

STRATEGIEN UND GESCHÄFTSMODELLE IN DER INDUSTRIELLEN BIOTECHNOLOGIE

In der jüngeren Vergangenheit sind erhebliche Fortschritte in der industriellen Biotechnologie erzielt worden. Mit zunehmendem Reifegrad der Technologie gewinnen marktnahe Weiterentwicklungen und die Kommerzialisierung der Ergebnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten an Bedeutung. Hierbei stellen sich zahlreiche Fragen: Welche industriellen Aktivitäten finden aktuell in diesem Bereich statt? Wie positionieren sich die Unternehmen aus den unterschiedlichen Branchen? Welche Bedeutung haben kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in den Wertschöpfungsketten?

Unter industrieller Biotechnologie versteht man die Nutzung moderner bio-, insbesondere gentechnologischer Verfahren in der industriellen Produktion. Sie spielt vor allem in der chemischen Industrie und den von ihr belieferten Branchen eine wichtige Rolle (Kasten). In den letzten zehn Jahren hat sich die industrielle Biotechnologie besonders dynamisch entwickelt:

- Wissenschaftlich-technische Durchbrüche haben es ermöglicht, die Produktivität und Ausbeute biotechnischer Verfahren zu steigern und viele biotechnische

Prozesse in der industriellen Produktion fest zu etablieren.

- Die industriellen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten haben in Deutschland und international stark zugenommen. Viele Chemieunternehmen schreiben der industriellen Biotechnologie mittlerweile eine zentrale Rolle für die künftige Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit ihres Unternehmens zu und haben strategische Schwerpunkte in der Biotechnologie gesetzt. Die Diffusion in nachgelagerte Branchen hat begonnen.
- Auch in der deutschen und europäischen Forschungs- und Inno-

ventionspolitik stellt die industrielle Biotechnologie einen wichtigen Schwerpunkt dar.

Biotechnische Verfahren weisen große Potenziale im Hinblick auf Ressourcen- und Energieeffizienz auf. Erhebliche Potenziale liegen in der Einsparung fossiler Energieträger und der Minderung von Treibhausgasemissionen. Allerdings können biotechnische Verfahren nicht per se als umweltfreundlich und nachhaltig gelten. Negative Umweltauswirkungen können vor allem im hohen Flächen- und Wasserverbrauch sowie in der Eutrophierung und Versauerung von Gewässern als Folge der landwirtschaftlichen Produktion der Rohstoffe liegen.

Ziel des Innovationsreports »Weiße Biotechnologie« ist es, den aktuellen Wissens- und Diskussionsstand zu wissenschaftlich-technischen sowie ökonomischen Aspekten zu dokumentieren und Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte der industriellen Biotechnologie vertiefend zu analysieren. Daraus sollen Handlungsoptionen abgeleitet werden, wie die Potenziale der industriellen Biotechnologie in Richtung einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung noch besser ausgeschöpft werden können.

Im Folgenden werden die aktuellen Aktivitäten in Deutschland bei anwendungsnahen (FuE-)Tätigkeiten näher beschrieben. Diese Aktivitäten haben in den letzten Jahren mit zunehmendem Reifegrad der industriellen Biotechnologie erheblich an Bedeutung gewonnen und stellen eine entscheidende Stufe vor der Markteinführung und Kommerzialisierung biobasierter Produkte dar.

INDUSTRIELLE BIOTECHNOLOGIE

Industrielle Biotechnologie wird häufig auch als »Weiße Biotechnologie« bezeichnet. Darunter versteht man die Nutzung moderner biotechnologischer Verfahren in der industriellen Produktion. Typische *Produkte* sind Massen-, Fein- und Spezialchemikalien, Werkstoffe und Polymere, Lebensmittel, Getränke und Lebensmittelzusatzstoffe, Futtermitteladditive und Vorstufen für Pestizide.

In biotechnischen *Produktionsverfahren* finden (bio-)chemische Stoffumwandlungen von meist biomassebasierten Rohstoffen in die gewünschten Zwischen- und Endprodukte statt. Dementsprechend spielt die industrielle Biotechnologie vor allem in nasschemischen Prozessen der chemischen Industrie, in den Branchen Lebens- und Futtermittel, Getränke, bei der Papier/Zellstoff- und Lederherstellung sowie in der Textilveredelung eine Rolle.

