

**Nächste Generation
biotechnologischer Verfahren**

**Auftaktkongress
zum Strategieprozess**

8. Juli 2010, Berlin



Dokumentation

Impressum:

Realisiert durch
BIOCOM Projektmanagement GmbH
im Rahmen des Strategieprozesses
„Nächste Generation biotechnologischer
Verfahren“
Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Redaktion:
Dr. Boris Mannhardt
Sandra Wirsching
Dr. Philipp Graf
Mirine Choi

Gestaltung:
Sven-Oliver Reblin

Druck:
DruckVogt GmbH, Berlin

Berlin, 2010

Sie haben Anmerkungen oder sonstige
Hinweise? Bitte schreiben Sie an:
komentar@biotechnologie2020plus.de

www.biotechnologie2020plus.de

Inhalt

1. Auftakt zum Strategieprozess „Biotechnologie 2020+“	4
2. Visionen für die Biotechnologie der Zukunft – Rede von BMBF-Staatssekretär Dr. Helge Braun	6
3. Engineering Biology: Divide and Conquer – Der wissenschaftliche Eröffnungsvortrag	10
4. Der Koordinierungskreis zum Strategieprozess	11
5. Beitrag der Forschungsorganisationen und Hochschulen zum Strategieprozess	12
5.1 Memorandum of Understanding der Forschungsorganisationen	12
5.2 Gesprächsrunde beim Auftaktkongress – eine Zusammenfassung	14
6. Die Workshops beim Auftaktkongress – eine Ergebnisübersicht	16
6.1 Workshop 1: Universelle Reaktionskompartimente	18
6.2 Workshop 2: Funktionelle Komponenten	19
6.3 Workshop 3: Bereitstellung von Prozessenergie	20
6.4 Workshop 4: Systemsteuerung	21
6.5 Allgemeine Erwartungen der Workshop-Teilnehmer an den Strategieprozess	22
6.6 Symposium zur synthetischen Biologie beim Auftaktkongress – Zusammenfassung	23
7. Diskussion der Visionen für die Biotechnologie der Zukunft – Zusammenfassung der Statements	25
8. Auswertung der Namenssuche	28
9. Teilnehmerliste vom Auftaktkongress	29
10. Ansprechpartner auf einen Blick	30

1. Auftakt zum Strategieprozess „Biotechnologie 2020+“

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) will die Entwicklung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren in den kommenden zehn bis fünfzehn Jahren mit bis zu 200 Millionen Euro unterstützen. Das hat BMBF-Staatssekretär Helge Braun beim Auftaktkongress zum Strategieprozess „Biotechnologie 2020+“ angekündigt. Die Veranstaltung am 8. Juli in Berlin markierte den offiziellen Auftakt für einen langfristig angelegten Strategieprozess.

Mehr als 200 Experten waren in den Veranstaltungsräumen des Radialsystems in Berlin zusammengekommen, um in Plenardiskussionen und in kleineren Workshops Visionen und Ideen zu formulieren – erste Schritte hin zu einer Roadmap zur Entwicklung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren. Mit dabei waren renommierte Vertreter der vier außeruniversitären Forschungsorganisationen Helmholtz-Gemeinschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft und Leibniz-Gemeinschaft sowie von zahlreichen Hochschulen aus dem gesamten Bundesgebiet, die sich am Prozess beteiligen wollen.



Mehr als 200 Teilnehmer kamen zum Auftaktkongress am 8. Juli in Berlin.

Bereits im Vorfeld hatten sich die Forschungsorganisationen in einem Memorandum of Understanding auf ein gemeinschaftliches Vorgehen verständigt (vgl. Seite 12).

Bei den Diskussionen und Workshops in Berlin wurde deutlich: Bedeutende Fortschritte werden nur dann gelingen, wenn Bio- und Ingenieurwissenschaften noch stärker zusammenwachsen. Viele Experten sehen dabei die synthetische Biologie sowie –

noch einen Schritt weiter gedacht – zellfreie Systeme als wichtige Motoren für die Biotechnologie der Zukunft. Professor Dr. Petra Schwille von der Technischen Universität Dresden ging im Eröffnungsbeitrag vor allem auf das Potential der synthetischen Biologie ein (vgl. Seite 10), das auch als Thema eines Satelliten-Symposiums aufgegriffen wurde (vgl. Seite 23)

Die Herausforderungen

Die Zukunft der Biotechnologie ist dabei nicht unabhängig von gesellschaftlichen Anforderungen zu betrachten. So gehören Klimawandel, schwindende Rohstoffressourcen, demographischer Wandel, Energieversorgung und globaler Wettbewerb weltweit zu den größten Herausforderungen im 21. Jahrhundert. Mit bestehenden, mehrheitlich erdölbasierten industriellen Verfahren lassen sich die natürlichen Ressourcen für künftige Generationen nicht sichern. Deswegen gilt es, die Nutzung von alternativen Energie- und Rohstoffquellen zu etablieren, um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und endlichen Ressourcen zu verringern. Der demographische Wandel verstärkt zudem den schon heute erkennbaren Trend der personalisierten Medizin. Dies wird langfristig zu immer mehr individualisierten Arzneien führen, die womöglich ganz neue Anforderungen an Produktionsprozesse für Medikamente stellen werden.

Angesichts dieser Herausforderungen stellen biotechnologische Verfahren einen Lösungsweg dar, um die industrielle Produktion fit für die Zukunft zu machen und künftigen technischen Anforderungen in den Bereichen Medizin, Umwelt, Industrie und Energie gerecht zu werden. Schon heute trägt die Biotechnologie dazu bei, Produktionsverfahren ressourcenschonender, effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten. Dies gilt unter anderem für die chemische Industrie, die Kosmetik- und Lebensmittelindustrie.

Die Ziele

Die gestiegenen Herausforderungen erfordern einen nächsten Schritt in der Entwicklung biotechnologischer Verfahren, bei dem die Expertise aus den Ingenieurwissenschaften stärker berücksichtigt wird. Beide Disziplinen können ihre Synergien noch stärker nutzen: So nähern sich die Ingenieurwissenschaften im Zuge der technischen Miniaturisierung zellbiologischen Größenmaßstäben an. Biotechnologen hingegen nutzen immer mehr die ingenieurtechnische Herangehensweise für das Design von Produktionsorganismen.

Neue Anwendungsbereiche für die Biotechnologie der Zukunft zu erschließen, bedeutet zum Beispiel, die Produktionseinheit Zelle noch besser als bisher zu verstehen und bestehende Abhängigkeiten heutiger Herstellungsmethoden zu überwinden, um eine industrielle Nutzung auch unter unnatürlichen Reak-

tionsbedingungen wie hohen Temperaturen, hohen Drücken oder apolaren Lösungsmitteln zu ermöglichen. Für eine nächste Generation biotechnologischer Verfahren, die sich am Baukasten-Prinzip orientiert, wird es darauf ankommen, zunächst grundlegende funktionale Bestandteile der Zelle zu verstehen und nachahmen zu können (siehe Abbildung unten). Dazu gehören die Herstellung funktionaler Moleküle, die Bereitstellung von Energie, die Bildung geeigneter Reaktionskompartimente sowie standardisierter Mikroreaktionsmodule, die Entwicklung biomimetischer Pumpensysteme und die Etablierung einer biomolekularen Systemsteuerung. Welche Herausforderungen hier bestehen, wurde bereits in ersten Workshops beim Auftaktkongress diskutiert (vgl. Seite 16 bis 24). Eines steht fest: Nur in einem langfristig angelegten Strategieprozess unter Beteiligung der großen Forschungsorganisationen und Experten verschiedener Fachrichtungen aus Wissenschaft und Wirtschaft kann es gelingen, die für die Entwicklung der nächsten Generation biotechnologischer Produktionsverfahren notwendige disziplinübergreifende Zusammenarbeit zu stimulieren.

Der Weg

Der Strategieprozess „Nächste Generation biotechnologischer Verfahren – Biotechnologie 2020+“ soll diese Zusammenarbeit anstoßen. Gemeinsam mit den Forschungsorganisationen, den Hochschulen und auch der Wirtschaft will das BMBF Chancen für den Produktionsstandort Deutschland erschließen und nutzen. Deutschland ist dabei mit seinen gut aufgestellten Ingenieurwissenschaften und als bedeutender Standort der chemischen Industrie in einer günstigen Ausgangsposition. Inhaltlich wird der Strategieprozess durch einen Koordinierungskreis begleitet,

in dem alle Partner der Initiative vertreten sind (vgl. Seite 11). Jedes Jahr sind im Rahmen des Strategieprozesses „Biotechnologie 2020+“ verschiedene Veranstaltungen geplant. Der Kongress am 8. Juli 2010 bildete den Auftakt.

Ähnliche Highlight-Kongresse, die aktuelle Themen diskutieren, sollen künftig einmal im Jahr stattfinden. Sie dienen auch zur Vorbereitung von Fachgesprächen zu detaillierteren Themen, die jeweils im Herbst des gleichen Jahres stattfinden und die den Forschungs- und Förderbedarf sowie entsprechende Prioritäten innerhalb der nächsten Jahre aufzeigen sollen. Die hierbei erarbeiteten Ergebnisse dienen wiederum als Basis für eine Forschungs- und Entwicklungsroadmap, die die wichtigsten Meilensteine zur Realisierung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren benennt. Darauf aufbauend wird das Bundesforschungsministerium künftige Förderinitiativen entwickeln, für die in den kommenden zehn bis fünfzehn Jahren 200 Millionen Euro zur Verfügung gestellt werden sollen. Neben wissenschaftlich-technischen Lösungsansätzen sollen im Strategieprozess aber auch gesellschaftliche Aspekte und die Anforderungen der Wirtschaft an zukünftige biotechnische Verfahren frühzeitig reflektiert und angemessen berücksichtigt werden.



2. Visionen für die Biotechnologie der Zukunft

Rede von Dr. Helge Braun, Parlamentarischer Staatssekretär im BMBF

Wie will das BMBF die Entwicklung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren vorantreiben? Diese Frage diskutierte Dr. Helge Braun, Parlamentarischer Staatssekretär im BMBF, in seiner Eröffnungsrede zum Auftaktkongress am 8. Juli in Berlin.

„Wer auf offene See hinaus will, sollte den Menschen keinen Bauplan für ein Schiff in die Hand geben, sondern die Sehnsucht nach fernen Inseln wecken.“ Oder wie der französische Schriftsteller Saint-Exupéry es ausdrückte: „Wenn Du ein Schiff bauen willst, dann trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Aufgaben zu vergeben und die Arbeit einzuteilen, sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer.“



Dr. Helge Braun, Parlamentarischer Staatssekretär, Bundesministerium für Bildung und Forschung

In den letzten drei Jahren hat das BMBF Gespräche mit unterschiedlichen Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft über die Biotechnologie der Zukunft geführt. Auch mit den Forschungsorganisationen – mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft, mit Fraunhofer- und Max-Planck-Gesellschaft, Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaft – wurde dabei intensiv gesprochen. Insgesamt hat sich dabei der Eindruck verfestigt: Deutschland bringt gute Voraussetzungen mit, um als Vorreiter eine nächste Generation biotechnologischer Produktionsverfahren zu entwickeln und einzusetzen. Deutschland hat eine starke ingenieurwissenschaftliche Tradition. Nach den USA ist Deutschland zum zweitwichtigsten Produktionsstandort für biotechnologische Erzeugnisse aufgestiegen. Mit über 530 Firmen beherbergt Deutschland die höchste Zahl an Biotechnologieunternehmen in

Europa. Wichtige Anwenderbranchen wie die chemische Industrie greifen die Möglichkeiten neuer und vor allem umweltschonender Produktionsverfahren bereitwillig auf.

Biologie und Ingenieurdisziplinen werden in Zukunft enger zusammenwachsen. Deshalb kümmern wir uns um Fragen wie z. B. die nächste Generation biotechnologischer Verfahren aussehen könnte. Natürlich ist es nicht das BMBF, nicht der Staat, der Innovationen erzeugt. Wir können lediglich Diskussionsprozesse initiieren und moderieren, die richtigen Leute zur hoffentlich richtigen Zeit zusammenbringen. Aus diesem Grund finde ich es außerordentlich bemerkenswert, dass sich die oben genannten großen außeruniversitären Forschungsorganisationen auf ein gemeinsames Memorandum of Understanding zur Entwicklung der nächsten Generation biotechnologischer Verfahren verständigt haben. (vgl. Seite 12) Das BMBF hat hohen Respekt vor der Autonomie der Wissenschaft. Umso mehr begrüßen wir es, wenn sich die Akteure der Forschungslandschaft aus eigenen Stücken darauf verständigen, ein langfristig angelegtes und komplexes Thema arbeitsteilig und gemeinschaftlich aufzugreifen. Ihre Initiative ist ganz im Sinne des Pakts für Forschung und Innovation, der den Forschungsorganisationen finanzielle Planungssicherheit gibt, im Gegenzug aber eine Selbstverpflichtung auf forschungspolitische Ziele wie die Überwindung der Versäulung des Wissenschaftssystems erwartet. Denn wir brauchen eine Bündelung der Forschungsressourcen dort, wo es um die großen Herausforderungen der Zukunft geht: Gesundheit, Klima, Energie.

