

European Academies

ea sac

Science Advisory Council



ÖAW

Österreichische Akademie
der Wissenschaften

Synthetische Biologie: Eine Einführung

Zusammenfassung eines Berichts des
European Academies Science
Advisory Council (EASAC)

European Academies



Science Advisory Council



OAW

Österreichische Akademie
der Wissenschaften

Synthetische Biologie: Eine Einführung

Zusammenfassung eines Berichts des
European Academies Science
Advisory Council (EASAC)

Synthetische Biologie: Eine Einführung

In ihrer Publikationsreihe „ÖAW: Forschung und Gesellschaft“ greift die Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW) in loser Folge aktuelle Themen am Schnittpunkt von Wissenschaft und Gesellschaft auf. Mit der vorliegenden Broschüre veröffentlicht die ÖAW als Mitglied des wissenschaftlichen Rats der Europäischen Akademien (EASAC) eine Zusammenfassung eines von einer EASAC-Arbeitsgruppe erstellten Berichts zum aktuellen Stand der Synthetischen Biologie.

Wir danken den Mitgliedern der EASAC-Arbeitsgruppe: 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 Weisenbach (Evry).

Ebenfalls danken wir Geoff Watts (London) für seine Unterstützung bei der Erstellung dieser Zusammenfassung.

Helmut Denk
Präsident der ÖAW



► 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 wirtschaftlichen Potenzials der Synthetischen Biologie, hat EASAC eine Arbeitsgruppe unabhängiger Experten zu diesem Thema etabliert. Mit Vertreter(inne)n 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 gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Synthetischen Biologie.

Das vorliegende Dokument bietet dem Leser eine Zusammenfassung der wesentlichen Aussagen. Der Bericht ist im vollen Wortlaut auf www.easac.eu erhältlich. ■

► Einleitung

Wissenschaftler verkünden Durchbruch bei der Erzeugung Künstlichen Lebens

BBC News, 2010

„Frankenstein“-Labor erschafft Leben aus dem Reagenzglas

Daily Express (London), 2010

Wissenschaftler nach Schaffung künstlichen Lebens anhand Designer-Mikrobe des „Gott-Spielens“ bezichtigt – aber könnte sie die Menschheit vernichten?

Daily Mail (London), 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 Bereiche der Öffentlichkeit noch nicht überzeugt, dass diese Techniken weitestgehend sicher, notwendig oder sogar wünschenswert sind. Das Aufkommen der Synthetischen Biologie mit dem Ziel, aus unbelebten Materialien lebende Systeme herzustellen, hat hohe gesellschaftliche und wissenschaftliche Relevanz. Mit zunehmendem Fortschritt der Forschung auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie sind Kontroversen zu erwarten. Dies ist der Grund, weshalb die Autoren des EASAC Berichts für einen Dialog zwischen Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit über die Zukunft dieser Technologie und deren potenziellen Nutzen eintreten. Ein evidenzbasierter Meinungs austausch bietet die besten Voraussetzungen für eine realistische Auseinandersetzung mit den in Sensationsberichterstattungen geäußerten Befürchtungen. Das vorliegende Dokument ist ein Beitrag zu diesem Dialog. ■

► Was ist Synthetische Biologie?

Synthetische Biologie bedeutet die Anwendung von Prinzipien der Ingenieurwissenschaften in der Biologie. Dies kann z.B. den Entwurf eines lebenden Systems beinhalten mit Funktionen – etwa Produktion einer spezifischen Substanz – die normalerweise nicht bestehen. Noch ambitionierter sind Versuche, neue lebende Systeme herzustellen, also Leben „an sich“ aus leblosem Material zu produzieren.

Lebewesen zu verändern, zum Beispiel durch DNS Technologie („Gentechnologie“), ist an und für sich nicht neu; insofern überlappt die Synthetische Biologie mit mehreren anderen bereits etablierten wissenschaftlichen Disziplinen. Allerdings ist „Synthetische Biologie“ weiter gefasst: Lebewesen zu entwerfen, die spezifischen Bedürfnissen der Menschen entsprechen.

Forschungseinrichtungen zur Synthetischen Biologie existieren erst seit einem Jahrzehnt. Das erste Departement für Synthetische Biologie wurde 2003 in den USA am Lawrence Berkeley National Laboratory eröffnet; amerikanische Wissenschaftler dominierten die frühe Forschung. Heute existieren auch in mehreren europäischen Staaten aktive Forschungsgruppen.