Diese Stoffumwandlungen werden durch *Produktionsorganismen* oder Enzyme, d.h. aus Organismen isolierte Bio-Katalysatoren, bewirkt. Bei den Produktionsorganismen kann es sich um Bakterien, Pilze, Algen sowie tierliche oder pflanzliche Zellkulturen handeln. Meist wird in industriellen Produktionsverfahren auf eine kleine Anzahl verschiedener Produktionsorganismen zurückgegriffen, deren Stoffwechsel häufig mit Hilfe gentechnischer Verfahren für den jeweiligen Produktionsprozess optimiert wurde (sogenanntes »metabolic engineering«).

INDUSTRIELLE AKTIVITÄTEN BEI MASSEN-CHEMIKALIEN

Bei der Produktion von Fein- und Spezialchemikalien weist die industrielle Biotechnologie in vielen Fällen kompa-

rative Vorteile gegenüber chemischen Synthesen auf, die in höherer Spezifität und Produktausbeuten sowie weniger Nebenprodukten liegen. Dementsprechend wurden die wirtschaftlichen Potenziale der industriellen Biotechnologie auch zunächst in diesen Bereichen ausgelotet. Deutschland weist hier besondere wissenschaftlich-technische Stärken und internationale Standortvorteile auf.

Biotechnische Produktionsverfahren für großvolumige, aber niedrigpreisige Massenchemikalien – auch Grund- oder Bulkchemikalien genannt – basieren bisher zumeist auf »alten« fermentativen Verfahren, die sukzessive optimiert wurden, und sind auf wenige Produktgruppen (v.a. organische Säuren und Alkohole) begrenzt. Ermöglicht durch den technologischen Fortschritt wird nun zunehmend ausgelotet, inwieweit sich die industrielle Biotechnologie auch zur Herstellung von Bulkchemikalien, die bislang petrochemisch produziert wurden, aus Biomasse eignet. Zu den favorisierten Produkten zählen Polymerbausteine wie Milchsäure oder Propandiol, Plattformchemikalien wie Ethanol und Bernsteinsäure oder (Bio-)Polymere wie Polyhydroxyalkanoat (PHA) und Polymilchsäure (PLA). Die industriellen Aktivitäten haben in diesen Bereichen erheblich an Dynamik gewonnen, was sich an der wachsenden Zahl von Produktionsstätten bzw. Pilot-/Demonstrationsanlagen ablesen lässt. Anhand von Firmenankündigungen lassen sich weltweit derzeit 18 operierende oder geplante Produktionsstätten für biotechnologisch hergestellte Massenchemikalien identifizieren (Stand November 2011). Die Größen der Produktionsstätten variieren dabei je nach Produkt. Bei Ethylen sind die Jahresproduktionskapazitäten mit bis zu 350 Kilotonnen (kt) am größten, während bei Bernsteinsäure die meisten Anlagen zwischen 10 bis 20 kt produzieren. Insgesamt sind die Produktionskapazitäten bei biotechnisch hergestellten Massenchemikalien dennoch als gering einzustufen. Beispielsweise

beträgt der Anteil der operativen Produktionskapazitäten von 600 kt »Bioethylen« etwa 0,4 % an der geschätzten Weltproduktion von ca. 142.000 kt Ethylen im Jahr 2010. Dieses Beispiel zeigt, dass es noch ein weiter Weg bis zur Erreichung eines Marktanteils von rund 10 % von Biochemikalien am gesamten Markt für Massenchemikalien ist, den Studien für den Zeitraum 2020 bis 2025 für Basischemikalien erwarten.

