlich einen kompletten Satz an genetischer Information, der aus nicht-lebendem Material hergestellt worden war. Aber die Zelle, in welche sie transplantiert wurde, war eigentlich die Hülle eines Bakteriums der Art *Mycoplasma mycoides*, dessen ursprünglicher Inhalt entfernt worden war. Was die Forscher getan hatten, entsprach mehr dem Einbau eines neuen Motors in ein Auto als dem Bau eines neuen Autos von Grund auf. Dennoch demonstrierte diese Arbeit die Machbarkeit einer synthetischen Biologie.

Warum Synthetische Biologie?

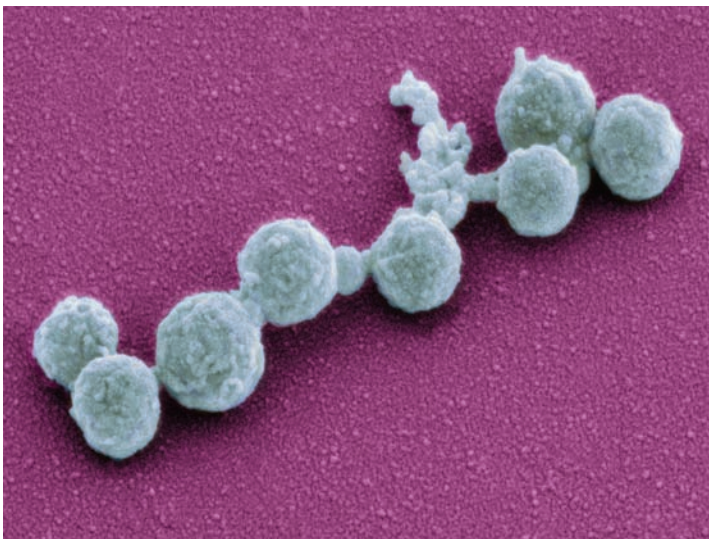
Für einige Wissenschaftler ist das Vorgehen der Synthetischen Biologie ein Selbstzweck, ein neuer Weg zur Erforschung lebender Systeme, um noch besser herauszufinden, wie sie funktionieren. Denn da synthetische Systeme wesentlich einfacher strukturiert sind als ihre natürlichen Entsprechungen, können Forscher daran Experimente vornehmen, die sonst nur schwer durchführbar wären – und vielleicht sogar unmöglich zu interpretieren.

Für die meisten Forschenden liegt die Bedeutung der Synthetischen Biologie in ihrem sozialen und kommerziellen Potential. Laut einer Schätzung könnte im Jahr 2013 der weltweite Markt für Produkte der Synthetischen Biologie eine Höhe von \$2.4 Milliarden erreichen, mit Erzeugnissen, die sich von der Medizin bis zur Landwirtschaft erstrecken. Der Einsatz synthetischer Biologie könnte umfassen:

- *Energie*
Maßgeschneiderte Mikroben zur Herstellung von Wasserstoff und anderen Treibstoffen oder für künstliche Photosynthese.
- *Medizin*
Die Herstellung von Arzneimitteln, Impfstoffen und Diagnostika sowie die Herstellung neuen Gewebes.

- *Umwelt*
Der Nachweis von Schadstoffen und deren Abbau bzw. 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.

Vorherzusagen, welche dieser Anwendungen zuerst auf dem Markt auftauchen wird, wäre Spekulation. Viele Kommentatoren räumen jedoch der Produktion von Biotreibstoffen die größten Chancen ein. Synthetische Biologie könnte die Entwicklung von Biotreibstoffen der zweiten Generation, hergestellt aus landwirtschaftlichem Abfall und Pflanzenresten, beschleunigen und so eine Konkurrenz mit dem Anbau von Lebensmitteln vermeiden.



Quelle: Thomas Deerinck, NCMIR / Science Photo Library

Rasterelektronenmikroskopische Farbaufnahme eines synthetischen Mycoplasma-Bakteriums.

Was erwarten wir von der Synthetischen Biologie?