Der Fortschritt vollzieht sich rasch. Ein wichtiger Meilenstein wurde im Mai 2010 erreicht, als eine vom amerikanischen Biologen Craig Venter geleitete Forschergruppe ein synthetisches Genom, also einen neuen Satz genetischer Information, in eine Empfängerzelle transferierte. 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 zwar synthetisiert worden. Aber die Zelle, in welche sie eingebracht wurde, war die Hülle eines existierenden Bakteriums, dessen ursprünglicher Inhalt entfernt worden war. Was die Forscher getan hatten lässt sich vielmehr mit dem Einbau eines neuen Motors in ein Auto als mit dem kompletten Bau eines Autos vergleichen. Dennoch war diese Arbeit eine wichtige Demonstration der Machbarkeit eines synthetisch-biologischen Ansatzes. ■

► Warum Synthetische Biologie?

Für Grundlagenforscher ist diese Technologie ein neuer Weg zur Erforschung der Funktion lebender Systeme. Da synthetische Systeme wesentlich einfacher manipuliert werden können als natürliche, lassen sich daran Experimente durchführen, die sonst nur schwierig durchführbar und interpretierbar wären.

Für die meisten Forscher liegt aber die Bedeutung der Synthetischen Biologie in deren wirtschaftlichem Potenzial. Laut einer Schätzung könnte der globale Markt für Synthetische Biologie im Jahre 2013 \$2.4 Milliarden erreichen, mit Anwendungen die von der Medizin bis zur Landwirtschaft reichen. Die mögliche Anwendung Synthetischer Biologie umfasst:

Energie: Maßgeschneiderte Mikroben zur Herstellung von Wasserstoff und anderen Treibstoffen oder für künstliche Photosynthese.

Medizin: Herstellung von Arzneimitteln, Impfstoffen and Diagnostika, sowie Herstellung neuer Gewebe.

Umwelt: Nachweis von Verunreinigungen 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 zu marktreifen Produkten führen, lässt sich derzeit noch nicht abschätzen. Biotreibstoffen werden derzeit die größten Chancen eingeräumt. Methoden der Synthetischen Biologie könnten die Entwicklung von Biotreibstoffen der zweiten Generation, hergestellt aus landwirtschaftlichem Abfall und Pflanzenresten, beschleunigen und so die Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion vermeiden. ■

► Was ist von der Synthetischen Biologie zu erwarten?

Eine kürzlich im Auftrag der Royal Academy of Engineering durchgeführte Erhebung zur öffentlichen Wahrnehmung der Synthetischen Biologie zeigte ein begrenztes Bewusstsein auf. Wenn die breite Öffentlichkeit aber über die Synthetische Biologie informiert ist, besteht 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, ist im Wachsen begriffen, 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 rasanten Entwicklung der Synthetischen Biologie, veranlasste 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 zum Wirtschaftswachstum leisten kann; die wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen, die zu deren Umsetzung zu überwinden sind; die Hindernisse auf dem Weg zu diesem Ziel, inklusive Missverständnisse oder Ablehnung in der Öffentlichkeit; die notwendige Ausbildung und die Investitionen in Forschung und Entwicklung; 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. ■

► Art der Forschung im Rahmen der Synthetischen Biologie?

Synthetische Biologie umfasst unterschiedliche Arbeitsmethoden und dient mehreren Zielen.

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

Minimale Genome

Dabei besteht die Absicht, das Minimum der zum Überleben eines Organismus notwendigen genetischen Information zu bestimmen. Diese Art der Forschung wurde überwiegend an Bakterien durchgeführt, in welchen Gene schrittweise eliminiert wurden. Frühe Schätzungen gingen bei der mindestens benötigten Anzahl von 500-800 Genen aus, neuere Arbeiten deuten auf 300–400. Auf dieser Basis können „Zellfabriken“ konstruiert werden, deren Leistung davon abhängt, wie viele zusätzliche Gene den minimal zur Existenzsicherung des Organismus benötigten hinzugefügt werden. Das Wissen, welche Gene wofür erforderlich sind, hilft dem Bioingenieur nicht nur bei der Herstellung neuer und spezialisierter Organismen durch Eliminierung unerwünschter Gene, sondern auch zur Generierung vollständig neuer Organismen. Für die Zukunft ist ein serienmäßig produziertes Genom vorstellbar, zu dem Bioingenieure die zur Ausführung einer gewünschten Aufgabe notwendigen Komponenten hinzufügen könnten. Eine solche, viel diskutierte Aufgabe ist die Produktion von Wasserstoff durch ein Bakterium.