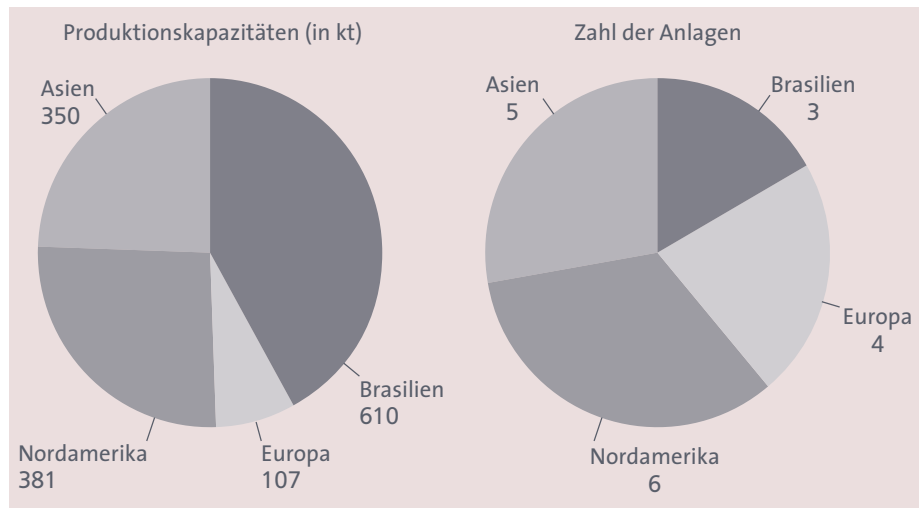
Bei der geografischen Verteilung der Produktionskapazitäten zeigt sich ein relativ ausgewogenes Bild (Abb. 1). Sowohl in Europa, Asien und Nordamerika als auch in Brasilien werden Produktionsanlagen aufgebaut bzw. geplant. Brasilien hat, bedingt durch den Bau von drei sehr großen Anlagen für Ethylen, derzeit den weltweit größten Anteil an Produktionskapazitäten, während in Europa lediglich vier deutlich kleinere Anlagen existieren bzw. geplant sind.

KOOPERATIONEN UND GESCHÄFTSMODELLE

Eine Voraussetzung für die weitere dynamische Entwicklung der indus-

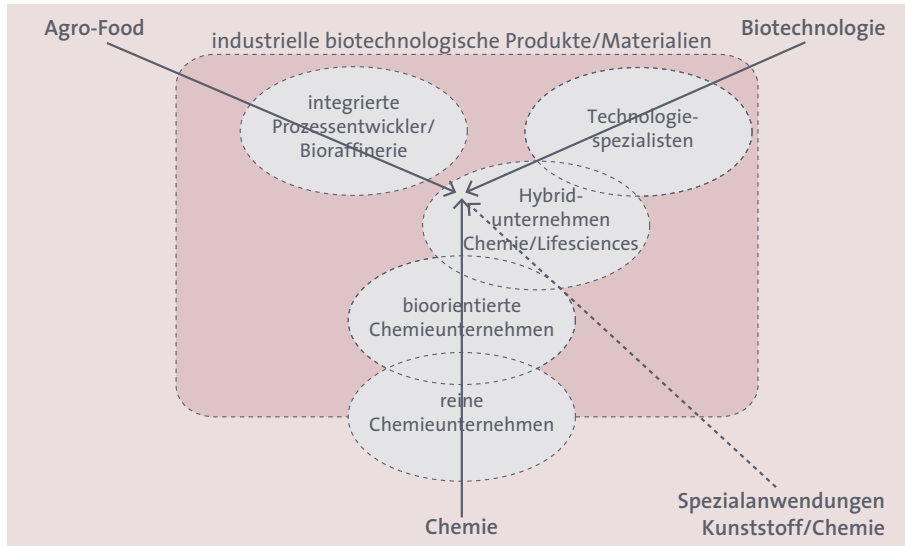
triellen Biotechnologie ist neben dem Meistern technologischer Herausforderungen die Entwicklung von geeigneten Geschäftsmodellen und -strategien. In den anderen Teilbereichen der Biotechnologie haben bereits prägende Entwicklungen stattgefunden: In der medizinischen (»roten«) Biotechnologie gibt es zahlreiche forschende Unternehmen, die auf die Entdeckung neuer Wirkstoffe und -prinzipien und die frühen Phasen der Pharmarentwicklung spezialisiert sind und bei der Markteinführung von Therapeutika mit großen Pharmaunternehmen kooperieren oder von diesen übernommen werden. In der landwirtschaftlichen (»grünen«) Biotechnologie haben sich hingegen weitgehend wenige große Agro-Chemieunternehmen durchgesetzt. In der industriellen (»weißen«) Biotechnologie zeigt sich demgegenüber bislang eine diversifizierte Unternehmenslandschaft, in der mit Geschäftsmodellen und -strategien offenbar noch experimentiert wird, ohne dass sich bereits ein dominantes Modell herauskristallisiert hätte. Bei der Erforschung und Entwicklung von Produkten und dem Aufbau von Produktionsanlagen für