Eine kürzlich im Auftrag der britischen *Royal Academy of Engineering* durchgeführte Erhebung zur Wahrnehmung der Synthetischen Biologie spiegelte ein begrenztes Wissen der breiten Öffentlichkeit wider. Wenn aber über die Synthetische Biologie informiert wurde, zeigten die Befragten großes Interesse daran, dass Mikroorganismen zur Herstellung von Biotreibstoffen und Medikamenten entwickelt werden. Dennoch äußerten sie auch Bedenken. So wurde die gezielte Freisetzung künstlicher Organismen zur Bewältigung von Umweltverschmutzung kritisch gesehen. Man erwartet von der Politik die Regulierung der Synthetischen Biologie, ist sich aber durchaus bewusst, dass eine Überregulierung die weitere 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, wächst kontinuierlich und mehrere EASAC-Mitgliedsakademien haben zu diesem Thema Tagungen organisiert und Berichte publiziert. Aber es besteht eindeutig ein Bedarf an Förderung weiterer Forschung in diesem Bereich und an der Entwicklung einer entsprechenden kohärenten Strategie für die EU. Dieser Bedarf, zusammen mit der Schnelligkeit der Entwicklung der Synthetischen Biologie, hat EASAC veranlasst, einen Bericht zu erarbeiten, der unter anderem einige der Analysen und Positionen der Mitgliedsakademien zusammenfasst.

Der Bericht greift zusätzlich mehrere politikrelevante Fragen auf. Dazu gehören der Beitrag, den die Synthetische Biologie zu wirtschaftlichem Wachstum leisten kann; die wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen, die zur Umsetzung ihres Potentials zu überwinden sind; die notwendige Ausbildung von Experten und die Investitionen in Forschung und Entwicklung; mögliche Hindernisse bei der Nutzung des Potentials wie z.B. Missverständnisse oder Ablehnung in der Öffentlichkeit; die 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 eine Disziplin, die viele verschiedene Ziele und viele Arbeitsmethoden umfasst. Einige dieser Ziele und Methoden sind auch in anderen Gebieten der Biologie gängige Praxis, sodass eine eindeutige Abgrenzung der Synthetischen Biologie nicht möglich ist.

Ziel einiger Wissenschaftler ist es, Gruppen von Molekülen so zu kombinieren, dass sie bestimmte Zwecke erfüllen, z.B. die Produktion einer neuen Chemikalie. Derartige Module für bestimmte Tätigkeiten könnten in lebende Organismen eingefügt werden, um ihre Aktivität zu verändern und sie anzuregen, Dinge zu tun oder zu produzieren, die außerhalb ihres normalen Repertoires liegen. Andere Wissenschaftler nehmen noch größere Herausforderungen in Angriff, indem sie vollständig neue, sich dauerhaft selbst reproduzierende Organismen erzeugen wollen.

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

Minimale Genome

Hier ist die Absicht, die zum Überleben eines Organismus minimal notwendige genetische Information (Gene) zu bestimmen. Die meisten Forschungsarbeiten dazu wurden an Bakterien durchgeführt. Dabei wurden im Genom der Bakterien schrittweise Gene eliminiert, um herauszufinden, welche dieser Gene für das Leben essentiell sind und welche nicht. Frühe Schätzungen gingen von einer Untergrenze von 500 bis 800 essentieller Gene aus, wohingegen spätere Arbeiten darauf hindeuten, dass bereits 300–400 ausreichend sein könnten. Unter Verwendung dieses Wissens können sogenannte Zellfabriken entworfen und hergestellt werden, deren Leistung davon abhängt, welche zusätzlichen Gene denjenigen hinzugefügt werden, die minimal überlebensnotwendig sind. Das Wissen, welche Gene für was erforderlich sind, hilft dem Bioingenieur nicht nur bei der Herstellung neuer und spezialisierter Organismen, sondern ermöglicht auch die Eliminierung unerwünschter Gene, und erlaubt schließlich sogar die Herstellung vollständig neuer Organismen. In Zukunft könnte man sich die Verwendung eines serienmässig produzierten Kern-Genoms vorstellen, dem Bioingenieure die zur Ausführung einer gewünschten Aufgabe notwendigen Elemente hinzufügen können. Eine solche, viel diskutierte, Aufgabe wäre die Herstellung von Wasserstoff oder einem sonstigen Brennstoff, wofür ein synthetisch entworfenes Bakterium genutzt würde. Der Bereich möglicher Anwendungen ist jedoch riesig.