Neben der außeruniversitären Forschung sind zweifelsfrei auch andere Akteure der Forschungslandschaft unverzichtbar. Deshalb freue ich mich, dass hier auch zahlreiche Vertreter aus Hochschulen und der Wirtschaft anwesend sind. Auch im Koordinierungskreis, der den Strategieprozess wesentlich mitgestaltet, wirken neben Forschungsförderern wie BMBF und DFG sowohl die außeruniversitären Forschungsorganisationen als auch Hochschulvertreter und künftig zusätzlich Wirtschaftsvertreter mit. Der Strategieprozess ist langfristig angelegt. Wir sprechen hier über Produkte und Verfahren, die nicht vor dem Jahr 2020 verwirklicht werden. Die Auftaktkonferenz heute ist der öffentliche Startschuss. Bei dem Strategieprozess geht es darum,

- Visionen für biotechnologische Produktionsprozesse von morgen zu entwickeln,
- FuE-Missionen zur Realisierung dieser Visionen abzuleiten,
- Selbstorganisationsprozesse in der Forschungslandschaft zu initiieren und zu koordinieren,
- Chancen für den Produktionsstandort Deutschland zu erschließen und zu nutzen,
- gesellschaftliche Aspekte frühzeitig zu reflektieren und angemessen zu berücksichtigen.

Ich möchte alle Interessierten herzlich einladen, sich aktiv an der Diskussion über den Weg zu einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren zu beteiligen:

- Was ist notwendig, um die gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu meistern? Welche Trends und ungelösten Probleme stellen die zentralen Herausforderungen an die nächste Generation biotechnologischer Verfahren dar?
- Welche Forschungsfelder und technologischen Entwicklungen sind von Relevanz für derartige Verfahren und sollten gezielt verfolgt werden?
- Welchen Herausforderungen müssen sich Wissenschaft und Wirtschaft in politischer und ethischer Hinsicht dabei stellen? Welche Rahmenbedingungen müssen verändert werden?

Um entsprechende Forschungs- und Entwicklungsprojekte auf den Weg zu bringen und eine Roadmap mit vordringlichen Meilensteinen zu entwickeln, ist Ihr Input gefragt. Dafür werden jedes Jahr verschiedene Veranstaltungen stattfinden:

- Diesem Auftaktkongress werden jährliche Highlight-Kongresse folgen, um offen mit allen Interessierten grundsätzliche Fragen zu diskutieren, den erreichten Stand zu reflektieren und die nächsten Etappen vorzubereiten.
- Jedes Jahr im Herbst werden dann Fachgespräche folgen, um in ausgewähltem Kreis die Themen des Kongresses zu vertiefen und so die Basis für eine Roadmap zu liefern.

Die Themenschwerpunkte von Kongress und Fachgesprächen werden jedes Jahr anders liegen. Dieses Jahr stehen Forschung und Technologie im Vordergrund, nächstes Jahr werden es Anwendungsperspektiven sein, danach auch Fragen nach förderlichen oder hemmenden Rahmenbedingungen.

Die Ergebnisse der Fachgespräche werden für das BMBF und die Forschungsorganisationen ein wichtiger Input sein, um künftige Forschungs- und Förderinitiativen abzuleiten und eigene Prioritäten zu setzen. Für die Forschungsorganisationen und Hochschulen gilt dabei das Angebot, dass strukturbildende Maßnahmen anteilig vom BMBF unterstützt werden können, komplementär zu eigenen Mitteln. Als Forschungsministerium beabsichtigen wir daher über die nächsten 10 bis 15 Jahre zunächst 200 Mio. € für die Entwicklung der nächsten Generation biotechnologischer Verfahren bereit zu stellen.

Die begleitende Innovations- und Technikanalyse wird aktiv nach verborgenen Chancen suchen, aber auch vor unmöglichen Risiken warnen.

Neben den zentral organisierten Veranstaltungen haben Sie auch selbst die Möglichkeit, eigene Initiativen zu ergreifen. Laden Sie die Organisatoren und bereits involvierte Akteure des Prozesses zu sich ein! Die stellen Ihnen sicher gern den Strategieprozess genauer vor und sind gespannt auf Ihre Ideen.

Wir brauchen die Innovationskraft der Wirtschaft, um neue Lösungen auf den Markt zu bringen. Zudem brauchen wir die Kreativität der Wissenschaft. Aus eigener Anschauung und Erfahrung heraus hat Max Planck einmal formuliert: „Eine neue wissenschaft-

liche Wahrheit pflügt sich nicht in der Weise durchzusetzen, dass ihre Gegner überzeugt werden und sich als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, dass die Gegner allmählich aussterben und dass die heranwachsende Generation von vornherein mit der Wahrheit vertraut gemacht ist.“ Ganz so weit würde ich nicht gehen wollen. Aber unbestritten ist wohl, dass man ein neues wissenschaftliches Feld nur mit einer ausreichenden Zahl an wissenschaftlichen Nachwuchskräften aufbauen kann. Heute präsentieren sich bereits einige Nachwuchsforscherinnen und Nachwuchsforscher mit einem Posterstand. Schauen Sie doch in den Pausen einmal vorbei. Ein Besuch lohnt sich!

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses soll künftig ein wichtiges Element des Strategieprozesses sein. Schon heute kann ich Ihnen deshalb ankündigen, dass wir ab dem kommenden Jahr regelmäßig einen Nachwuchspreis verleihen.

„Deutschland bringt gute Voraussetzungen mit, um als Vorreiter eine nächste Generation biotechnologischer Verfahren zu entwickeln und einzusetzen.“



Bei einer Postersession stellten 15 Nachwuchswissenschaftler ihre Forschungsprojekte vor.

Die Kernidee dabei ist, wesentliche Erkenntnisfortschritte und technische Durchbrüche zu prämiieren, die den Weg zu einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren ebnen. Das BMBF wird den Preisträgern eine Nachwuchsgruppe finanzieren, um die bereits bestehenden Kompetenzen zu verstetigen und zu verstärken. Die genauen Modalitäten werden in den nächsten Monaten festgelegt und bekanntgegeben. Neben dem Nachwuchspreis sind weitere Fördermaßnahmen vorgesehen. Die im Anschluss an diese Konferenz im Herbst startenden Fachgespräche sollen der Vorbereitung dieser Fördermaßnahmen dienen.

Um die Diskussion heute hier anzuregen, haben Sie mit den Tagungsunterlagen eine Streitschrift zur nächsten Generation biotechnologischer Verfahren erhalten. Ich hoffe, dass Sie die Streitschrift durchaus emotional diskutieren. Das Streitpapier ist bewusst kein Konsenspapier. Es soll zur Auseinandersetzung, zum Bejahen und Verneinen einladen. Zur Illustration, wohin die Reise einmal gehen könnte, sind in der Streitschrift einige denkbare Visionen beschrieben. Wie stellen Sie sich die Biotechnologie von morgen vor? Was können Sie als Biologe von Ingenieuren lernen und umgekehrt der Ingenieur vom Biologen? Als Arzt sehe ich besonderen Bedarf an der Entwicklung von Ersatzmöglichkeiten für die Funktion der Bauchspeicheldrüse, weil sie vielen Patienten die Nebenwirkungen eines schlecht eingestellten Diabetes ersparen würde. Aber auch die Vision eines universellen Syntheseautomaten klingt reizvoll. Für die Herstellung von Laborreagenzien, für die personalisierte Medizin oder die Herstellung von Feinchemikalien könnte dies eine echte Revolution sein.

„Wie stellen Sie sich die Biotechnologie von morgen vor? Was können Sie als Biologe von Ingenieuren lernen und umgekehrt der Ingenieur vom Biologen?“

Visionen wie diese sind notwendig, damit Deutschland im globalen Wettbewerb weiter an vorderster Spitze mitspielt. Wir verfügen über die entsprechenden Ressourcen, um diese Visionen auf den Weg zu bringen. Wir sind ein Land der Ingenieure. Seit langem.

Und wir verstehen es, diese Tradition für Innovationen zu nutzen – zum Beispiel in der Mikrosystemtechnik. Viele Errungenschaften des Alltags wären ohne die fortschreitende technische Miniaturisierung nicht denkbar. Dies gilt auch für die Medizintechnik und für die Analytik, wenn Sie an Biochips denken. Hier ist Deutschland führend.

Die Deutschen haben aber nicht nur Ingenieure, sondern auch exzellente Chemiker. Nicht zuletzt aus diesem Grund sind wir ein bedeutender Standort der chemischen Industrie. Ich wünsche mir, dass die chemische Industrie auch weiterhin ein Eckpfeiler der deutschen Industrie bleibt. Klar ist allerdings auch: Die Chemie muss grüner werden. Es gilt, weniger gefährliche Stoffe einzusetzen, unerwünschte Nebenprodukte zu vermeiden, mit

Energie sparsamer umzugehen. Viele glauben daher: Die Zukunft der Chemie liegt in der Biologie.

Denn biologische Organismen beherrschen das Kunststück, organische Substanzen hochpräzise zu synthetisieren, und dabei ganz ohne hohe Temperaturen und Drücke auszukommen. Alle Stoffumwandlungen finden bei Normaldruck und Zimmertemperatur statt. Die Natur hat eine breite Palette an Enzymen hervorgebracht, die als hoch effektive und selektive Katalysatoren wirken. Es gilt, diesen Werkzeugkasten der Natur zu nutzen. Mikroorganismen und Pflanzen können mehr Chemie, als der Mensch je brauchen wird.

Das BMBF hat schon frühzeitig die einsetzende Biologisierung der chemischen Industrie unterstützt. Im Jahr 2000 wurde die Förderinitiative „Nachhaltige Bioproduktion“ begonnen. In vier Auswahlrunden wurden 30 Mio. Euro für 30 Projekte bereitgestellt. 2006 folgte dann die Cluster-Initiative „BioIndustrie2021“. Hierfür stellt das BMBF bis 2012 insgesamt 60 Mio. Euro für fünf Cluster zur Verfügung. Diese wurden Anfang 2010 einer Zwischenevaluierung unterzogen. Die international besetzte Jury war von der positiven Entwicklung der Cluster beeindruckt. Eine

Gutachterin sprach gar davon, andere Förderorganisationen wären stolz, wenn sie solche erfolgreichen Förderinitiativen vorzuweisen hätten. Ein solches Lob ermutigt uns natürlich, den eingeschlagenen Weg fortzusetzen. Zum Beispiel mit dem Aufbau eines Bioraffinerie-Entwicklungszentrums, das inzwischen unter der Federführung der Fraunhofer-Gesellschaft in Leuna entsteht, und vom Land Sachsen-Anhalt sowie mehreren Bundesministerien finanziell unterstützt wird.

Hinter all diesen Förderinitiativen steht das Ziel, die Diffusion der Biotechnologie in die Chemie, in den Energiesektor, in die Lebensmittelindustrie sowie weiterer Branchen zu beschleunigen. Diesen Leitgedanken der stärkeren Nutzung biobasierter Verfahren werden wir künftig in der Forschungspolitik noch stärker in den Vordergrund rücken. Im Herbst dieses Jahres wird die Bundesregierung ein Bioökonomie-Programm vorstellen. Dabei handelt es sich nicht allein um ein Programm des BMBF, sondern um eine Forschungsstrategie der gesamten Bundesregierung.

Wenn wir uns die Herausforderungen im 21. Jahrhundert anschauen, dann sind Innovationen dringend erforderlich: Klimawandel, schwindende Rohstoffressourcen, demographischer Wandel, CO₂-neutralen Energieversorgung – um nur einige Probleme der heutigen Zeit zu nennen. Hier müssen wir etwas tun. Ein „Weiter so“ kann es nicht geben. Die Biotechnologie hat das Potential, erheblich zur Stoff- und Ressourceneffizienz beizutragen, auch zur CO₂-neutrale Energieversorgung. Gleichwohl

stehen einer breiten Nutzung der Biotechnologie auch Hürden entgegen:

- Häufig haben herkömmliche petrochemische Verfahren entscheidende Kostenvorteile. Ein Grund dafür ist zum Beispiel der vergleichsweise hohe Aufwand, der für die Aufreinigung biotechnologisch hergestellter Substanzen anfällt.
- Auch bei der Erschließung alternativer Rohstoffquellen gibt es noch viele technische Hürden zu meistern: Noch fehlt es unter anderem an effizienten und kostengünstigen Aufschlussverfahren für Holz, Stroh und andere Lignocellulose-haltige Biomasse, die in großer Menge zur Verfügung stünde.

„Visionen sind notwendig, damit Deutschland im globalen Wettbewerb weiter an vorderster Front mitspielt.“

Eine Vision, die gerade jenseits des Atlantiks für Begeisterung sorgt, ist die synthetische Biologie. Der charismatische Craig Venter heizt dort die Stimmung mit großartigen Versprechen auf. Er träumt von Designer-Mikroben, die das CO₂-Problem lösen.

In Deutschland dagegen wird die synthetische Biologie sehr viel nüchterner diskutiert. Die einen halten sie lediglich für die Fortsetzung der Gentechnik mit etwas ausgefeilteren Mitteln, die anderen sehen den Menschen in einer Schöpferrolle, die ihm nicht zukäme. Lassen Sie mich klar sagen: Bei der synthetischen Biologie kann es nicht um die Schaffung künstlichen Lebens gehen. Vielmehr kann man die synthetische Biologie als einen Baustein auf dem Weg zu neuen Produktionsverfahren sehen: hin zu effizienteren, energiesparenden und umweltfreundlicheren Ansätzen. Diese Perspektive sollte klar im Vordergrund stehen.

