



Nächste Generation biotechnologischer Verfahren

Hintergrund zum Strategieprozess

Pressekontakt:

Dipl.-Journ. Sandra Wirsching
BIOCOM Projektmanagement GmbH
Tel: 030-264921-63
Email: presse@biotechnologie2020plus.de
www.biotechnologie2020plus.de

Die Herausforderungen

Klimawandel, schwindende Rohstoffressourcen, demographischer Wandel, Energieversorgung und globaler Wettbewerb gehören 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 nun 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 Abhängigkeit heutiger Herstellungsmethoden von der Produktionseinheit Zelle zu überwinden, um eine industrielle Nutzung auch unter unnatürlichen Reaktionsbedingungen wie hohen Temperaturen, hohen Drücken oder apolaren Lösungsmitteln zu ermöglichen. 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 (Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft) sowie den Hochschulen hat sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) auf ein gemeinsames Vorgehen verständigt, um Chancen für den Produktionsstandort Deutschland zu erschließen und zu nutzen. Deutschland ist mit seinen starken 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. Jedes Jahr sind im Rahmen des Strategieprozesses „Biotechnologie 2020+“ verschiedene Veranstaltungen geplant. Dazu gehört ein jährlicher Highlight-Kongress, der aktuelle Themen diskutiert und Fachgespräche zu detaillierteren Themen vorbereitet, die jeweils im Herbst des gleichen Jahres stattfinden. Diese dienen als Basis für eine Forschungs- und Entwicklungsroadmap, die die wichtigsten Meilensteine zur Realisierung einer nächsten Generation biotechnologischer Verfahren benennt. Zur Umsetzung von FuE-Missionen, die in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren entwickelt werden, stellt das BMBF rund 200 Millionen zur Verfügung. Neben den wissenschaftlich-technischen Herausforderungen sollen im Strategieprozess auch gesellschaftliche Aspekte frühzeitig reflektiert und angemessen berücksichtigt werden.

Mehr Informationen: www.biotechnologie2020plus.de

Die Visionen

In den Feldern Medizin, Umwelt, Industrie und Energie gibt es verschiedene Beispiele, wie eine nächste Generation biotechnologischer Verfahren einmal aussehen könnte, die mit bisherigen Methoden noch nicht oder nur unzureichend umgesetzt werden können.

Beispiel 1:

Zukunftsvision Medizin: künstliche Bauchspeicheldrüse

Die Idee: Derzeit werden Millionen von Diabetes-Patienten mit Insulin behandelt, das seit 1982 mithilfe von gentechnisch veränderten Bakterien hergestellt wird. Insulin ist damit das erste biotechnologisch produzierte Medikament und stellte damals einen erheblichen Fortschritt dar. Trotz der Verbesserungen ist die Therapie mit Insulin aber auch heute noch mit Aufwand verbunden: Die Patienten müssen ständig ihren Blutzucker-Spiegel überwachen und sich das Medikament rechtzeitig spritzen. Das ließe sich künftig ändern. So könnten Diabetiker ein technisches Implantat erhalten, welches den Blutzucker-Spiegel automatisch überwacht, Insulin eigenständig aus Vorstufen des Blutes produziert und bedarfsgerecht ins Blut abgibt. Darüber hinaus reifen aber auch zunehmend biotechnologische Ansätze: So sind molekulare Prothesen denkbar, die als eingekapselte Zellen mit einem speziell ausgestatteten genetischen Schaltkreis in den Körper implantiert werden und dort beispielsweise den Blutzucker messen und regulieren können.