Orthogonale Biosysteme

Die für das Funktionieren aller Organismen benötigte genetische Information ist in kodierter Form in der Sequenz von vier Bausteinen gespeichert, aus denen die lange Kette ihrer DNA-Moleküle besteht. Forscher modifizieren dieses System auf verschiedene Weise, damit es Informationen für die Produktion von in der Natur unbekanntem Proteinen erhalten kann. Noch weitreichender ist die Idee, zur DNA alternative Moleküle zu synthetisieren und als neue Form genetischen Materials zu verwenden. Jedes derartige Molekül müsste vergleichbare Eigenschaften wie DNA besitzen – Informationsspeicher, Fähigkeit zur Selbstreproduktion usw. – und sollte auf eine ähnliche Art und Weise funktionieren können. Organismen, die auf Alternativen dieser Art basieren, wären möglicherweise nicht in der Lage, mit konventionellen (DNA-basierten) Lebensformen zu interagieren. Dies könnte mögliche Sicherheitsvorteile mit sich bringen.

Metabolic Engineering

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

Andere Beispiele für *metabolic engineering* sind die Produktion eines Anti-Krebs-Wirkstoffs 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 Hilfe von Hefe.

Regulierende Schaltkreise

Die natürliche Aktivität von Zellen wird von genetischen Schaltkreisen kontrolliert, welche elektrischen Schaltkreisen ähneln. Eine andere Herangehensweise zur Modifikation von Zellen, um sie neue Leistungen erbringen zu lassen bzw. die Zellaktivität zu verändern, 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. In entsprechende Zellen eingefügt, könnte ein künstliches Netzwerk Schwankungen in der Metabolitkonzentration wahrnehmen und diese korrigieren, wie dies beispielsweise zur Behandlung von Diabetes erforderlich ist.

Protozellen

Zu den aufsehenerregendsten Versuchen der Synthetischen Biologie gehören jene, in denen künstliche Zellen hergestellt werden, die in der Lage sind, sich selbst zu organisieren, zu reparieren und zu vermehren. Es sind noch viele Hindernisse zu überwinden, bevor dieses durchaus realistische Ziel erreicht ist. Eine der Forschergruppen, die dieses Ziel verfolgt, ist das von der Europäischen Union finanzierte Projekt PACE (*Programmierbare Artificielle Zell-Evolution*).

Bio-Nanowissenschaft

Obwohl die Nanotechnologie – das Konstruieren von Systemen auf der Ebene von Molekülen – schon länger existiert als die Synthetische Biologie, ist sie doch eine der neueren wissenschaftlichen Forschungsgebiete. Die auf molekularem Maßstab basierenden Motoren und andere Maschinen, die auf diesem Wege hergestellt werden (oder die durch Nanotechnologie möglich erscheinen), sind offensichtlich von Relevanz für jeden Wissenschaftler, der die Synthese ganzer Zellen und anderer lebender Systeme betreibt. Nanowissenschaften und Synthetische Biologie lassen sich entsprechend nur äußerst schwer abgrenzen.