Orthogonale Biosysteme

Durch Modifikation des Genoms kann die Produktion von in der Natur fremder Proteine induziert werden. Noch radikaler ist die Idee der Synthese und Verwendung von zur DNS alternativen Molekülen als neue Form genetischen Materials. Derartige Moleküle müssten mit DNS vergleichbare Eigenschaften besitzen – Informationsspeicher, Fähigkeit zur Selbstreproduktion, usw. – und sollten auf eine ähnliche Art und Weise funktionieren. Lebende Systeme, die auf Alternativen dieser Art basieren, wären möglicherweise nicht in der Lage, mit konventionellen (DNS basierten) Lebensformen zu interagieren. Dies könnte Sicherheitsvorteile mit sich bringen.

Metabolic Engineering

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

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

Regulierende Schaltkreise

Die natürliche Aktivität von Zellen wird über genetische Schaltkreise reguliert, die elektrischen Schaltkreisen ähneln. Eine andere Möglichkeit, neue Zelleistungen zu erreichen, basiert auf der Schaffung von neuen internen Schaltkreisen mit dem Ziel, die Zellaktivität zu verändern. Eingefügt in ein natürliches System könnten diese Netzwerke zur zeit- und ortsabhängigen Kontrolle bestimmter Prozesse dienen.

Protozellen

Wie schon betont, dienen die aufsehenerregendsten Versuche der Synthetischen Biologie der Herstellung künstlicher Zellen, die in der Lage sind, sich selbst zu organisieren, zu reparieren und zu vermehren. Viele Hindernisse gilt es noch zu überwinden, bevor dieses Ziel erreicht ist, das von einer Reihe von Forschergruppen verfolgt wird. Eine dieser Gruppen ist das von der Europäischen Union finanzierte Projekt PACE (Programmierbare Artifizielle Zell-Evolution).

Bio-Nanowissenschaft

Obwohl die Nanotechnologie – das Konstruieren von Systemen auf der Ebene von Molekülen – schon länger existiert als Synthetische Biologie, ist sie doch eine der neueren wissenschaftlichen Forschungsgebiete. Die auf molekularem Maßstab basierenden „Motoren“ und andere „Maschinen“, sind offensichtlich für jeden Wissenschaftler, der die Synthese ganzer Zellen und anderer lebender Systeme betreibt, relevant. Somit besteht eine Überschneidung von Nano-Wissenschaften und Synthetischer Biologie. ■

► Welche Risiken birgt die Synthetischen Biologie?

Biologische Sicherheit

Viele Gebiete der Bio-Forschung lösen Sicherheitsbedenken aus. Auch die Synthetische Biologie ist mit einer Reihe potenzieller Risiken verbunden. Man braucht nur wenig Phantasie, um sich vorzustellen, dass ein neuer, sich selbst reproduzierender Organismus, welcher aus dem Labor entkommt und in die Umwelt gelangt, Schäden anrichten könnte, abhängig von den Eigenschaften und Aktivitäten, mit denen er von seinen Entwicklern ausgestattet wurde.

Eine Möglichkeit der Minimierung unvorhersehbarer Risiken besteht darin, nur Organismen zu schaffen, die für ihr Überleben von Komponenten (z.B. Nährstoffen) abhängen, die nicht in der Natur vorkommen. Aber auch dieses Vorgehen ist nicht unproblematisch, 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 Wahrung höchster Sicherheitsstandards geschehen – Adaption der Standards, die schon für den Umgang mit genetisch manipulierten Organismen entwickelt wurden – und sollte strenger nationaler und EU-Gesetzgebung unterliegen.