Gleichwohl sollten wir etwaige Risiken und unerwünschte Effekte nicht aus den Augen verlieren. Ich begrüße deshalb ausdrücklich die Eigeninitiative von Unternehmen, den Missbrauch von künstlich hergestellten Gensequenzen durch ein Kontrollsystem zu unterbinden. Ich begrüße auch den frühzeitig begonnenen Diskussionsprozess innerhalb der Wissenschaft, der bereits im letzten Jahr in eine gemeinsame Stellungnahme von DFG, acatech und Leopoldina zur synthetischen Biologie gemündet ist. Auf dem Kongress heute gibt es ein Symposium zur synthetischen Biologie, bei dem verschiedene deutsche Akteure ihre Perspektive zu Forschungs- und Anwendungsansätzen darlegen (vgl. Seite 23). Weil das Thema derzeit im In- und Ausland besonders intensiv diskutiert wird, folgt im Herbst ein gemeinsam mit acatech organisierter Workshop, um das Feld der synthetischen Biologie weiter zu explorieren und Konsequenzen für das BMBF abzuleiten.

Heute geht es darum, erste Schritte auf dem Weg zur nächsten Generation biotechnologischer Verfahren zu identifizieren.

Wie wird die Biotechnologie 2020+ aussehen? Die zunehmende Konvergenz von Bio- und Ingenieurwissenschaften, wie sie in der Nanobiotechnologie sichtbar wird, könnte es erlauben, die grundlegenden funktionalen Bestandteile der biologischen Zelle auf technischem Wege nachzuahmen: Die Zelle ist ja so etwas wie ein universelles Reaktionskompartiment, ausgestattet mit aktiven Pumpen, um bestimmte Stoffe hinein bzw. hinaus zu transportieren. Enzyme bewirken als biologische Katalysatoren hoch effiziente Stoffumwandlungen. Um alle zellulären Prozesse anzutreiben, setzt die Natur mit ATP einen universellen Prozessenergieträger ein. Warum sollte man diese funktionalen Grundprinzipien nicht technisch nachahmen können?

Um genau diese Frage wird es in den Workshops heute Nachmittag gehen (vgl. Seite 16). Im Herbst werden die Themen in zweitägigen Fachgesprächen weiter vertieft werden. Bei der Konferenz im nächsten Jahr werde ich dann – so hoffe ich – die ersten Förderinitiativen vorstellen können.

Angesichts der sich ständig eröffnenden neuen Perspektiven und Möglichkeiten durch die Fortschritte bei den biotechnologischen Verfahren werden große Erwartungen geweckt, dass durch Sie die Zukunft in vielen Bereichen positiv gestaltet werden kann. Deshalb vertraut die Gesellschaft Ihnen, meinen sehr verehrten Damen und Herren, auch in schwieriger Zeit umfangreiche, öffentliche Mittel an – in der Gewissheit, dass Sie mit hoher Einsatzbereitschaft und viel Begeisterung am Erfolg arbeiten.



In Berlin waren Vertreter der Forschungsorganisationen und Hochschulen zahlreich vertreten.

3. Engineering Biology: Divide and Conquer

Wissenschaftlicher Eröffnungsvortrag von Prof. Dr. Petra Schwille

Die synthetische Biologie wird von vielen Experten als ein möglicher Pfeiler für die nächste Generation biotechnologischer Verfahren angesehen. Prof. Dr. Petra Schwille von der TU Dresden stellte in ihrem Eröffnungsvortrag die Potentiale dieses Forschungsfeldes vor.

Den wissenschaftlichen Eröffnungsvortrag des Auftaktkongresses hielt Prof. Dr. Petra Schwille, Biophysikerin vom Biotechnologischen Zentrum der Technischen Universität Dresden und Mitglied im Koordinierungskreis des Strategieprozesses. Für ihren Vortrag hatte die Leibniz-Preisträgerin den Titel „Engineering Biology: Divide and Conquer“ gewählt. Schwille bezog sich dabei insbesondere auf die synthetische Biologie und betonte, dies sei kein Modebegriff für Gentechnik, sondern tatsächlich eine neue Denkweise.

Bei der Übertragung von Genen auf Lebewesen – wie etwa Bakterien – stoße die Gentechnik an natürliche Grenzen. Denn Mikroben sind das Ergebnis der Evolution. Die Organismen haben über Jahrmillionen komplexe Kontrollmechanismen und redundante Stoffwechselwege entwickelt, die eine biotechnologische Nutzung erschweren. Die synthetische Biologie hingegen habe einen modularen Blick auf das Leben. Demnach sind Prozesse wie in einer Maschi-

„Unsere persönliche Vision ist es, ein minimales System für eine Zelle zu bauen. Das heißt eine Einheit zu schaffen, die sich selbst teilen und Informationen weitergeben kann.“

ne aus Teilen aufgebaut, die für eine beabsichtigte Nutzung entweder entbehrlich sind oder eben nicht. Petra Schwille definiert synthetische Biologie als das Konstruieren (Engineering) von biologischen Komponenten und Systemen, die so in der Natur nicht vorkommen. Dazu zähle auch das Umkonstruieren bestehender biologischer Elemente. Das Neue an der synthetischen Biologie sei der ingenieurwissenschaftliche Ansatz. Analog zur Computerwelt besteht dieses Konzept aus Schaltmodulen und Programmiersprachen, die in der Weiterentwicklung zunehmend standardisiert und abstrahiert werden können.

Als ein Beispiel für diese Vision nannte Schwille die BioBricks-Initiative des Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston. Genetische Schalter, die nach dem Baukastensystem kombiniert werden können, sind hier in einem Katalog erfasst und können von interessierten Labors bestellt werden. Die BioBricks sind auch zentrales Werkzeug für die Teilnehmer des internationalen Studentenwettbewerbs iGEM. Zu den Vorgehensweisen der synthetischen Biologie zählte Schwille auch die Errungenschaften aus dem Labor von Craig Venter. Sein Team hatte im Mai 2010 berichtet, erstmals ein lebendes Bakterium mit einem synthetischen Genom geschaffen zu haben. Das sei eine beeindruckende technische Leistung, aber dennoch eher ein Nachbau der Natur als die Schaffung etwas komplett Neuen gewesen, kommentierte Schwille. Im zweiten Teil ihres Vortrages erläuterte die Biophysikerin, welche interessanten Perspektiven die synthetische Biologie eröffnet.

Neben der Entwicklung neuartiger Produktionsorganismen für die Biotechnologie gehe es auch darum, grundlegende zellbiologische Prozesse zu verstehen und nachzuahmen. So ist es Schwille und ihrem Team gelungen, die Funktionen von Membranen in der Zelle zu verstehen, und eine minimale Form einer Zellteilung nachzuahmen. Dazu hat Schwilles Team ein selbstorganisierendes System aus zwei farblich unterschiedlich markierten Zellteilungsproteinen konstruiert. Setzt man dieses System in Gang, so entstehen wellenförmige Spiralmuster. Nach Ansicht von Petra Schwille wird das Forschungsgebiet der Mikrofluidik für die Biowissenschaften künftig einen weiteren wichtigen Pfeiler darstellen. Dazu stellte Petra Schwille Arbeiten aus Dresden vor, die kleine Membranvesikel als Reaktionssysteme konstruieren. Damit sollen dann in Chips mit Mikrokanälen winzige Module hergestellt werden, um Teilprozesse lebender Systeme im Labor nachzubauen.

Prof. Petra Schwille von der TU Dresden ist Mitglied im Koordinierungskreis zum Strategieprozess und hielt in Berlin den Eröffnungsvortrag..



4. Der Koordinierungskreis zum Strategieprozess

Der Strategieprozess „Nächste Generation biotechnologischer Verfahren – Biotechnologie 2020+“ ist eine gemeinsame Initiative des BMBF mit der Max-Planck-Gesellschaft, der Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft, der Leibniz-Gemeinschaft und den Hochschulen. Zur Begleitung und Beratung im Strategieprozess wurde ein Koordinierungskreis gegründet, der im nächsten Jahr noch um Vertreter der Industrie ergänzt werden soll.

Die Mitglieder:

Vertreter der Fraunhofer-Gesellschaft

Prof. Dr. Ulrich Buller, Mitglied des Vorstandes der Fraunhofer-Gesellschaft, München
Prof. Dr. Frank F. Bier, Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, Potsdam
Dr. Gabriela Schumann, Forschungsplanung, Fraunhofer-Gesellschaft, München

Vertreter der Helmholtz-Gemeinschaft

Prof. Dr. Andreas Lendlein, GKSS-Forschungszentrum, Teltow
Prof. Dr. Uwe Strähle, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe
Dr. Sören Wiesenfeldt, Forschungsbeauftragter Schlüsseltechnologien, Helmholtz-Gemeinschaft, Berlin

Vertreter der Max-Planck-Gesellschaft

Prof. Dr. Andrei Lupas, Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen
Prof. Dr.-Ing. Kai Sundmacher, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg
Dr. Christiane Walch-Solimena, Generalverwaltung, Max-Planck-Gesellschaft, München

Vertreter der Leibniz-Gemeinschaft

Prof. Dr. Manfred Stamm, Leibniz-Institut für Polymerforschung, Dresden
Prof. Dr. Axel Brakhage, Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie, Jena
Dr. habil. Susanne Holstein, Geschäftsstelle, Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz

Vertreter der Hochschulen

Prof. Dr. rer. nat. Stephanus Büttgenbach, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig
Prof. Dr. Petra Schwille, Technische Universität Dresden, Dresden
Prof. Dr.-Ing. Dirk Weuster-Botz, Technische Universität München, München
Dr. Andreas Strecker, Geschäftsstelle, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Petra Steiner-Hoffmann, BMBF
Dr. Matthias Kölbl, BMBF
Dr. Roman Zimmermann, Projektträger Jülich

5. Beitrag der Forschungsorganisationen und Hochschulen

5.1 Memorandum of Understanding der Forschungsorganisationen

Die Forschungsorganisationen haben sich in einem Memorandum of Understanding auf ein gemeinsames Vorgehen bei der Entwicklung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren verständigt. Im Folgenden das MoU im Wortlaut.

Gemeinsames „Memorandum of Understanding“ der deutschen Forschungseinrichtungen zur „Nächsten Generation biotechnologischer Verfahren – Biotechnologie 2020+ – synthetische Biologie und zellfreie Biotechnologie“

Situation

In den letzten Jahrzehnten hat die Erforschung biologischer Prozesse und deren Übertragung in technische Prozesse zunehmend an Bedeutung gewonnen. Wesentlicher Antrieb dieser Entwicklung ist die Hoffnung, Antworten auf die grundlegenden Fragen nach den Prinzipien des Lebens zu finden und über industrielle Anwendungen schrittweise in eine Gesellschaft der Nachhaltigkeit in der Nutzung natürlicher Ressourcen überzugehen.

Die wegweisenden Fortschritte im Verständnis des Genoms, des Transkriptoms, des Proteoms, des Metaboloms und deren komplexen Wechselwirkungen in der Zelle nähren aber nicht nur diese Hoffnungen. Sie bilden unserer Meinung nach auch eine solide Basis, um die technologische Nutzung dieser Erkenntnisse zur Bewältigung vieler drängender Probleme unserer Zeit mit großem Nachdruck zu betreiben.

Dabei sehen wir zwei Themenbereiche im Mittelpunkt: die erfolgreiche Entwicklung ressourcenschonender und nachhaltiger Prozessabläufe einschließlich der vermehrten Nutzung biobasierter Rohstoffe zur

- effizienteren Herstellung von Grundstoffen für den täglichen Bedarf sowie die
- Entwicklung von neuartigen Verbindungen und Materialien.

Beide werden wesentlich die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft bestimmen. Inwieweit die von biologischen Systemen genutzte Sonnenenergie für den Aufbau von technologischen Prozessabläufen zu verwerten ist, wird in diesem Zusammenhang eine zentrale Fragestellung sein. Ein tieferes Verständnis der Selbstorganisation lebender Systeme ist die Basis für die Entwicklung neuer funktioneller Materialien in den Ingenieurwissenschaften und der Biotechnologie. Gleichzeitig besteht für den Gesundheitsbereich ein großer Bedarf an neuen pharmakologischen Wirkstoffen, um u. a. den Herausforderungen des

demografischen Wandels Rechnung zu tragen. Dabei besteht vor allem die Hoffnung, durch die Entwicklung von neuartigen Verbindungen auf der Basis von Proteinen und niedermolekularen Wirkstoffen, völlig neue Therapiekonzepte und Ansätze bei der Wirkstoffentwicklung sowie der Entwicklung neuer Therapeutika zu etablieren. In der Materialforschung gewinnt der Einsatz nachwachsender Rohstoffe und biomimetischer Konzepte ebenfalls an Bedeutung.

Die derzeitigen Forschungsaktivitäten orientieren sich zwar bereits an diesen Bedürfnissen, aber nur wenige Anstrengungen sind schon so koordiniert und vernetzt, dass der viele Disziplinen umfassenden Problematik im vollen Umfang Genüge getan würde. Auf der anderen Seite sind die Grundlagen zur Bewältigung dieser Herausforderung in den letzten Jahrzehnten erarbeitet worden. Wie die Entwicklung von Methoden der RNA-Interferenz oder auch der Gentransfer mit Hilfe von Agrobakterien zeigen, kann der Weg von der Grundlagenforschung in die Anwen-

dung im Bereich der Biotechnologie sehr erfolgreich sein. Entscheidend für derartige Innovationen ist der Erkenntnisfortschritt, der die Basis für technologische Lösungen bestehender Probleme und Herausforderungen bietet.