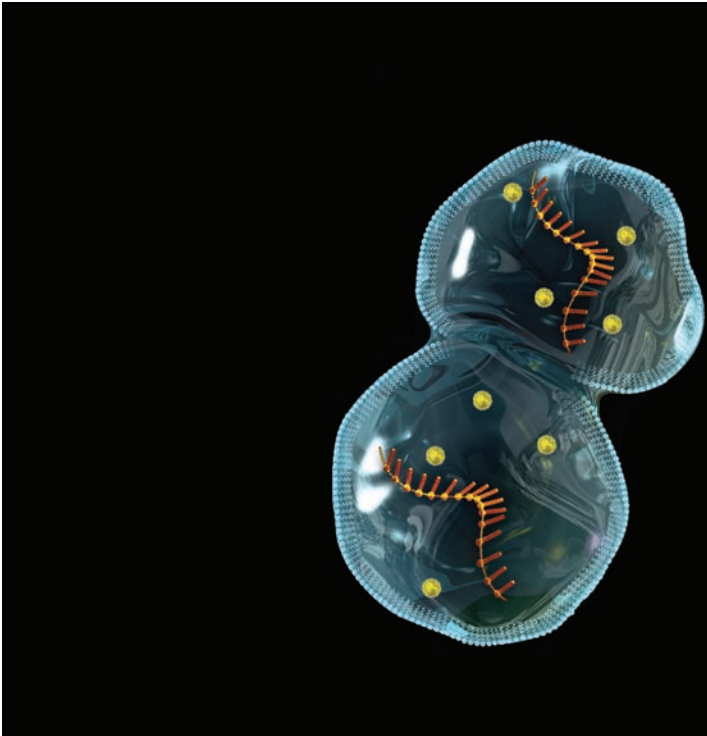
Welches sind die Risiken der Synthetischen Biologie?

Die Risiken, die durch die Entwicklung der Synthetischen Biologie entstehen, liegen in zwei Bereichen: Biologische Sicherheit (*"Bio-Safety"*), bei der die Gefahr das Ergebnis zufälliger oder unvorhersehbarer Ereignisse ist, und Schutz vor Missbrauch (*"Bio-Security"*), d.h. Schutz vor dem intentionalem Missbrauch der in der Synthetischen Biologie gewonnen Erkenntnisse – z.B. zur Herstellung von biologischen Waffen.

Biologische Sicherheit

Viele Gebiete der Bioforschung 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.

Zur Verringerung des Risikos ist eine mögliche Methode, nur Organismen zu schaffen, die für ihr Überleben von bestimmten Nährstoffen oder anderen grundlegenden Substanzen abhängen, welche nicht in der Natur vorkommen. Allerdings ist auch dieses Vorgehen nicht unfehlbar, 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 dürfte eine neue, sich selbst reproduzierende Mikrobe wahrscheinlich die Fähigkeit haben, sich evolutiv weiterzuentwickeln und dabei unerwünschte Eigenschaften auszubilden. Der Umgang mit synthetischen Organismen muss daher unter höchsten Sicherheitsstandards geschehen. Sie sollten den Standards entsprechen, die schon für den Umgang mit genetisch manipulierten Organismen entwickelt worden sind, und einer strengen nationalen und EU-Gesetzgebung unterliegen.



Quelle: Henning Dalhoff / Bonnier Publications / Science Photo Library

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

Schwieriger sind jene Fälle, in denen der synthetische Organismus zur Erfüllung seiner Aufgabe das Labor verlassen muss. Eine Mikrobe, die so konstruiert ist, dass sie eine bestimmte Form von Umweltverschmutzung beseitigen kann, muss dafür frei in die betreffende Umwelt entlassen werden. Wissenschaftler, die ein solches Vorgehen erwägen, müssten einen hohen Grad an Gewissheit haben, dass der Organismus keine schädlichen Folgen auslösen kann.

Schutz vor Missbrauch

Eine gute Gesetzgebung – obgleich von grundlegender Wichtigkeit – kann nur einen begrenzten Schutz vor Bio-Terroristen bieten, die ein Interesse daran haben, die Synthetische Biologie als Waffe einzusetzen. Die Größe der Gefahr, die vom Bio-Terrorismus droht, 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 2001 veröffentlichten Bericht hervorgeht, wäre die Synthetische Biologie durchaus in der Lage, künstliche Mikroben herzustellen, die Krankheiten hervorrufen, welche schlimmer als alle bisher bekannten sind. Daraus lässt sich schließen, dass es nur vernünftig ist, „*Bio-Security*“ im Sinne eines Schutzes vor Missbrauch so weit wie möglich zu stärken. Die grundlegende Arbeit hierfür ist schon vom *InterAcademy Panel*, einem globalen Akademien-Zusammenschluss, geleistet worden. Dieser hat aufgelistet, welche Prinzipien in einem Katalog von neuen Verhaltensvorschriften beachtet werden müssen, deren Ziel die Minimierung des Missbrauchs der biologischen Wissenschaften durch in diesem Bereich Tätige ist. Diese Prinzipien umfassen ein Bewusstsein der möglichen Folgen von Forschung und die Verweigerung, Arbeit durchzuführen, welche nur schädliche Folgen haben kann; das Befolgen guter Arbeitspraktiken im Labor; die Kenntnis und Unterstützung nationaler und internationaler Gesetze und Maßnahmen zur Unterbindung des Missbrauchs von Forschung; und die Anerkennung der Pflicht, alle jene Handlungen anzuzeigen, die Regeln wie z. B. die *Biological and Toxin Weapons Convention* verletzen.