ABB. 1 VERTEILUNG DER OPERIERENDEN UND GEPLANTEN PRODUKTIONSANLAGEN VON BIOTECHNOLOGISCH PRODUZIERTE MASSENCHEMIKALIEN NACH STANDORTEN



Eigene Darstellung

ABB. 2 AKTEURSTYPEN DER INDUSTRIELLEN BIOTECHNOLOGIE



Eigene Darstellung

biotechnologisch produzierte Chemikalien sind Unternehmen v.a. aus den folgenden Bereichen aktiv (Abb. 2):

- > **Integrierte Prozessentwickler/Bioraffinerien:** Diese sind v.a. Unternehmen mit einem Hintergrund aus dem Agro-Food-Bereich, die Expertise in enzymatischer Konversion und mikrobieller Fermentation besitzen (z.B. Cargill, ADM, Tate&Lyle, Roquette).
- > **Technologiespezialisten:** Diese Unternehmen verfügen v.a. über biotechnologisches Know-how in der Enzymherstellung (z.B. Novozymes, Genencor) oder sind jüngere Hightechunternehmen (z.B. Brain).
- > **Hybridunternehmen Chemie/Lifesciences:** Diese Unternehmen besitzen sowohl eine interne Biotechnologie- als auch Chemie«kultur» (z.B. DSM, Du-Pont, Evonik).
- > **»Bioorientierte« Chemieunternehmen:** Diese Unternehmen setzen mittelfristig auf biotechnologische Produkte, haben aber ihr Know-how noch vorrangig in der Chemie (z.B. Braskem, Solvay, Dow, Rhodia, Archema).

- > **Reine Chemieunternehmen:** Diese Unternehmen (z.B. EXXON Mobil, Eastman BASF) führen kaum eigene biotechnologische Aktivitäten durch, sondern kooperieren mit anderen Unternehmen im Bereich der biobasierten Produkte. Das vorrangige Ziel ist es, ein umweltfreundlicheres Design der Produkte als bisher zu erreichen. Falls biotechnologische Verfahren hier als vielversprechend eingeschätzt werden, werden sie in eigene Abläufe integriert.

Wenn man die Kooperationen zwischen den »Unternehmenstypen« genauer betrachtet, lassen sich unterschiedliche Kooperationsformen finden: Es kooperieren Partner aus allen drei Bereichen (Agro-Food; Biotechnologie; Chemie oder anderes Anwendungsfeld), zumindest aber Partner aus zwei dieser Felder. Es lassen sich dabei zwischen fast allen genannten Unternehmenstypen Kooperationsbeziehungen feststellen. Denn in der Regel ist die Kombination des Wissens unterschiedlicher Akteure notwendig, um eine effiziente biobasierte Wertschöpfungskette aufzubauen.

Neben diesen Entwicklungen lassen sich auch zunehmend Aktivitäten von Unternehmen in Branchen, die dem klassischen Chemiebereich nachgelagert sind, beobachten. So sind die Reifenhersteller Goodyear und Michelin jeweils mit Technologiespezialisten Kooperationen eingegangen für die biotechnische Herstellung von Isopren, einer biochemischen Vorstufe vieler Naturstoffe, u.a. des Reifenmaterials Kautschuk. Gerade diese Diffusion der industriellen Biotechnologie in neue Anwendungsfelder führt zu einem Kooperationsbedarf zwischen Akteuren, die bislang nicht miteinander in Verbindung standen.