In der zellfreien Biosynthese wird in einem auf die molekularen Bestandteile reduzierten Ansatz versucht, effizientere Pro-

duktionsprozesse für die Herstellung funktionaler Biomoleküle und -module zu etablieren, die das Rückgrat der zukünftigen Biotechnologie bilden sollen. Die Verbindung aller beteiligten Forschungszweige untereinander und die Implikationen ihrer Erkenntnisse für die Biotechnologie sind noch weitgehend unbekannt, die daraus möglichen Innovationen nur in Ansätzen erkennbar. Zudem sind die Ingenieurdisziplinen bei weitem noch nicht genügend in die Bearbeitung dieser Themenkomplexe integriert, die für eine technologische Nutzung des bereits heute zur Verfügung stehenden Wissens notwendig ist. Das gilt auch für die Automatisierung und den Anlagenbau, wobei auch hier völlig neue Konzepte entwickelt werden müssen. Essentielle Beiträge sind in den Bereichen Bioprozess und -verfahrenstechnik, Bioanalytik, Biomimetik, Materialwissenschaft sowie in der Mikrosystem- und Nanobiotechnologie zu leisten.

Motivation und Potentiale

Die Aufgabe, das in den letzten Jahren in den Biowissenschaften erarbeitete Wissen und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse für Innovationen zum Nutzen der Gesellschaft und der Wirtschaft verfügbar zu machen, ist mehr als eine mögliche Option: Die industrielle Umsetzung solcher Erkenntnisse zur Schonung der immer stärker ausgebeuteten natürlichen Ressourcen ist die

„Die Rolle der Biotechnologie als Wirtschaftsmotor wird zwar oft beschworen, aber erst eine Bündelung der Kräfte {...} wird die notwendige Dynamik erzeugen.“

gebotene Handlungsweise einer wissensbasierten Gesellschaft angesichts der prognostizierten Verknappung und Zerstörung natürlicher Ressourcen und zur Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen u. a. im Ernährungs-, Energie- und Gesundheitsbereich.

Die Rolle der Biotechnologie als Wirtschaftsmotor wird zwar oft beschworen, aber erst eine Bündelung der Kräfte unter Einbeziehung aller relevanten Disziplinen wird die notwendige Dynamik erzeugen. Insbesondere durch eine engere Einbindung der Ingenieurwissenschaften in neu zu formulierende Konzepte der Lebens- und Materialwissenschaften sollten sich Entwicklungspotentiale von beträchtlichem Ausmaß und Zukunftsfähigkeit erschließen lassen. Die im internationalen Vergleich bestens positionierten Material-, Mikrosystem- und Nanowissenschaften können hier eine wichtige Vorreiterrolle spielen. Zusätzliche Anreize für eine vertiefte Interaktion der bereits in diesem Feld tätigen Forschergruppen, als auch für eine noch stärkere Einbindung anderer Fachbereiche, von der Mathematik und Informatik bis hin zur Chemie und Physik komplexer Systeme, sind ebenfalls notwendig, um die Biotechnologie in die Lage zu versetzen, die ihr zuge dachte Rolle wirklich ausfüllen zu können.

Ziel der Forschungsabstimmung

Das Ziel der Abstimmung der Forschungseinrichtungen untereinander sowie mit den forschenden Hochschulen ist die Vertiefung des inter- und transdisziplinären Dialogs über die Zukunft der Biotechnologie und seine Überführung in fruchtbare Kooperationen. Durch die koordinierte Herangehensweise soll es möglich werden, dass eine breit angelegte Grundlagenforschung im Bereich der synthetischen Biologie und zellfreien Biotechnologie neue Wege der Innovation in der Biotechnologie eröffnet, die

Erkenntnisse der Grundlagenforschung früher in den Innovationsprozess Eingang finden und Lücken in den Grundlagenerkenntnissen, die für diesen Prozess erforderlich sind, identifiziert und frühzeitig durch Initiierung zielgerichteter Forschungsprogramme geschlossen werden können.

Maßnahmen

Die deutschen Forschungsgesellschaften und -gemeinschaften sehen gemeinsam mit Vertretern der Hochschulforschung die Anforderungen an ein koordiniertes Vorgehen für die Entwicklung einer zukunftsfähigen Biotechnologie. Sie wollen ihre Aktivitäten auf diesem Feld vernetzen, bündeln und koordinieren. Gemeinsam unterstützen sie daher die Anstrengungen des BMBF, ein Programm für die „Nächste Generation biotechnologischer Verfahren – Biotechnologie 2020+“ zu entwerfen, das den Anforderungen an ein solches Vorgehen entspricht.

Gezeichnet:

Prof. Dr. Dr. h. c. Hans-Jörg Bullinger,
Fraunhofer-Gesellschaft

Prof. Dr. Jürgen Mlynek
Helmholtz-Gemeinschaft

Prof. Dr. Herbert Jäckle
Max-Planck-Gesellschaft

Prof. Dr. Dr. h. c. Ernst Th. Rietschel
Leibniz-Gemeinschaft

5. Beitrag der Forschungsorganisationen und Hochschulen

5.2 Gesprächsrunde beim Auftaktkongress – eine Zusammenfassung

Wie können sich Forschungsorganisationen und Hochschulen in den Strategieprozess einbringen? Darüber wurde am 8. Juli in einer Gesprächsrunde diskutiert.

Die Teilnehmer (siehe Foto unten: v.l.n.r.):

Karsten Schwanke, Moderator
 Prof. Dr. Achim Bachem, HGF
 Prof. Dr. Ulrich Buller, FhG
 Prof. Dr. Axel Ullrich, MPG
 Prof. Dr. Axel Brakhage, WGL
 Prof. Dr. Dietmar Schomburg, TU Braunschweig

Der Auftaktkongress zum Strategieprozess machte deutlich, dass sich die vier großen außeruniversitären Forschungsorganisationen (Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Max-Planck-Gesellschaft und Leibniz-Gemeinschaft) sowie die Hochschulen aktiv an der Entwicklung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren beteiligen wollen. Dazu hatten sich die Forschungsorganisationen bereits im Vorfeld der Veranstaltung in einem Memorandum of Understanding auf ein gemeinschaftliches Vorgehen in dem Strategieprozess verständigt.

„Es geht uns darum, viele verschiedene Disziplinen zusammenzuführen“, sagte Ulrich Buller aus dem Forschungsvorstand der Fraunhofer-Gesellschaft bei der Vorstellung des Memorandums

am 8. Juli in Berlin in einem Podiumsgespräch, das vom ZDF-Wissenschaftsjournalisten Karsten Schwanke moderiert wurde. Eine Forschungsgesellschaft allein könne bei diesem großem Thema nichts ausrichten, dazu sei eine gemeinsame Zusammenarbeit unerlässlich. „Wir wollen dazu insbesondere das Know-how aus den Ingenieurwissenschaften – etwa die Analytik und die Mikrosystemtechnik – stärker einbringen,“ so Buller.

Achim Bachem, Leiter des Forschungszentrums Jülich, betonte als Vertreter der Helmholtz-Gemeinschaft, es gehe bei der angestrebten engeren Verzahnung der unterschiedlichen Disziplinen vielfach darum, „komplexe Prozesse und Verfahren zu vereinfachen“. Insbesondere bei der Modellierung von Zellvorgängen könnten Expertisen aus der Bioinformatik und Systembiologie, wie sie in vielen Helmholtz-Instituten vorhanden sei, gefragt sein. Zudem muss angesichts der exponentiell ansteigenden Datenflut eine Standardisierung bei der Datensammlung und -verarbeitung entwickelt werden. „Die Gesellschaft braucht Lösungen aus der Forschung, die auf neuen Denkansätzen basieren und nur mit modernsten Forschungswerkzeugen erreichbar sind“, sagte Bachem.

Der renommierte Krebsforscher Axel Ullrich wiederum betonte als Vertreter der Max-Planck-Gesellschaft, dass die Grundlagenforschung wichtig sei, um der Biotechnologie neue Türen zu öffnen. Die wissenschaftliche Infrastruktur in Deutschland sei da-





Achim Bachem von der Helmholtz-Gemeinschaft (li.) sowie Ulrich Buller von der Fraunhofer-Gesellschaft (re.) in der Diskussion.

für gut aufgestellt, wenngleich es hier weiterer Anstrengungen bedürfe, um die Führungsposition auszubauen. Der Strategieprozess sei dabei ein Weg in die richtige Richtung. Bedeutende Fortschritte erwartet der Max-Planck-Forscher etwa bei Zelltherapien und nanobiotechnologischen Ansätzen zur Bekämpfung von Krebs. Er warnte jedoch vor zu hohen Erwartungen: „Viele Visionen, über die wir heute hier sprechen, sind noch sehr futuristisch, und gerade in der Krebsforschung sehen wir, wie lange es dauert, effektive Therapien zu entwickeln.“

Axel Brakhage von der Leibniz-Gemeinschaft unterstrich, wie wichtig es sei, die „Ingenieurwissenschaften noch näher an die Biowissenschaften heranzuholen“. Wichtige Schnittstellen sieht der Direktor des Leibniz-Instituts für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie aus Jena etwa bei der Wirkstoffsynthese und in der synthetischen Biologie. Die Entwicklung eines Baukastensystems, um gezielt gewünschte Biosynthesen durchführen zu können, hält er innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre für realisierbar. Schon heute gebe es beispielsweise in seinem Forschungsinstitut vielversprechende Ansätze, die Mikrofluidik und die Genomforschung miteinander zu verbinden, um nach neuen Wirkstoffen zu fahnden.

Auch Ulrich Buller von der Fraunhofer-Gesellschaft sieht die Mikrofluidik als einen der dynamischsten Forschungstrends innerhalb der Mikrosystemtechnik. Darüber hinaus gebe es bei Fraunhofer bereits viele gelungene Kooperationen zwischen Biologen und Ingenieuren. Er verwies dabei u. a. auf die Entwicklung einer automatisierten Produktion künstlicher Hautmodelle – ein Gemeinschaftsprojekt von vier Fraunhofer-Instituten.

Als weiteres Best-Practice-Beispiel wurde in Berlin der DFG-Sonderforschungsbereich „Vom Gen zum Produkt“ an der Technischen Universität Braunschweig vorgestellt. „Wir versuchen mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden biologische Systeme zu untersuchen, um überflüssige Bereiche zu erkennen und auszu-

schalten“, erläuterte Professor Dietmar Schomburg. Obwohl sich Biologen und Ingenieure dabei immer besser verstehen würden, gebe es insbesondere in interdisziplinären Teams auch immer wieder Schwierigkeiten, etwa zwischen „zielorientierteren Ingenieuren“ und „explorativen Biologen“ bei systembiologischen Fragestellungen, so Schomburg. Wichtig seien deshalb gemeinsame und klar definierte Ziele.

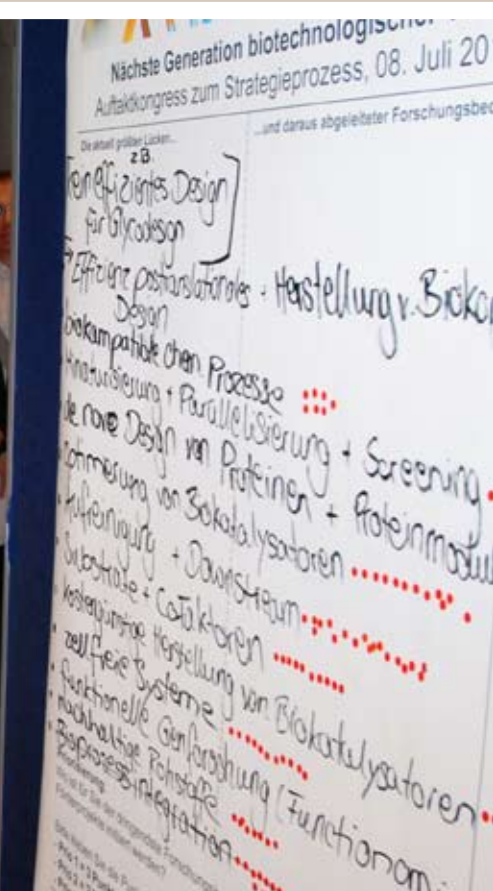
Alle Podiumsteilnehmer waren sich deshalb einig: Der Strategieprozess kann dazu beitragen, dass die Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Biologen künftig noch stärker genutzt wird, um die Entwicklung der nächsten Generation biotechnologischer Verfahren voranzutreiben.



Axel Ullrich als Vertreter der Max-Planck-Gesellschaft (2.v.l.) und Axel Brakhage von der Leibniz-Gemeinschaft (re.) im Gespräch mit Moderator Karsten Schwanke.