Der zunehmend einfacher werdende Zugang zu DNA-Sequenzen – also zu Teilen genetischer Information – wird in immer größerem Ausmaß dazu führen, dass Techniken der Molekularbiologie von Disziplinen übernommen werden, die wenig Erfahrung im Umgang mit biologischen Materialien haben, etwa den Ingenieurwissenschaften. Wenn die Standards von Biologischer Sicherheit und des Schutzes vor Missbrauch aufrechterhalten werden sollen, muss sichergestellt werden, dass alle in den Biowissenschaften tätigen Forscher die mit ihrer Arbeit verbundenen Risiken kennen und sorgfältig damit umgehen.

Parallel zu diesen Entwicklungen gibt es eine anhaltende Debatte über das richtige Gleichgewicht zwischen der Selbstregulierung der Forscher und der Regulierung durch Gesetzgebung. Eine Umfrage hat ergeben, dass sich die in der Synthetischen Biologie tätigen Wissenschaftlern bewusst sind, wie wichtig die Vermeidung einer öffentlichen Ablehnung

ist, wie sie im Fall genetisch modifizierter Nahrungsmittel eingetreten ist. Die meisten Forscher, 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 Rechte am intellektuellen Eigentum in der Synthetischen Biologie?

Einige Kommentatoren meinen, dass Produkte der Synthetischen Biologie, wie auch andere Entwicklungen, z.B. DNA-Sequenzen, nicht patentierbar sein sollten. Sie bestehen darauf, dass das Wissen allen frei zugänglich sein soll. Allerdings ist die Patentierbarkeit von biotechnologischen Erfindungen in der Europäischen Patent-Konvention bereits etabliert. Dennoch wird die Patentierung auf diesem Gebiet immer noch diskutiert.

Hier sind besonders zwei Probleme zu nennen: die Erteilung von sehr breit angelegten bzw. von unangemessen eng zugeschnittenen Patenten. Ersteres könnte Monopole begünstigen, die Zusammenarbeit beeinträchtigen und Innovationen durch andere Forscher eingrenzen. Die Erteilung unangemessen eng zugeschnittener Patente wiederum könnte die nachfolgenden Anwendungen behindern, da die Regelungen für mehrere Lizenzinhaber in der Regel sehr komplex ausfallen. Der interdisziplinäre Ansatz der Synthetischen Biologie erfordert Expertise aus verschiedenen Disziplinen und vergrößert möglicherweise noch die Schwierigkeiten. Das muss jedoch nicht zwangsläufig der Fall sein, besagen doch andere Meinungen, dass die separaten und eigenständigen Einheiten, welche die Synthetische Biologie ausmachen, relativ gut geeignet sind, sich zu arrangieren. In jedem Falle rät EASAC Patentanwälten, äußerste Vorsicht walten zu lassen, wenn sie breit angelegte Patente in der Synthetischen Biologie durchsetzen sollen.