Die Herausforderungen: Viele Punkte sind bei der Entwicklung einer künstlichen Bauchspeicheldrüse noch nicht ausgeglichen, aber eine Reihe von einzelnen Teilen eines solchen Implantats sind bereits technisch machbar. Bei der Integration der einzelnen Komponenten zu einem funktionierendem Ganzen besteht noch der größte Forschungsbedarf. Darüber hinaus ist noch offen, inwieweit eine eigenständige Insulinproduktion durch die Implantate überhaupt möglich ist. Generell stellt sich auch die Frage, welche Fortschritte in der regenerativen Medizin künftig erzielt werden, die wiederum Implantate überflüssig machen könnten. Die biotechnologischen Ansätze, die in Richtung molekulare Prothese gehen, sind ebenfalls noch nicht ausgereift. Sie werden derzeit beispielsweise zur Einstellung des Harnsäure-Pegels entwickelt, sind aber noch sehr experimentell und müssen ihre Übertragbarkeit auf den Menschen noch unter Beweis stellen. Insbesondere beim ersten Schritt – der Ausstattung von Zellen mit bestimmten genetischen Schaltkreisen – besteht noch ein großer Forschungsbedarf. Das Etablieren derartiger regulatorischer Netzwerke nach dem Baukasten-Prinzip steckt noch in den Kinderschuhen und ist eines der Themen, die in der synthetischen Biologie noch weiter erforscht werden müssen. Unklar ist zum Beispiel, wie stabil derartige Schaltkreise sein können.

Beispiel 2:

Zukunftsvision Energie: Photosynthese-Chip

Die Idee: Aktuelle Prognosen sagen voraus, dass sich der globale Energiebedarf bis 2030 mehr als verdoppeln wird. Eine der größten Energiequellen überhaupt – das Sonnenlicht – wird dabei erst ansatzweise über Solarzellen genutzt. Die Photosynthese wandelt CO_2 mit Hilfe der Sonnenenergie in speicherfähige chemische Verbindungen um, die zum Aufbau komplexer energiereicher organischer Verbindungen genutzt werden. Die biologische Photosynthese erreicht dabei theoretisch viel höhere Wirkungsgrade (ca. 35 Prozent) bei der Nutzung der Lichtenergie als heutige Solarzellen (ca. 20 Prozent). Als eine Art Stromgenerator der Zukunft sind beispielsweise künstliche Photosynthese-Chips denkbar, in denen natürliche Lichtsammelkomplexe mit technischen Bauteilen zur Stromerzeugung kombiniert und genutzt werden können. Bisher arbeiten Forscher unter anderem an der Farbstoff-Solarzelle oder Nachbau eines Schlüsselenzyms der Photosynthese.

Die Herausforderungen: Auch wenn noch reichlich Forschungsbedarf besteht, so haben erste Modelle von Farbstoffsolarzellen inzwischen ihren Weg auf den Markt gefunden. Noch tüfteln mehrere Unternehmen und Forschungseinrichtungen aber daran, die Farbstoffsolarzellen robuster zu machen und ihren Wirkungsgrad zu erhöhen. Hinsichtlich der Erforschung des Photosynthese-Enzym Rubisco haben die Wissenschaftler schon erste Schritte geschafft. Nachdem die Entstehungsweise des Enzyms verstanden ist, soll das komplexe Eiweiß nun an einigen Stellen so verändert werden, dass es häufiger CO_2 fixiert und seltener Sauerstoff umsetzt – es also effektiver wird. Ein solches Enzym-Tuning könnte langfristig dazu beitragen, alternative Verfahren zur Energiegewinnung zu entwickeln.

Beispiel 3:

Zukunftsvision Umwelt: Knappe Rohstoffe recyceln

Die Idee: Phosphor ist für den Menschen unersetzlich. Ihm verdanken Zähne und Knochen ihre Festigkeit, Nervenzellen und Muskeln sind auf Phosphor angewiesen, die Erbgutmoleküle werden von ihm zusammengehalten. Das Element Phosphor giert danach, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Nicht zuletzt aufgrund dieser Bindungsfreudigkeit ist Phosphor ein unentbehrlicher Bestandteil von Biomolekülen und kommt meist als Phosphat vor, bei dem das Phosphoratom von Sauerstoffatomen umhüllt ist. Dieses Phosphat zählt wiederum zu den wichtigsten Grundstoffen von Mineraldüngern in der Landwirtschaft. Da die Weltreserven an Phosphor jedoch begrenzt sind, ist Phosphat ein zunehmend knapper Rohstoff. Industriegesellschaften müssen sich deshalb über eine Wiederverwertung Gedanken machen. Ein Weg besteht darin, Phosphat aus Abwässern zu recyceln, da hier sehr große Mengen Phosphat enthalten sind. Biotechnologische Ansätze könnten beim Recycling als Alternative zu bekannten chemischen Verfahren neue Lösungen eröffnen. Weiterhin ist denkbar, dass zellfreie Verfahren hier noch ein noch größeres Effizienzpotenzial erschließen können.