6. Die Workshops beim Auftaktkongress





6.1 Ergebnisse aus Workshop 1

Universelle Reaktionskompartimente – Konstruktion von Mikroreaktionsmodulen mit aktiven Transport- und Pumpensystemen

Moderation: **Harald Ostermann**

Impulsreferat: **Dr. Claus Duschl**, Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, Potsdam

Forschungsbedarf: Reaktionskompartimente

Die aktuell größten Lücken hinsichtlich der Schaffung biomimetischer Reaktionskompartimente sahen die Workshop-Teilnehmer

- in der Anpassung von Biomolekülen/Kompartimenten an technische Umgebungen (z. B. Thermostabilität, Life-Cycling-Bewertungstools),
- in der Entwicklung von Reaktionskompartimenten für unterschiedliche Anwendungsbereiche.

Um diese Lücken zu schließen, sahen die meisten Kursteilnehmer die Notwendigkeit darin, biologische Reaktionskompartimente hinsichtlich Aufbau, Dynamik und Funktionsweise zu verstehen und in Modellen abzubilden, um sie anschließend technisch nachahmen zu können. Besondere Bedeutung wurde in diesem Zusammenhang der

- Gewährleistung einer hinreichenden Biokompatibilität von Reaktionskompartimenten,
- der Funktionalisierung mit Komponenten wie Ventilen, Pumpen, Kanäle etc. und
- der Normierung/Standardisierung von Kompartimenten und ihren Komponenten beigemessen.

Forschungsbedarf: Verfahrenstechnik

Neben der Nachahmung von Zellkompartimenten war die Verfahrenstechnik ein Hauptthema während des Workshops. Forschungsbedarf bestehe insbesondere in der Entwicklung

- von Technologien zur gezielten Steuerung von Stoffflüssen, um sie und die darin enthaltenen Moleküle dirigieren, orientieren und gezielt ausrichten zu können (Handhabung),
- neuer Technologien zum Umgang mit auftretenden physikalischen Phasengrenzen (Interfaces) auf fluidischer, elektrochemischer und optischer Ebene,
- einer Produktionsüberwachung im Sinne einer Online-Analytik, um laufende Produktionsprozesse in Echtzeit überprüfen und korrigieren zu können,
- einer 3D-Prozesstechnik, um Produktionsprozesse zukünftig im Raum abbilden zu können.

Im Themenfeld Verfahrenstechnik wurde allgemein auch die Skalierbarkeit von Produktionsprozessen auf industriell relevante Maßstäbe sowie deren Ausrichtung auf optimale Bedingungen hinsichtlich Klimatisierung, Temperaturregelung und Sterilisierung als wichtig erachtet. Es sollte zudem eine einheitliche Plattform zur flexiblen und parallelen Synthese und Steuerung unterschiedlichster Produktionsprozesse entwickelt werden. Ziel müsste es sein, Produktionsverfahren zu entwickeln, die zuverlässig, effizient und preiswert und somit in der Lage sind, sich einen entscheidenden Marktvorteil gegenüber bestehenden Produktionsverfahren zu verschaffen.

Sonstiger Forschungsbedarf:

Die Teilnehmer stimmten überein, dass Arbeiten an der Schnittstelle von Biologie und Technik weiter ausgebaut und befördert werden sollten. Als ein übergeordneter Aspekt wurde daher der Wunsch nach einer verstärkten Förderung von interdisziplinären FuE-Projekten sowie der Bereitstellung von interdisziplinären Studienangeboten genannt. Die oftmals disziplinspezifische Fachsprache von Bio- und Ingenieurwissenschaftlern führte im Verlaufe des Workshops des Öfteren zu erhöhtem Verständigungsbedarf. Allgemein sollte daher die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache mit festgelegten Definitionen gefördert werden, um Kommunikationslücken in der Verständigung zwischen Biologen und Ingenieuren zu überbrücken bzw. zu schließen.

6.2 Ergebnisse aus Workshop 2

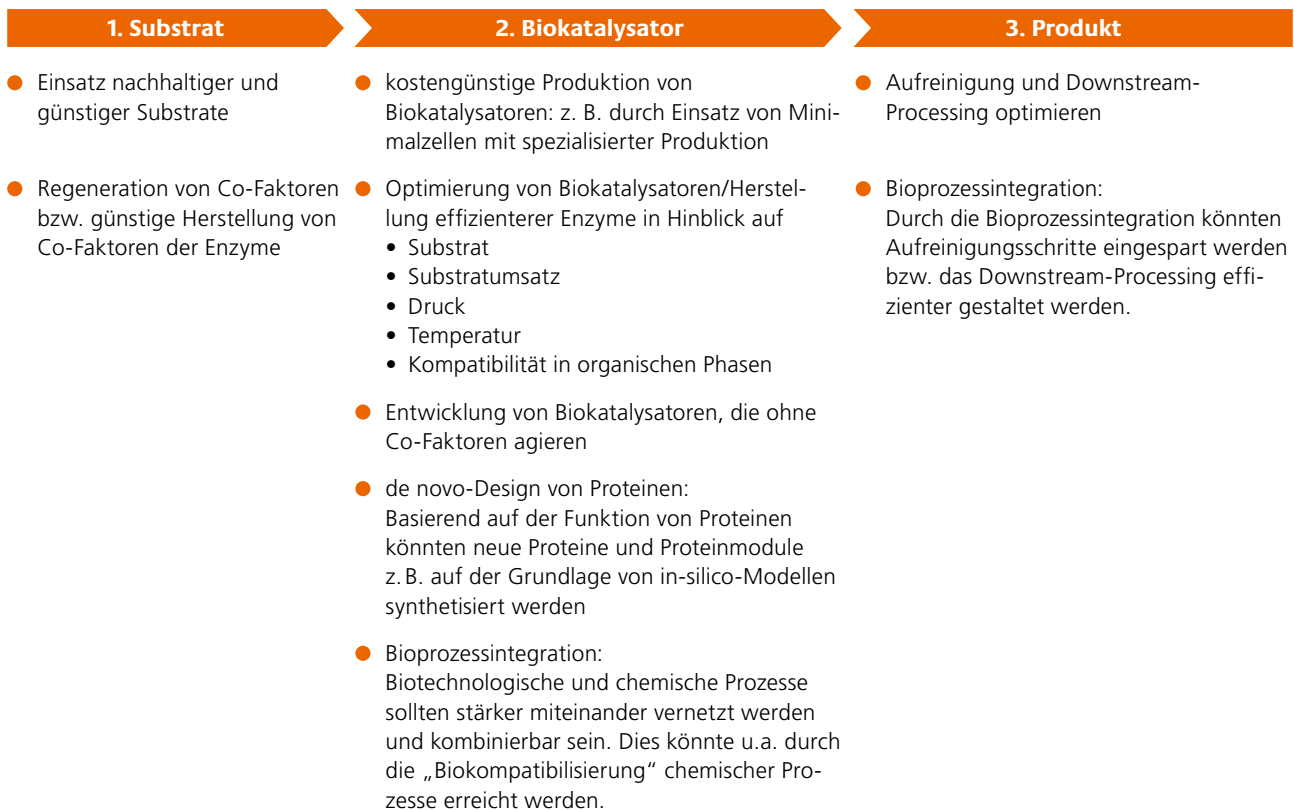
Funktionelle Komponenten

Moderation: **Jana Antosch-Bardohn, Christine Hübner**
 Impulsreferat: **Dr. Daniel Varon Silva**, Max-Planck-Institut
 für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam

Forschungsbedarf: Effizienzsteigerung

Die aktuell größten Lücken sahen die Workshop-Teilnehmer in der Entwicklung funktioneller Komponenten für den großtechnischen Einsatz, die effizienter und kostengünstiger arbeiten.

Eine solche Effizienzsteigerung wurde in drei Bereichen gesehen: Substrat, Biokatalysator und Produkt. Daraus ergab sich im Workshop folgender Forschungsbedarf:



Weiterer Forschungsbedarf:

Des Weiteren kam im Workshop die Nutzung posttranslatonaler Modifikationen zur Sprache. Die Kursteilnehmer wünschten sich eine Effizienzsteigerung im posttranslatonalen Design (z. B. bei der Entwicklung von Glykoproteinen) und eine weitergehende Forschung in der Herstellung von Biokonjugationen, die bei-

spielsweise zur schnellen Identifikation von Krankheitsbildern zum Einsatz kommen könnten. Außerdem sollte nach Ansicht der Workshop-Teilnehmer die Forschung im Bereich Miniaturisierung (z. B. im Bereich der Mikrofluid-Technik) ausgeweitet werden.

6.3 Ergebnisse aus Workshop 3

Bereitstellung von Prozessenergie – ATP aus der Steckdose

Moderation: **Dr. Andreas Hendrich**

Impulsreferat: **Prof. Dr. Frank F. Bier**, Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, Potsdam

Um den Forschungsbedarf im Bereich Prozessenergie zu ermitteln, wurde im Workshop zunächst die Grundproblematik erörtert, die wie folgt aussieht:

ATP ist der Hauptenergieträger sämtlicher zellulärer Prozesse. In der Zelle wird ATP für die grundlegenden energieverbrauchenden Prozesse aller Lebewesen wie z. B. DNA- und Proteinsynthese, der Muskelkontraktion und des Transportes der Nährstoffe genutzt. Durch hydrolytische Spaltung wird ATP in ADP umgewandelt und dabei Energie freigegeben. Das entstandene ADP kann in der Zelle durch Phosphorylierung wieder zu ATP regeneriert werden. Das Enzym ATP-Synthase katalysiert dabei die Reaktion. Für zahlreiche energieabhängige Prozesse ist überdies die Bereitstellung von Reduktionsäquivalenten (z. B. NADH, NADPH) erforderlich.

Die Grundproblematik besteht darin, dass außerhalb eines zellulären Systems stattfindende Prozesse ATP lediglich verbrauchen, jedoch eine ATP-Regeneration bzw. ein -Recycling, wie zellulär durch das Enzym ATP-Synthase katalysiert, technisch noch nicht nachgeahmt werden konnte. Zudem ist die ATP-Herstellung zu kostenintensiv und die benötigte Menge an ATP zu groß, als dass sie für eine großtechnische Produktion in Frage käme. Aufgrund dieser Ausgangslage haben sich im Workshop folgende Forschungsbedürfnisse abgeleitet:

Forschung im Bereich ATP-Synthase / Alternative Energieträger / Energiezufuhr

- Entwicklung einer funktionalen ATP-Synthase im technischen Milieu, die ATP im System regeneriert und so die Versorgung mit einem regenerierbaren Energieträger ermöglicht.
- Auffinden von Alternativen zur ATP-Synthase, die kosteneffizienter in ihrer Produktion sind
- Forschen nach möglichen Alternativen zu ATP als Energieträger

- Neben der Fokussierung auf die interne Energiegewinnung wurde auch die Möglichkeit der Kopplung des Systems an externe Energiequellen genannt, die dem System eine kontinuierliche Energie zuführen könnten.

Vorantreiben der zellfreien Synthese

- Durch die Weiterentwicklung der zellfreien Synthese könnte das Downstream Processing (z. B. bei der Produktion von ATP-Synthase) vereinfacht werden und die Prozesseffizienz erhöht werden.

Scale-up

- Bei allen Forschungsansätzen sollten die Möglichkeiten zum Scale-up voll ausgeschöpft werden.

6.4 Ergebnisse aus Workshop 4

Systemsteuerung – Biomolekulare Mess-, Steuer- und Regeltechnik

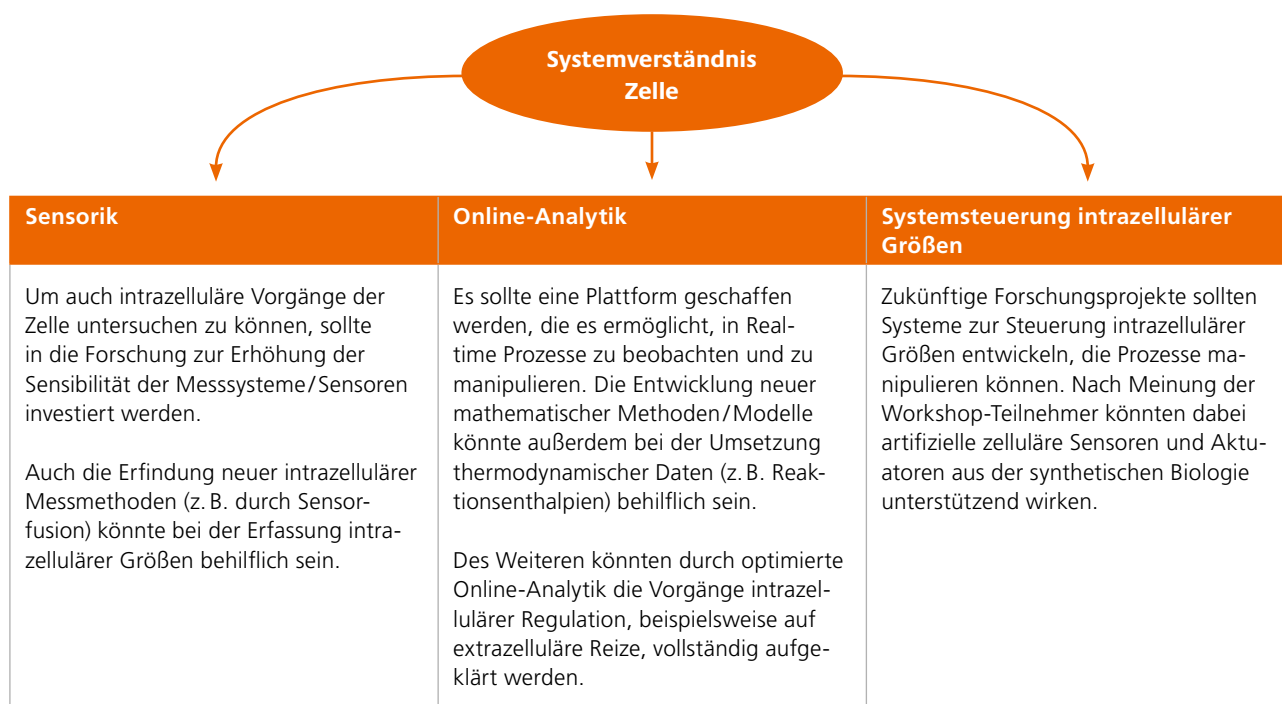
Moderation: **Dr. Heiko Seif**

Impulsreferat: **Dr. Katja Bettenbrock**, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg

Forschungsbedarf:

Ein Großteil der Workshop-Teilnehmer sah den Schlüssel zum Erfolg im erweiterten Systemverständnis der Zelle. Die Zelle sowie ihre Steuerung sollten genauer erforscht und die Ergebnisse der systembiologischen Grundlagenforschung stärker in

produktionsrelevante Prozesse miteinbezogen werden. Um das Systemverständnis der Zelle zu erhöhen, wurden drei Teilaspekte genannt, in denen erweiterter Forschungsbedarf für nötig empfunden wurde:



Weiterer Forschungsbedarf:

- Forschungsbedarf sahen die Kursteilnehmer auch im Bereich der Parametrisierung. Neue Lösungsansätze in dieser Hinsicht könnten Abhilfe bei der Wahl der Bezugsgrößen schaffen, so das Fazit im Workshop.
- Zusätzlich vertraten einige Kursteilnehmer die Ansicht, dass ein erhöhter Forschungsbedarf in der Aufklärung der Mikro- und Nano-Räume zellfreier Systeme bestehe. Hierfür sollten die Forschungsergebnisse einzelner Reaktionskompartimente herangezogen und deren Umsetzung in neue Technologien gefördert werden. In dem Zusammenhang wurde auch die Entwicklung von Minimalzellen angesprochen, welche nur noch vereinzelt die Reaktionskompartimente beinhalten, die für einen zielgerichteten Prozess notwendig sind.
- Auch der verstärkten Analyse von Zellmembraneigenschaften, insbesondere der Eigenschaften von Transportern und Transportphänomenen, wurde im Workshop eine Bedeutung zugemessen, da das hergeleitete Wissen um den Steuerapparat von Transportvorgängen eine von außen gesteuerte aktive Direktion von Transportphänomenen ermöglichen könnte.
- Ferner sprachen sich einige Kursteilnehmer für die Entwicklung und Umsetzung von Datenhaltungsstrategien und Dateiintegrationen aus; es wurde zudem der Wunsch nach einer Standardisierung der Query-Systeme und dem Aufbau einer übersichtlichen Daten-Architektur geäußert.

6.5 Allgemeine Erwartungen der Workshop-Teilnehmer an den Strategieprozess

In allen Workshops wurden die Teilnehmer gebeten, Erwartungen, Wünsche und Hoffnungen an den Strategieprozess zu formulieren. Im Folgenden eine Zusammenfassung der am häufigsten genannten Aspekte.

Das Thema Förderung stand für die meisten Teilnehmer der Workshops im Vordergrund. Sie wünschten sich vor allem:

- eine möglichst geringe Bürokratie,
- Transparenz,
- den Aufbau eines interdisziplinären Netzwerks
- sowie längerfristige Förderinitiativen, um insbesondere in der Grundlagenforschung eine gewisse Kontinuität gewährleisten zu können.

Einige äußerten zudem den Wunsch, dass eine Art „Nachförderung“ ermöglicht wird – vor allem für die Phase zwischen Demonstrationsanlage und Kommerzialisierung. Darüber hinaus sollten Förderungen am Bedarf der Industrie orientiert sein.

Inhaltlich erhofften sich die Workshop-Teilnehmer:

- eine Konkretisierung von Forschungszielen
- sowie Lösungsansätze für „Megatrend“-Probleme in den Feldern Klima, Gesundheitswesen, Ressourcenknappheit und Kreislaufwirtschaft.

Darüber hinaus wurden mehrere Maßnahmen vorgeschlagen, um die informelle, fachliche und persönliche Vernetzung zwischen den Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften zu ermöglichen:

- Die Workshop-Teilnehmer betonten die Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit – sowohl zwischen unterschiedlichen Forschungsdisziplinen und Forschungseinrichtungen, als auch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Dies könnte einerseits über die verstärkte Zusammenführung bereits bestehender interdisziplinärer Arbeitsgruppen geschehen, andererseits aber auch durch gezielte Fördermaßnahmen weiter vorangetrieben werden.

- Gute Möglichkeiten zur Vernetzung sahen die Workshop-Teilnehmer aber auch während und nach der Ausbildung im Studium. So könnten interdisziplinäre Projektarbeiten im Rahmen bestehender Studiengänge gefördert sowie die Ausbildung selbst stärker mit interdisziplinären Arbeitsweisen angereichert werden, etwa durch Studiengänge zum „Biotechnologie-Ingenieur“. Generell wurde gefordert, dass Studierende bereits in der Ausbildung lernen, wissenschaftliches und ingenieurtechnisches Denken zu verstehen und umzusetzen. Eine Rotation zwischen zwei Disziplinen/Hochschulen mit zwei Masterabschlüssen sowie die Förderung von Graduiertenkollegien, um die Zusammenarbeit von Doktoranden unterschiedlicher Fachrichtungen zu stärken, wurde von einigen Teilnehmern ebenfalls als wünschenswert genannt.
- Eine weitere Möglichkeit, um die Vernetzung zu stärken, sahen die Teilnehmer auch durch die Förderung fachübergreifender Aktivitäten auf sozialer Ebene – beispielsweise durch gemeinsame Ausflüge unterschiedlicher Fachbereiche oder gezielte Workshops zum „Community-Building“, um Kollegen anderer Disziplinen auch persönlich besser kennenzulernen. Darüber hinaus sollten aus Sicht der Teilnehmer bestehende Fachgesellschaften sowie webbasierte Kommunikationsmittel in Vernetzungsmaßnahmen miteingeschlossen werden.

6.6 Symposium zur synthetischen Biologie – Zusammenfassung

Angetrieben durch die enormen methodischen Fortschritte bei der DNA-Sequenzierung und bei der Gensynthese ist die Disziplin der synthetischen Biologie in den letzten Jahren in den Blick der Forscherwelt und der Öffentlichkeit gerückt. In einem Satelliten-Symposium zum Auftaktkongress des Strategieprozesses stellten sechs Experten aus akademischer und industrieller Forschung dar, welche Perspektiven und Potentiale sie in der synthetischen Biologie für künftige Anwendungen sehen.

Dr. Frank Notka, Wissenschaftler bei der auf Gensynthesen spezialisierten Firma Geneart AG in Regensburg, sprach über den aktuellen Trend vom Designer-Gen hin zum Design ganzer Genome. Heute sei die Technik soweit, dass Geneart bis zu vier Mio. Basenpaare pro Monat synthetisieren könne, was etwa einem *E.coli*-Bakteriengenom entspricht.

Ein wichtiger Treiber der Entwicklung sei der Preis. Er liegt momentan bei 0,40 Euro pro Basenpaar und wird weiter sinken. Notka sagte, die Akteure aus der synthetischen Biologie müssten sich rechtzeitig über Aspekte der Biosicherheit und klare Regularien Gedanken machen. Die im Gebiet der synthetischen Biologie tätigen Unternehmen haben sich bereits in Verbänden wie dem International Gene Synthesis Consortium (IGSC) sowie der europäischen International Association of Synthetic Biology (IASB) organisiert und sich hier auf gemeinsame Regeln in Umgang mit Genkonstrukten geeinigt.

Eine weitere Herausforderung besteht laut Notka darin, ein funktionierendes IP-Szenario für synthetische Gene zu entwickeln. Hier gebe es noch keine bindenden Regeln.

Geneart, nach eigenen Angaben der Weltmarktführer bei der künstlichen Gensynthese, wurde in diesem Jahr vom US-Konzern Life Technologies übernommen. Notka sagte, Life Technologies habe großes Interesse an der Synthetischen Biologie und wolle nun den Standort Regensburg als sein Technologiezentrum für die Disziplin entwickeln.

Prof. Dr. Oskar Zelder leitet bei BASF in Ludwigshafen die Forschungsgruppe Fermentationsprodukte. Zelder sagte, die synthetische Biologie werde künftig einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung besserer Produktionsstämme von Mikroorganismen leisten. Insbesondere das „Genome Engineering“ könne die Konstruktion neuer Stoffwechselwege durch Kombination von Genen unterschiedlicher Herkunft deutlich beschleunigen. Durch die weiter sinkenden Preise für die DNA-Synthese werde die traditionelle Klonierung zunehmend ersetzt.

Auch wenn die synthetische Biologie ein Spezialbereich etwa bei den Enzymtechnologien sei, so würde diese Disziplin auch neue Märkte schaffen. Das gelte etwa für den Bereich der antimikrobiellen Peptide. Auch für den Bereich der Biotreibstoffe und der biobasierten Chemie sieht Zelder wichtige Anwendungsfelder synthetisch-biologischer Methoden.

Dr. Thomas Reiß vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) in Karlsruhe erläuterte, warum die synthetische Biologie seiner Ansicht nach tatsächlich eine neue Disziplin der Biologie ist. Ziel sei es, biologische Systeme zu konstruieren und zu studieren, die so in der Natur nicht vorkommen. Die synthetische Biologie lasse sich deshalb von der Systembiologie abgrenzen. Die Systembiologie wolle analysieren und verstehen, die synthetische Biologie zusätzlich konstruieren. Während die Systembiologie komplexe biologische Systeme untersucht und nach dem Top-down-Prinzip zu integrieren versucht, richtet sich der reduktionistische Blick der synthetischen Biologie auf künstlich hergestellte biologische Bauteile, die nach dem Bottom-up-



Aus Sicht von Prof. Oskar Zelder könnte die synthetische Biologie die Entwicklung besserer Produktionsstämme von Mikroorganismen vorantreiben.

Ansatz verknüpft werden. Thomas Reiß stellte die Ergebnisse des EU-Projekts TESSY vor, in dem das ISI im Jahr 2007 von 260 Experten die Gegenwart und Zukunft der synthetischen Biologie in Europa bewerten ließ. Die Forschergemeinschaft, die sich zum Gebiet der synthetischen Biologie zählt, sei in den letzten Jahre europaweit deutlich gewachsen.

Die TESSY-Studie hatte allein für Deutschland mehr als 100 Einzelakteure mit Interesse an der synthetischen Biologie identifiziert. Eine Roadmap identifizierte Handlungsbedarf im Bereich der Bioethik, der Standardisierung von genetischen Bauteilen sowie der unklaren Eigentumsrechte und der Open-Source-Problematik. Daraus leitete Reiß folgende Empfehlungen ab: So sei es wichtig, die nationale und internationale Vernetzung voranzutreiben, einheitlicher Richtlinien für die Forschung zu entwickeln (Code of Conduct) und industrielle Aktivitäten im Bereich Biosicherheit anzustoßen und zu unterstützen.

Prof. Dr. Lotte Søgaard-Andersen vom Max-Planck-Institut für Terrestrische Mikrobiologie in Marburg stellte das LOEWE Research Center for Synthetic Microbiology (SYNMIKRO) vor, das derzeit durch Förderung des Landes Hessen für knapp 21 Millionen Euro aufgebaut wird. Dem LOEWE-Zentrum für Synthetische Mikrobiologie gehören Arbeitsgruppen der Universität

und des Max-Planck-Instituts für terrestrische Mikrobiologie an. Søgaard-Andersen betonte, die synthetische Biologie sei derzeit noch vor allem eine Disziplin der Grundlagenforschung. Die Szene sei noch weit davon entfernt, mit genetischen Standard-Bauteilen zu arbeiten, die sich untereinander austauschen lassen.

Prof. Dr. Michael Famulok beschäftigt sich an der Universität Bonn mit der chemischen Biologie und der chemischen Genetik. Seine Arbeitsgruppe entwickelt aus Nukleinsäuren sogenannte Aptamere oder Ribozyme. Sie eignen sich etwa als genetische Schalter (Riboschalter). Synthetische Aptamere sollen auch als Biosensoren, Diagnostika oder zielgerichtete Therapeutika eingesetzt werden. Famulok hat in diesem Jahr auch den Bau von freibeweglichen DNA-Molekül-Bauteilen vorangetrieben. So gelang es, ein Rotaxan zu konstruieren – ein DNA-Molekül mit einem darüber eingefädelt DNA-Ring. Derartige Konstruktionen könnten langfristig die Grundlage für Nanomaschinen sein.

Prof. Dr. Wilfried Weber vom Freiburger Centre für Biological Signalling Studies (BIOSS) erläuterte in seinem Vortrag, wie Ansätze der synthetischen Biologie bei der Bekämpfung von Krankheiten helfen können. Der Forschungszweig habe das Potential, in allen Phasen der Wertschöpfungskette bei der Entwicklung von Medikamenten Impulse zu setzen: Etwa bei der Krankheitsursachenforschung, der Krankheitsprävention, der Steigerung der Therapietreue bei Patienten sowie bei der Suche nach neuen Wirkstoffen.