Eine weitere Schwierigkeit ist, dass ein synthetischer Organismus nicht nur versehentlich aus dem Labor freigesetzt werden könnte. Eine Mikrobe, die so konstruiert wurde, 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 betonen, 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 in der Lage,

künstliche Mikroben herzustellen, die Krankheiten hervorrufen können, welche schwerer verlaufen als alle bisher bekannten. Daraus folgt, dass die Verbesserung der „*Bio-Security*“ zum Schutz vor Missbrauch nötig ist. Die grundlegende Arbeit hierfür wurde schon von einem Inter Academy Panel geleistet. Dieses hat die Prinzipien zusammengefasst, die zum Ziel haben, Missbrauch zu minimieren. Diese Prinzipien umfassen: Bewusstsein der möglichen Folgen von Forschung; die Befolgung von guten Labor-Praktiken; Kenntnis und Unterstützung nationaler und internationaler Gesetze und Maßnahmen, um den Forschungs-Missbrauch zu unterbinden; und Anerkennung der Verpflichtung, alle Handlungen anzuzeigen, die Regeln wie etwa die *Biological and Toxin Weapons Convention* verletzen.

Der einfache Zugang zu DNA-Sequenzen (zu genetischer Information) 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 in den Biowissenschaften tätigen Experimentatoren die damit verbundenen Risiken verstehen.

Parallel zu diesen Entwicklungen läuft die Debatte über das richtige Gleichgewicht zwischen der Selbstregulierung der Forschenden und der Regulierung durch Gesetzgebung. Eine Umfrage ergab, dass die im Bereich der Synthetischen Biologie tätigen Wissenschaftler sich ihrer Verantwortung bewusst sind. Es ist wichtig, eine Ablehnung durch die Gesellschaft 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. ■

► Intellektuelle Eigentumsrechte in der Synthetischen Biologie

Einige Kommentatoren meinen, dass Produkte der Synthetischen Biologie, wie auch andere Entwicklungen, z.B. Gensequenzen, nicht patentierbar sind. 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. Trotzdem werden Themen der Patentierung auf diesem Gebiet immer noch diskutiert.

Zwei Probleme sind besonders anzusprechen: einerseits könnten sehr breit angelegte Patente Monopole begünstigen, Kollaboration beeinträchtigen und Innovation durch andere Forscher behindern, andererseits zu eng angelegte Patente die behindern, da die Lizenz-Regelungen im Falle mehrerer Lizenz-Inhaber sehr komplex sind. Der multidisziplinäre Charakter der Synthetischen Biologie, welcher erfordert, dass Expertise aus verschiedenen Disziplinen herangezogen wird, könnte diese Schwierigkeiten noch vergrößern. Nach anderer Meinung könnten sich die eigenständigen Einheiten, die zusammen Synthetische Biologie ausmachen, relativ leicht arrangieren. In jedem Falle rät EASAC, dass Patentanwälte äußerste Vorsicht walten lassen sollten, wenn es um breit angelegte Patente in der Synthetischen Biologie geht.

Wie auch anderswo in den Lebenswissenschaften, könnte es Alternativen zu den traditionellen Patentierungs-Arrangements geben. Die Aufteilung von Informationen in Patent-Pools wird beispielsweise schon in der Pharma-Industrie genutzt. 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 Forschungsk Kooperationen, die schon in den Lebenswissenschaften existieren und oft eine Verpflichtung zu offener Innovation beinhalten, lernen. ■

► 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 in Europa, den Schutz von Innovationen, die Einbindung der Öffentlichkeit, biologische Sicherheit und Schutz vor Missbrauch sowie die Gesetzgebung. Der Bericht gibt eine ganze Reihe von Empfehlungen in diesen Bereichen, die zu vielfältig sind, um hier detailliert genannt zu werden. 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 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 diese Technologie sich tatsächlich als eine „Transformationstechnologie“ erweisen wird und, falls dies der Fall sein sollte, ob sie in die augenblicklich gültigen Rahmengesetze, welche die naturwissenschaftlich-medizinische Forschung regeln, eingepasst werden kann.

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

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 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 jene, die in Europa 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 verständlich, sachbezogen und zeitgemäß beraten.

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

All European Academies (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

Estnische 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



Herausgegeben vom

Präsidium der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, 1010 Wien
www.oeaw.ac.at

mit freundlicher Genehmigung des

European Academies Science Advisory Council
secretariat@easac.eu
www.easac.eu

Wien, 2011