Die Herausforderungen: Noch gibt es kein etabliertes biotechnologisches Verfahren, dass sich für die Phosphat-Rückgewinnung eignet. Denkbar ist eine Kombination chemischer und biologischer Verfahren. Die größte Herausforderung bei der Phosphat-Rückgewinnung besteht darin, Konzepte vom Labormaßstab in die großtechnische Nutzung zu überführen. Um den aus dem Klärschlamm gewonnenen Dünger zu akzeptablen Preisen im Markt anzubieten, müssen diese Verfahren deshalb ein entsprechendes Kosten-Nutzen-Verhältnis vorweisen und zuvor in Pilotanlagen getestet worden sein, um eine mögliche Integration in bestehende Anlagen zu ermöglichen.

Beispiel 4:

Zukunftsvision Industrie: Modularer Werkzeugkasten

Die Idee: Schon heute tragen biotechnologische Verfahren in der Industrie dazu bei, ressourcenschonender und umweltfreundlicher zu arbeiten. So ist deutlich weniger Energie vonnöten, wenn Enzyme als Katalysatoren zur Herstellung von Chemikalien genutzt werden. Gleichzeitig können dadurch sogar oft höhere Mengen als mit klassischen chemischen Verfahren produziert werden. Viele Enzyme können bislang allerdings noch nicht allen, in der chemischen Industrie vorhandenen Bedingungen standhalten – etwa hohen Temperaturen oder nichtwässrigen Lösungen, wie sie bei der Herstellung der meisten Chemikalien zur Anwendung kommen. Darüber hinaus sind Biomoleküle meist kompliziert aufgebaut, verhältnismäßig groß und haben nur eine begrenzte Lebensdauer. Das macht die industrielle Herstellung oft schwierig und aufwendig. Langfristig ist deshalb eine neue Generation an Biokatalysatoren denkbar, die auch unter nicht-physiologischen Reaktionsbedingungen effizient arbeitet. Gleichzeitig könnten die Ingenieurwissenschaften biotechnologische Verfahren noch stärker beeinflussen: So sind in Zukunft womöglich Synthese-Automaten möglich, die ähnlich wie Roboter auf eine Vielzahl standardisierter Mikroreaktionsmodule zurückgreifen, in denen technisch optimierte Enzyme definierte Syntheseschritte durchführen.

Die Herausforderungen: Eine der größten Herausforderungen bei der Entwicklung von Mikroreaktionsmodulen, die nach dem Baukasten-Prinzip zusammengesetzt werden, besteht in der Standardisierung. Nur so ließen sich verschiedene Mikroreaktionsmodule beliebig kombinieren und für verschiedene Syntheserouten nutzen. Gleichzeitig müssen diese Systeme auch industrietauglich sein und entsprechende Synthesen im großen Maßstab unter industriellen Bedingungen ermöglichen. Denkbar ist dabei, dass miniaturisierte modulartige Produktionsanlagen den biotechnologischen Prozess bereits im kleinen und damit kostengünstigen Maßstab unter Produktionsbedingungen etablieren. Später würde je nach Bedarf der notwendigen Produktionskapazitäten die Miniproduktionsanlage durch die Parallelschaltung mehrerer Module schrittweise erweitert oder reduziert werden können. Die Entwicklung von standardisierten Verfahren ist auch bei der Etablierung von biologisch aktiven Molekülen, die mit technischen Systemen oder Oberflächen verbunden sind, noch eine große Herausforderung. Zugleich müssen Testsysteme und Hochdurchsatz-Screening-Verfahren entwickelt werden, um zu neuartigen Biokatalysatoren zu kommen, die auch nicht-physiologischen Reaktionsbedingungen standhalten können. Hier muss die Konvergenz aus Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik und Biochemie noch ausgereifere Systeme hervorbringen.