So konnten durch synthetisch-biologische Verfahren etwa die Wirtswechsel-Historie des SARS-Virus oder die Virulenz der Spanischen Grippe von 1918 studiert werden. Des Weiteren wurden synthetische Polio-Impfstoffe entwickelt, die das Restrisiko einer Impfung noch deutlich senken können. Die Verschmelzung aus Ansätzen der synthetischen Biologie und den Materialwissenschaften werde die Entwicklung von „intelligenten Medikamenten-Depots“ voranbringen, sagte Weber. Er stellte ein neues Zellsystem mit einem konstruierten genetischen Schaltkreis vor, mit dem die Forscher nach neuen Wirkstoffen zur Bekämpfung von Tuberkulose fahnden wollen. Aufbauend auf diesem Verfahren wurde das Schweizer Biotechnologie-Unternehmen Bioversys von der ETH Zürich ausgegründet.



Prof. Wilfried Weber erläuterte, wie die synthetische Biologie bei der Entwicklung von Medikamenten neue Impulse setzen könnte.

7 Diskussion der Visionen für die Biotechnologie der Zukunft

Zusammenfassung der Statements

Beim Auftaktkongress in Berlin ging es auch darum, die Teilnehmer nach ihren Wünschen und Erwartungen an eine nächste Generation biotechnologischer Verfahren zu befragen. In einer

Plenardiskussion, moderiert vom ZDF-Wissenschaftsjournalisten Karsten Schwanke, konnten die mehr als 200 Kongress-Teilnehmer eigene Visionen vorstellen.

Redner	Aussagen/ Anregungen/ Anmerkungen
Vision Frage: Welche Vision haben Sie, wenn Sie sich die Produktion der Zukunft vorstellen? Welche Zukunftsvision stellen Sie sich konkret vor?	
Jens Freitag (Genius GmbH)	<ul style="list-style-type: none"> ● Biomimetik bedeutet Grenzverschiebung in ethischen Fragen <ul style="list-style-type: none"> • aktive Gestaltung von (ethischen) Rahmenbedingungen • aktive Diskussion, Partizipation (wie z. B. Stellungnahmen zur Synthetischen Biologie von acatech, DFG, Leopoldina) aller Interessensgruppen und verstärkte Aufklärung bei vorbelasteten Begriffen der Biotechnologie wie Gentechnik etc. ● Schaffen öffentlicher Akzeptanz und „Begeisterung“ zum Thema Biotechnologie
Prof. Bernd Müller-Röber (Universität Potsdam)	<ul style="list-style-type: none"> ● „Mondlandprojekte“ in der Biotechnologie identifizieren und diese als Zielstellung formulieren. ● Beispiel eines möglichen Förderprojektes: Online-Beobachtung von biochemischen und molekularen Prozessen eines zellulären Systems (naturwissenschaftlicher Ansatz) in Kombination mit aktiver Steuermöglichkeit von außen (ingenieurtechnischer Ansatz) ● Förderung von interdisziplinär (naturwiss./ingenieurtechn./mathem./systembiol.) ausgerichteten Projekten mit langfristigem Zeithorizont
Prof. Volker Sieber (TU München, Fraunhofer IGB)	<ul style="list-style-type: none"> ● Loslösung von der Zelle, da Zelle an sich zu komplex ist, um sie verstehen und beeinflussen zu können, Stichwort: zellfreie Produktion ● Energie aus Solarzellen für die Biokatalyse gewinnen, da effizienter als umgekehrt ● Umsetzung von chemischen Stoffen in Modulen mit Hilfe von biotechnologischen Verfahren (Biologisierung der Chemie)



Am Nachmittag wurde intensiv darüber diskutiert, wie sich die Teilnehmer des Auftaktkongresses die Biotechnologie der Zukunft vorstellen.



Dr. Kristian Müller von der Universität Freiburg mahnte eine stärkere Integration von Forschungsaspekten in die Ausbildung von Studenten an.

<p>Dr. Kristian Müller (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● stärkere Integration von Forschung in die Ausbildung, stärkere Einbindung der Studenten als kommende Generation sowie Förderung von Interdisziplinarität in der Ausbildung ● Entwicklung einer Protozelle notwendig, die wie ein Stecksystem erweitert/verkleinert werden kann.
<p>Prof. Ludger Wessjohann (Leibniz-Institut für Pflanzen- biochemie)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● De-novo-Design von gewünschten Enzymen/Genen (kein einfaches Re-Design) ● Pflanze als wichtigstes Produktionssystem ansehen, da pflanzlicher Anbau am günstigsten. Wichtige Prozesse wie Photosynthese sind in der Natur vorhanden und müssen nur nutzbar gemacht werden: <ul style="list-style-type: none"> • Nachahmung der Natur • Modifizierbare Organismen
<p>Dr. Manfred Kircher (Cluster CLIB2021)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Zelle an Verfahren anpassen und nicht Verfahren an Zelle <ul style="list-style-type: none"> • mehr Grundlagenforschung ● Biotechnologische Verfahren sollten wirtschaftlicher (kostengünstiger) sein <ul style="list-style-type: none"> • u. a. im Bereich Downstream-Processing
<p>Prof. Lotte Søgaard-Andersen (MPI für Terrestrische Mikrobiologie)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● mehr Grundlagenforschung, mehr in Richtung „Minimalzellen“ agieren

Rahmenbedingungen zur Umsetzung der Vision	
Frage: Wenn wir an die Umsetzung denken, was brauchen wir dafür? Ist dafür eine biomimetische Produktionstechnik nötig, wie es in der Streitschrift formuliert ist?	
Prof. Peter Dabrock (Phillips-Universität Marburg)	<ul style="list-style-type: none"> ● Einbringen der breiten Öffentlichkeit in die Ethikdiskussion → Vermeiden von Fehlern wie bei der Grünen Gentechnik ● Integration von ethischen Reflexionen in die Ausbildung integrieren
Prof. Andreas Liese (TU Hamburg-Harburg)	<ul style="list-style-type: none"> ● Integration von Verfahrenstechnik, Chemokatalyse und Biokatalyse ● „hybride Trenntechnik“ → Kopplung von Aufarbeitung und Reaktion ● Die Sicht auf Biotechnologie darf nicht „Bottom-up“ erfolgen, sondern man muss vom idealisierten Produkt aus die benötigten Katalysatoren festlegen.
Dr. Frank Breitling (KIT)	<ul style="list-style-type: none"> ● Die BMBF-Forschungsförderung muss verbreitert werden: → mehr Ausschreibungen für Unternehmen
Dr. Götz Frommer (HTW Berlin)	<ul style="list-style-type: none"> ● Mondlandung in der Genetik → Bau von Genen wird eine Ingenieurwissenschaft <ul style="list-style-type: none"> • Ziel: gemeinsame Denkkultur schaffen und USA einholen (aktuell 2–3 Jahre Vorsprung) • Evolution darf nicht vergessen werden, Gene sind in 100 Jahren anders strukturiert als heute.
Dr. Oskar Zelder (BASF SE)	<ul style="list-style-type: none"> ● Kosten für die synthetische DNA werden sinken → USA hat hier Vorsprung, aber USA fokussiert sich auf Biofuels. <ul style="list-style-type: none"> • Wir müssten uns auf bestimmte Gebiete konzentrieren, z.B. auf Zellproduktion, Synthetisierung von DNA. • Definition „deutscher Stärken“ wie beispielsweise die vorhandene Naturstoffforschung oder die Wirkstoffentwicklung für Pharmazeutika • Umsetzung der Forschung in Produkte → So kann Deutschland in 10 bis 15 Jahren Weltspitze werden.
Prof. Bernd Müller-Röber (Universität Potsdam)	<ul style="list-style-type: none"> ● Massenproduktion mit in-vitro-Biosynthese nicht möglich ● Interaktion der Komponenten in einer Zelle muss erforscht werden <ul style="list-style-type: none"> • mehr Doktorandenprogramme aus der DFG-Förderung und/oder Integration in BMBF-Förderung
Prof. Petra Schwillie (TU Dresden)	<ul style="list-style-type: none"> ● Ingenieure sollten stärker in die Biologie integriert werden, da der umgekehrte Weg schwieriger ist.
Prof. Sybille Gaisser (Hochschule Ansbach)	<ul style="list-style-type: none"> ● Biobricks müssen standardisiert werden, um Nutzung voranzutreiben
Dr. Andre Koltermann (Süd-Chemie AG)	<ul style="list-style-type: none"> ● Problem der endlichen fossilen Rohstoffe → Fokus auf nachwachsende Rohstoffe ● Grundlagenforschung muss anwendungsnäher sein und Ergebnisse schneller umgesetzt werden
Prof. Harald Mathis (Fraunhofer-Institut für angewandte Informationstechnik)	<ul style="list-style-type: none"> ● Beseitigen der Sprachprobleme über Community-Grenzen hinweg ● Mathematik muss mehr gefördert werden, da sie Grundlage der Modellierung ist ● Anmerkung: 80 % der Patente werden ins Ausland verkauft

8. Namensuche

Bislang trägt der Strategieprozess die Bezeichnung „Nächste Generation biotechnologischer Verfahren – Biotechnologie 2020+“. Dies muss nicht so bleiben. Aus diesem Grund wur-

den alle Teilnehmer des Auftaktkongresses gebeten, sich an der Namensuche zu beteiligen, über einige Vorschläge abzustimmen sowie neue vorzubringen. Hier das Ergebnis:

Ranking der Namen

- 1 Synthetische Biologie
- 2 Bio-Ingenieurtechnik
- 3 Modulare Bioproduktion
- 4 Molekulare biologische Produktion
- 4 Technische Bioproduktion
- 6 Mikrobiosystemtechnik
- 6 Biochemische Verfahrenstechnik
- 8 Mikrobiotechnologie
- 9 Biomimetische Produktionstechnik
- 10 Konvergente Bioproduktion
- 10 Progressive Biotechnologie
- 12 Zellfreie Biotechnologie
- 13 Zellfreie Bioproduktion

Folgende Vorschläge wurden neu vorgebracht:

applied Biology – angewandte Biologie
 BIO-InGENieurtechnik
 Bioengineering
 Biomimetische Synthese/Verfahren
 Biosynthetic Engineering
 Biosynthetic Processengineering
 Biosynthetische Verfahrenstechnik
 Biotechnologie Plus
 Ingenieurbiologie
 integrative Biotechnologie
 kombinatorische Biosynthese
 kombinatorische Biotechnologie
 modulare Biologie
 Neue Biotechnologie (2 x genannt)
 skalierbare Bioverfahrenstechnik
 Systembiotechnologie
 technische Biologie



9. Teilnehmer

Jana Antosch-Bardohn, FutureCamp Holding GmbH
 Prof. Achim Bachem, Forschungszentrum Jülich GmbH
 Dr. Günter J. Bauer, Scienion AG
 Tobias Baumann, Universität Freiburg
 Dr. Jens Baumgardt, durakult GmbH
 Prof. Dieter Beckmann, Institut für Bioproszess- und Analysenmesstechnik e.V.
 Dr. Katja Bettenbrock, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme
 Dr. Hans-Michael Biehl, Projektträger Jülich
 Prof. Frank F. Bier, Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik
 Prof. Thomas Bley, Technische Universität Dresden
 Dr. Ljudmila Borissenko, Potsdam Research Network
 Prof. Michael Bott, Forschungszentrum Jülich GmbH
 Prof. Axel Brakhage, Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie
 Dr. Helge Braun, Bundesministerium für Bildung und Forschung
 Dr. Frank Breiting, Karlsruher Institut für Technologie
 Prof. Heinrich Brinck, Fachhochschule Gelsenkirchen
 Dr. Viola Bronsema, BIO Deutschland e.V.
 Prof. Klaus Buchholz, Technische Universität Braunschweig
 Prof. Nediljko Budisa, Technische Universität Berlin
 Prof. Ulrich Buller, Fraunhofer-Gesellschaft
 Prof. S. Büttgenbach, Technische Universität Braunschweig
 Mirine Choi, BIOCOM Projektmanagement GmbH
 Prof. Peter Dabrock, Philipps-Universität Marburg
 Dr. Sebastian Delbrück, BIOCOM Projektmanagement GmbH
 Stefanie Demming, Technische Universität Braunschweig
 Hakan Dortay, Universität Potsdam
 Dr. Claus Duschl, Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik
 Dr. Jürgen Eck, B.R.A.I.N. AG
 Dr. Bruno Eckhardt, Philipps-Universität Marburg
 Michael Ederer, Universität Stuttgart
 Prof. Ralf Einspanier, Freie Universität Berlin
 Dr. Kerstin Elbing, Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V.
 Dr. Claudia Englbrecht, Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V.
 Dr. Wilhelm Erdbrügger, AutoTissue GmbH
 Dr. Lutz Essers, Freie Universität Berlin
 Prof. Michael Famulok, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
 Prof. Rainer Fischer, Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie
 Prof. Erwin Flaschel, Universität Bielefeld
 Dr. Martin Follmann, BIOPRO Baden-Württemberg GmbH
 Prof. Christian Frech, Hochschule Mannheim
 Dr. Jens Freitag, Genius GmbH
 Prof. Karl Friehs, Universität Bielefeld
 Dr. Götz Frommer, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Prof. Sibylle Gaisser, Hochschule Ansbach
 Dr. Karsten Gall, Ionovation GmbH
 Dr. Gunter Gastrock, Institut für Bioproszess- und Analysenmesstechnik e.V.
 Prof. R. Gerardy-Schahn, Medizinische Hochschule Hannover
 Dr.-Ing. Thomas Gietzelt, Karlsruher Institut für Technologie
 Prof. Birgit Glasmacher, Leibniz-Universität Hannover
 Christian Gleisberg, durakult GmbH