ROLLE DER KLEINEN UND MITTELSTÄNDISCHEN UNTERNEHMEN

Welche Rolle spielen nun kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in der industriellen Biotechnologie? Für die Bulkchemikalien kommt ihnen aufgrund des hohen Kapital- und Ressourcenbedarfs in der Regel nur die Rolle des FuE-Dienstleisters oder Zulieferers zu. In anderen Bereichen, z.B. bei Fein- oder Spezialchemikalien, sieht dies anders aus. Die Bedeutung von dedizierten Biotechnologie-KMU mit Schwerpunkt auf industrielle Anwendungen nimmt sowohl absolut als auch relativ in der Biotechnologiebranche zu. Die Zahl der Unternehmen ist im Fünfjahreszeitraum von 2006 bis 2010 von 36 auf 56 gestiegen (www.biotechnologie.de). Ihr gesamter Umsatz hat sich von 50 Mio. Euro auf 143 Mio. Euro nahezu verdreifacht. Damit haben sie an allen in der Biotechnologie tätigen dedizierten Unternehmen einen Anteil von rund 10 %, beim Umsatz sind es rund 6 %, jeweils mit steigender Tendenz.

Bei den KMU der industriellen Biotechnologie lassen sich je nach strategischer Positionierung verschiedene

Geschäftsmodelle identifizieren. Unterschieden werden können Dienstleister mit Haupttätigkeit in der Auftragsforschung, Technologieanbieter mit eigenen Plattformtechnologien sowie Produktentwickler und -hersteller mit fertigen Produkten und Prozessen für mögliche Anwender. Bisher befinden sich die meisten Neugründungen und KMU an einer frühen Position der Wertschöpfungskette. Sie sind sehr forschungsnah, häufig aus Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen hervorgegangen und meist im Bereich der Dienstleister und Technologieanbieter angesiedelt. In einigen Fällen lässt sich eine Weiterentwicklung hin zu hybriden Geschäftsmodellen mit Dienstleistungs- und Produktionsaktivitäten beobachten. Eine solche Ausweitung der Aktivitäten könnte dazu beitragen, das Marktpotenzial biotechnologischer Produkte künftig besser auszuschöpfen. Spezialisierte KMU könnten insbesondere diejenigen innovativen Produkte und Dienstleistungen anbieten, die für Großunternehmen aufgrund der begrenzten Marktgröße unattraktiv sind. Allerdings lässt sich

bislang nicht absehen, ob es tatsächlich zu deutlichen Veränderungen in der gesamten Branche kommen wird. Denn erstens haben die KMU meist wenig Erfahrung mit der Maßstabsvergrößerung von Produktionsprozessen, und es bestehen häufig Finanzierungsengpässe bei Investitionen in größere Produktionsanlagen. Zweitens verfolgen längst nicht alle Unternehmen eine offensive Wachstumsstrategie. Indizien sprechen dafür, dass ein signifikanter Anteil der Unternehmen lediglich ein organisches Wachstum anstrebt, indem über interne Finanzierung der Forschung und Entwicklung operationales Einkommen erreicht wird. Dieses operationale Einkommen reicht in der Regel nicht für eine deutliche Ausweitung der Aktivitäten aus.

FAZIT UND AUSBLICK

Die industrielle Biotechnologie befindet sich auf einem Wachstumspfad und entwickelt sich auch in bisher erst wenig erschlossenen Segmenten wie der Produktion von Bulkchemikalien oder

Kunststoffen positiv. Die Ausweitung der Aktivitäten stellt die Unternehmen allerdings vor neue Herausforderungen bei der Bildung von strategischen Kooperationen und der Entwicklung von Geschäftsmodellen. Es zeigt sich ein zunehmend ausdifferenziertes Bild von Akteuren und Kooperationen, das aber lediglich eine Momentaufnahme darstellt. Noch ist nicht abzusehen, wohin sich die Industriestruktur letztlich weiterentwickeln wird.

Ein entscheidender Faktor hierfür dürfte der tatsächliche und langfristige Vorteil in Bezug auf umweltbezogene Nachhaltigkeitsparameter sein. Diese stehen im Mittelpunkt der weiteren Analysen zum Innovationsreport »Weiße Biotechnologie«, der im Frühjahr 2012 vorgelegt werden wird.

KONTAKT

Dr. Bärbel Hüsing
0721 6809-210
baerbel.huesing@isi.fraunhofer.de