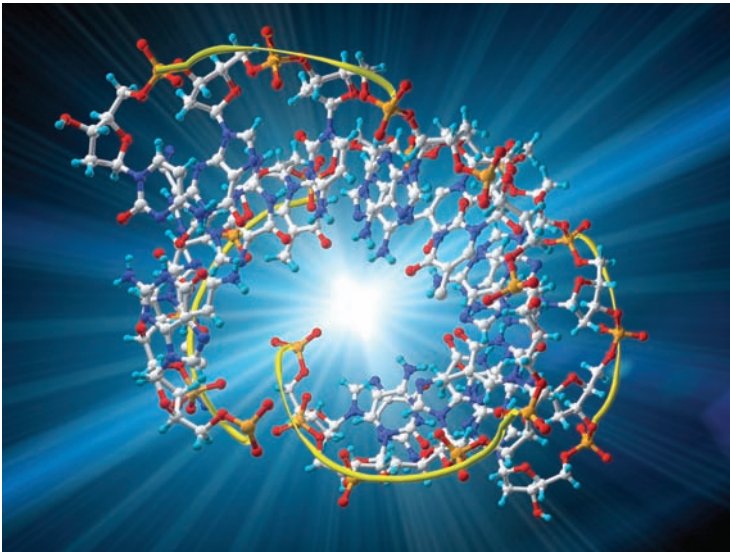
Hier könnten, wie auch anderswo in den Lebenswissenschaften, Alternativen zum traditionellen Patentierungsvergabeverfahren Abhilfe schaffen. So wird das Teilen von Informationen in Patent-Pools z. B. schon in der Pharma-Industrie angewandt. EASAC hofft, dass seine Mitgliedsakademien dazu beitragen können, ein offenes und kooperatives Forschungsumfeld für die Synthetische Biologie zu schaffen und gleichzeitig Investoren zu ermutigen und die Verletzungen existierender Rechte zu vermeiden. Synthetische Biologie kann von der Vielfalt öffentlich-privater Forschungsk Kooperationen lernen, die in den Lebenswissenschaften schon existieren und oft eine Verpflichtung zu offener Innovation einschließen.

Was empfiehlt EASAC?

Der Bericht von EASAC, der sich vor allem an die Politiker der EU wendet, wirft eine Reihe von Fragen auf, die beantwortet werden müssen, wenn Europa seinen Beitrag zur Entwicklung der Synthetischen Biologie leisten soll und auch den größtmöglichen Nutzen daraus ziehen will. Die Themen, die dabei angesprochen werden – viele davon sind in dieser Zusammenfassung des Berichts genannt – umfassen u.a. die Forschungskapazität und die Hochschulbildung in Europa, den Schutz von Innovationen, die Einbindung der Öffentlichkeit, Fragen der biologischen Sicherheit und des Schutzes 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 Empfehlungen sind spezifisch, etwa zur EU-Kontrolle der Genehmigung neuer Produkte, die aus dem Einsatz der Synthetischen Biologie hervorgehen und generell in demselben gesetzgeberischen Rahmen stattfinden sollte, wie diejenige für Neuerungen aus anderen Bereichen. Andere Empfehlungen sind genereller, z.B. zur Fortführung der Diskussion um die ethischen Fragen, welche sich aus der Synthetischen Biologie ergeben.

Der EASAC-Bericht schließt mit der Feststellung, dass die Anfangsphase der Synthetischen Biologie, 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 sich diese Technologie tatsächlich als eine "Transformationstechnologie" erweisen wird und – wenn dies der Fall sein sollte – ob sie von den momentan gültigen Rahmengesetzen, welche die naturwissenschaftlich-medizinische Forschung regeln, abgedeckt ist.

Die Synthetische Biologie hilft uns, natürliche biologische Systeme zu verstehen und könnte einen großen Beitrag zur Innovation innerhalb der EU-Mitgliedstaaten leisten – und somit auch zu ihrer globalen Wettbewerbsfähigkeit. Wenn lebende Systeme jemals künstlich von Menschen hergestellt werden, dann sollte Europa eine wichtige Rolle in ihrer Nutzung und Entwicklung spielen.



Quelle: Pasielka / Science Photo Library

Computerdarstellung von Threose-Nukleinsäure (TNA), einem synthetischen Molekül, das in seiner Struktur 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 Kooperation 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 einer professionellen Geschäftsstelle 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)

Königlich-Schwedische Akademie der Wissenschaften

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