Dr. Jörn Glöckler, Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik
 Prof. Peter Götz, Beuth Hochschule für Technik Berlin
 Dr. Philipp Graf, biotechnologie.de
 Dr. Hartmut Grammel, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme
 Dr. Thomas Greiner-Stöfle, c-LEcta GmbH
 Gerrit Gresch, Universität Freiburg
 Dr. Vera Grimm, VDI Technologiezentrum GmbH
 Ines Große, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Dr. Ralf Grote, Cluster Biokatalyse 2021
 Dr. Andreas Guber, Karlsruher Institut für Technologie
 Dr. Christian Hackenberger, Freie Universität Berlin
 Sven Hagen, Universität Freiburg
 Dr. Hugo Hämmerle, NMI – Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen
 Manuel Heidelemer, Student
 Tim Heinemann, Universität Heidelberg
 Dr. Andreas Hendrich, FutureCamp Holding GmbH
 Dr. Dana Hermsdorf, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme
 Prof. Volker Hessel, Institut für Mikro-technik Mainz GmbH
 Prof. Christiane Hipp, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
 Dr. Susanne Hollmann, Universität Potsdam
 Uta Holmer, BIOCOM Projektmanagement GmbH
 Dr. Norbert Holst, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
 Dr. Susanne Holstein, Leibniz-Gemeinschaft
 Christine Hübner, FutureCamp Holding GmbH
 Dr. Bärbel Hüsing, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
 Prof. Karl-Erich Jäger, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Dr. Magnus Jäger, Fraunhofer Institut für Biomedizinische Technik
 Dr. Ernst-Dieter Jarasch, BioRegion Rhein-Neckar-Dreieck e.V.
 Dipl.-Ing. Bozena Jassim, Inbitech e.V.
 Saskia John, Universität Bremen
 Dr. Ralf Jossek, Projektträger Jülich
 Erik Jung, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
 Johannes Kabisch, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
 Dr. Claudia Keil-Dieckmann, durakult GmbH
 Frank Kensy, m2p-labs GmbH
 Dr. Ulrich Kettling, Süd-Chemie AG
 Dr. Sonja Kind, VDI/VDE-IT
 Dr. Manfred Kircher, CLIB2021-Cluster Industrielle Bioechnologie
 Dr. Steffen Klamt, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme
 Andreas Kohn, FutureCamp Holding GmbH
 Dr. Matthias Kölbel, Bundesministerium für Bildung und Forschung
 Dr. Andre Koltermann, Süd-Chemie AG
 Dr. Svetlana König, SIAB-Sächsisches Institut für Angewandte Biotechnologie
 Dr. Jonas Krebs, Universität Potsdam
 Dr. Annette Kremser, Projektträger Jülich
 Dr. Ulrich Krohs, Universität Bielefeld
 Dr. Stefan Kubick, Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik
 Volker Kurz, Karlsruher Institut für Technologie
 Sabine Kuske, BIOCOM Projektmanagement GmbH
 Andreas Lammert, Bundesministerium für Bildung und Forschung
 Dr. Stefan Lampel, Projektträger Jülich
 Dr. Markus Landthaler, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin Berlin-Buch
 Prof. Christine Lang, Organobalance GmbH
 Andreas Lange, Student
 Dr. Katja Leicht, BioÖkonomieRat
 Dr. Karen Lemke, Institut für Bioproszess- und Analysenmesstechnik e.V.
 Dr. Karin Lemuth, Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik
 Prof. Andreas Lendlein, GKSS-Forschungszentrum

Dr. Dierk Lesemann, MCG-Management Consulting im Gesundheitswesen
 Prof. Andreas Liese, Technische Universität Hamburg-Harburg
 Dr. Diana Linke, Leibniz-Universität Hannover
 Dr. Alexander Lucumi, Karlsruher Institut für Technologie
 Ralf W. Maier, Bundesministerium für Bildung und Forschung
 Dr. Boris Mannhardt, BIOCOM Projektmanagement GmbH
 Andy Maraite, Technische Universität Berlin
 Dr. Jörg Martin, Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie
 Prof. V. Martins Dos Santos, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung GmbH
 Eva-Maria Materne, Technische Universität Berlin
 Prof. Harald Mathis, Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik
 Dr. Hedda Merckens, c-LEcta GmbH
 Karin Meyer-Pannwitz, TuTech Innovation GmbH
 Dr. Gisela Miczka, Projektträger Jülich
 Andreas Mietzsch, BIOCOM AG
 Inga Müller, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Dr. Kristian Müller, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Dr. Christian Müller, Bundesministerium für Bildung und Forschung
 Prof. Bernd Müller-Röber, Universität Potsdam
 Dr. Eric Nebling, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie
 Dr. Markus Nett, Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie
 Dr. Thomas Niemann, CIB Frankfurt
 Dr. Claus-Peter Niesert, Merck KGaA
 Jens Niklas, Universität des Saarlandes
 Dr. Frank Notka, Geneart AG
 Dr. Dirk Oberschmidt, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
 Marius Ohnesorge, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Katja Okulla, Fraunhofer-Gesellschaft
 Dr. Jelka Ondruschka, SIAB-Sächsisches Institut für Angewandte Biotechnologie
 Harald Ostermann, FutureCamp Holding GmbH
 Prof. Reinhard Pätz, Hochschule Anhalt
 Dr. Wilfried Peters, BioTM WB GmbH
 Dennis Pleiner, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Dr. Steffen Posner, AutoTissue GmbH
 Lena Prochnow
 Prof. Otto Pulz, Institut für Getreideverarbeitung GmbH
 Prof. Norbert Rübiger, Universität Bremen
 Dr. Nikolai Raffler, Deutsche Forschungsgemeinschaft
 Dr. Kathrin Ralla, Technische Universität Berlin
 Dr. Thomas Reiß, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
 Dr. Liisa Rihko-Struckmann, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme
 Ansgar Rudolph, BioRegion – Landesinitiative Gesundheitswirtschaft
 Dr. Dorothee Runge, HNP Mikrosysteme GmbH
 Dr. Steffen Rupp, Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik
 Prof. Hermann Sahn, Forschungszentrum Jülich GmbH
 Shenay Sali, Technische Universität Berlin
 Prof. Thomas Scheper, Leibniz-Universität Hannover
 Rüdiger Scheumann
 Dr. Cord Schlötelburg, VDE Verband der Elektrotechnik
 Elektronik Informationstechnik e.V.
 Hans-Joachim Schmidt, J&M Analytik AG
 Dr. Doris Schnabel, Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes NRW
 Peter Schneider, FutureCamp Holding GmbH
 Oliver Schnell, BIOCOM Media GmbH
 Alexander Scholz, Technische Universität Berlin
 Prof. Dietmar Schomburg, Technische Universität Braunschweig
 Dr. Daniel Schubart, ConsulTech GmbH
 Prof. Roland Schubert, Hochschule Zittau/Görlitz

Dr. Anja Schöffler, Institut für Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung
 Dr. Gabriela Schumann, Fraunhofer-Gesellschaft
 Dr. Michael Schumm, CureVac GmbH
 Dr. Karsten Schürrie, DECHEMA e.V.
 Karsten Schwanke, Moderator
 Dr. Thomas Schwarz, instrAction GmbH
 Prof. Petra Schwillie, Technische Universität Dresden
 Dr. Heiko Seif, FutureCamp Holding GmbH
 Prof. Dr. Volker Sieber, Technische Universität München
 Dr. Heike Slusarczyk, Projektträger Jülich
 Prof. L. Sagaard-Andersen, Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie
 Sylvia Sparschuh, RWTH Aachen, Büro Berlin
 Dr. Anja Spielvogel, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
 Prof. Georg Sprenger, Universität Stuttgart
 Dr. Jan Stalkamp, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
 Prof. Manfred Stamm, Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.
 Janine Steidelmüller, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
 Petra Steiner-Hoffmann, Bundesministerium für Bildung und Forschung
 Dr. Jutta Steinkötter, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin
 Dr. Martin Stelzle, NMI – Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen
 Dr. Wolfgang Stiege, RINA GmbH
 Prof. Uwe Strähle, Karlsruher Institut für Technologie
 Dr. Andreas Strecker, Deutsche Forschungsgemeinschaft
 Dr. Beate Strehlitz, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
 Dr. Ute Stündl, Analytik Jena AG
 Kathleen Szeker, Studentin
 Prof. Ralf Takors, Universität Stuttgart
 Dr. Thomas Theuringer, QIAGEN GmbH
 Prof. Wolfgang Trommer, Technische Universität Kaiserslautern
 Prof. Kürsad Turgay, Freie Universität Berlin
 Prof. Axel Ullrich, Max-Planck-Institut für Biochemie
 Dr. Daniel Varon Silva, Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung
 Dr. Joachim Venus, ATB Potsdam
 Dr. Joachim Vetter, Deutscher Ethikrat
 Dr. Tanja Vidakovic-Koch, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
 Prof. Hansjürgen Volkmer, NMI – Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen
 Dr. C. Walch-Solimena, Max-Planck-Gesellschaft
 Thomas Waluga, Technische Universität Braunschweig
 Prof. Wilfried Weber, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Jürgen Weinert, Fachgemeinschaft Publizistik
 Dr. Marc-Denis Wernke, acatech
 Dr. Walter Werner, ZETNER BioAgents
 Prof. Ludger Wessjohann, Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie
 Prof. Dirk Weuster-Botz, Technische Universität München
 Prof. Wolfgang Wiechert, Forschungszentrum Jülich GmbH
 Dr. Sabine Wiek, Projektträger Jülich
 Dr. Sören Wiesenfeldt, Helmholtz-Gemeinschaft
 Bernd-Ulrich Wilhelm, bbi-biotech GmbH
 Dr. Astrid Wilke, Zahnärztin
 Dr. Sabine Willscher, Technische Universität Dresden
 Sandra Wirsching, BIOCOM Projektmanagement GmbH
 Dr. Bernd Wirsing, Max-Planck-Gesellschaft
 Dr. Bernhard Wolfrum, Forschungszentrum Jülich GmbH
 Prof. Oskar Zelder, BASF SE
 Prof. An-Ping Zeng, Technische Universität Hamburg-Harburg
 Chenchen Zhu, Universität Heidelberg
 Dr. Roman Zimmermann, Projektträger Jülich
 Prof. W. Zimmermann, Universität Leipzig
 Prof. Haralabos Zorbas, BioTM WB GmbH

9. Ansprechpartner auf einen Blick

Projektmanagement

Dr. Boris Mannhardt

BIOCOM Projektmanagement GmbH
Brunnenstraße 128
13355 Berlin
Tel.: 030 264921-61
info@biotechnologie2020plus.de

Öffentlichkeitsarbeit

Sandra Wirsching

BIOCOM Projektmanagement GmbH
Brunnenstraße 128
13355 Berlin
Tel.: 030 264921-63
presse@biotechnologie2020plus.de

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Dr. Matthias Kölbl

Bundesministerium für Bildung und Forschung
Hannoversche Straße 28-30
10115 Berlin

Projektträger Jülich

Dr. Roman Zimmermann

Projektträger Jülich
Geschäftsbereich Biotechnologie
Fachbereich Strategie (BIO-1)
52425 Jülich
Tel.: 02461 61-3750
ro.zimmermann@fz-juelich.de

Fraunhofer-Gesellschaft:

Dr. Gabriela Schumann

Fraunhofer-Gesellschaft
A1 Forschungsplanung
Hansastraße 27 c
80686 München
Tel.: 089 1205-1124
gabriela.schumann@zv.fraunhofer.de

Helmholtz-Gemeinschaft:

Dr. Sören Wiesenfeldt

Helmholtz-Gemeinschaft
Forschungsbereichsbeauftragter Schlüsseltechnologien
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2
10178 Berlin
Tel.: 030 206329-25
soeren.wiesenfeldt@helmholtz.de

Max-Planck-Gesellschaft:

Dr. Christiane Walch-Solimena

Max-Planck-Gesellschaft
Generalverwaltung
Hofgartenstraße 8
80539 München
Tel.: 089 2108-1477
walch-solimena@gv.mpg.de

Leibniz-Gemeinschaft:

Dr. habil. Susanne Holstein

Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
Geschäftsstelle
Eduard-Pflüger-Straße 55
53113 Bonn
Tel.: 0228 30815-217
holstein@leibniz-gemeinschaft.de

Sie wollen sich über den Strategieprozess informieren? Sie suchen Hintergrundinformationen zu den beteiligten Partnern? Sie möchten an den nächsten Veranstaltungen teilnehmen? Auf der Webseite ...

www.biotechnologie2020plus.de

... finden Sie eine Überblick über alles Wissenswerte zum Strategieprozess. Bei Fragen steht Ihnen das Organisationsteam der BIOCOM Projektmanagement GmbH gern zur Verfügung.

EINE INITIATIVE VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Realisiert durch BIOCOM Projektmanagement GmbH
im Rahmen des Strategieprozesses
„Nächste Generation biotechnologischer Verfahren“

www.biotechnologie2020plus.de