

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,  
Energie, Verkehr und Landesentwicklung

[www.hessen-biotech.de](http://www.hessen-biotech.de)

HESSEN



# Bioökonomie in Hessen

Auf dem Weg in die Wirtschaftsform der Zukunft



© Thomas Ernsing/Hessen schafft Wissen



TECHNOLOGIELAND  
HESSEN

Vernetzt. Zukunft. Gestalten.



# Inhalt

Vorwort	4
Bioökonomie – Wirtschaftsform der Zukunft	5
Wissensbasierte Bioökonomie – nachhaltige Wertschöpfung für Hessen	8
Die hessische Bioökonomie: hervorragende Ausgangsbedingungen	9
Wirtschaft: vier Technologiefelder sind zentral	10
Beschäftigung und Umsatz: Chemie und Pharma haben die größte Bedeutung	18
Verarbeitungstiefe: Hessen bietet die gesamte Wertschöpfungskette	19
Infrastruktur – Drehscheibe für Wissen und Waren	19
Forschung und Lehre	23
Neue Produktionsprozesse, Wertschöpfungsketten und Wirtschaftsmodelle	25
Potenziale für Wachstum und Beschäftigung	27
Potenziale für Nachhaltigkeit und Klimaschutz	28
Innovationsfreundliche Rahmenbedingungen	28
Ausblick	29
Eckdaten der hessischen Bioökonomie	30

## Vorwort



Sehr geehrte Damen und Herren,

die Endlichkeit fossiler Rohstoffe, der Klimawandel und das weltweite Bevölkerungswachstum stellen unsere Gesellschaft vor große Herausforderungen. Lösungsansätze bietet unter anderem die industrielle Biotechnologie. Sie ermöglicht es, Rohstoffe aus Neben- und Abfallströmen zu gewinnen, Stoffkreisläufe zu schließen und chemische durch biotechnologische Prozesse zu ersetzen. Die industrielle Nutzung dieser Methoden kann einen wichtigen Beitrag zu nachhaltigem Wirtschaften, zu Klima- und Ressourcenschutz leisten. Die Bioökonomie vernetzt traditionelle Industrien und treibt Innovationen an. Bisweilen wird schon von einer Biologisierung der Industrie gesprochen.

Hessen als traditionell starker Chemie- und Pharmastandort ist besonders gut für diesen Wandel gerüstet. Die industrielle Biotechnologie als Schlüsseltechnologie einer biobasierten Wirtschaft ist hier schon heute sehr gut etabliert. Die Unternehmen und Forschungseinrichtungen verstehen die Herausforderung als Chance und liefern vielversprechende Lösungen für den Wandel von fossilen zu biobasierten Wertschöpfungsketten. Die in dieser Broschüre gesammelten Daten und Fallbeispiele geben einen Eindruck von dem enormen Potenzial und von der wirtschaftlichen Bedeutung der Bioökonomie in Hessen.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

A handwritten signature in black ink that reads "Tarek Al-Wazir". The signature is written in a cursive style.

**Tarek Al-Wazir**

Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Landesentwicklung

# Bioökonomie – Wirtschaftsform der Zukunft

Die Bioökonomie ist die wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen.<sup>1</sup>

Für ihre Verwirklichung ist es notwendig, „mit Forschung und Innovation einen Strukturwandel von einer erdölbasierten hin zu einer nachhaltigen biobasierten Wirtschaft zu ermöglichen, der mit großen Chancen für Wachstum und Beschäftigung verbunden ist.“<sup>2</sup>

Noch basiert die Weltwirtschaft überwiegend auf der Nutzung und Verarbeitung von fossilen Rohstoffen wie Öl, Gas und Kohle. Aus ihnen entstehen beispielsweise Treibstoff für den privaten und öffentlichen Verkehr, Kunststoffe für verschiedene Anwendungen von der Verpackung über Brillengestelle bis zu Autoteilen, Tablettenwirkstoffe und elektrischer Strom. Gewiss ist aber, dass aus Gründen des Klimaschutzes und der Ressourceneffizienz eine Abkehr von fossilen Rohstoffen notwendig ist. Eine fossilbasierte Wirtschaft ist nicht nachhaltig und damit auch nicht zukunftsfähig. Deshalb haben 2015 der G7-Gipfel und die Klima-Konferenz in Paris die Dekarbonisierung der Wirtschaft, also den möglichst vollständigen Verzicht auf fossile Rohstoffe, bis zum Ende des 21. Jahrhunderts gefordert.

Als Wirtschaftsmodell der Zukunft ist die Bioökonomie zu betrachten, die auf nachhaltige Weise Treibstoffe, Kunststoffe, Pharmaka und Energie liefern kann. Die Bioökonomie ist dabei weit mehr als ein Komplex aus Forschung und Technologie, Rohstoffen und Verwertung. Als vernetztes System erfordert die Bioökonomie das Entstehen neuer Wertschöpfungsketten und damit den Wandel ganzer Industriebranchen. In diesem Verständnis

werden nicht nur aus technologischer Perspektive Branchengrenzen überschritten, sondern interdisziplinär völlig neue Grundlagen der wirtschaftlichen Wertschöpfung gebildet. Nur so können neue Konzepte für einen nachhaltigen und klimaschonenden Umgang mit Ressourcen und Produkten realisiert werden.

Die Erfordernisse der Bioökonomie sind im europäischen Konzept einer wissensbasierten Bioökonomie<sup>3</sup>, in der deutschen Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030<sup>4</sup> und im hessischen Positionspapier zur Bioökonomie<sup>5</sup> formuliert worden. Sie beziehen sich auf ein Wirtschaftsmodell, das von biobasierten Rohstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie marinen Ressourcen ausgeht, die klimaneutral erzeugt und recycelt werden können. Zusätzliche Rohstoffquellen ergeben sich aus der Nutzung von Abfallströmen und dem Schließen von Stoffkreisläufen. Auch CO<sub>2</sub> selbst kann als Kohlenstoffquelle wiederverwertet und mit klugen Technologien in den Stoffstrom integriert werden.

1 Definition des Bioökonomierats der Bundesregierung  
<http://www.biooekonomierat.de/biooekonomie.html>;  
aufgerufen am 25.1.2017

2 <http://www.biooekonomierat.de/biooekonomie.html>;  
aufgerufen am 25.1.2017

3 *New Perspectives on the Knowledge-Based Bio-Economy, Conference Report, Europäische Kommission, Brüssel (2005)*

4 [https://www.bmbf.de/pub/Nationale\\_Forschungsstrategie\\_Biooekonomie\\_2030.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Nationale_Forschungsstrategie_Biooekonomie_2030.pdf)

5 „Bioökonomie in Hessen – Positionen. Nachhaltiges Wirtschaften mit wissensbasierter Bioökonomie“, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, Juni 2016

## Bioökonomie heute

Land- und forstwirtschaftliche Produkte sind bereits in vielen Industriebereichen als alternative Rohstoffquellen etabliert. Um eine Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion zu vermeiden, werden, wo immer möglich, nicht essbare Biomasse und Reststoffe biotechnologischer Verfahren genutzt. Biobasierte Produkte der chemischen Industrie basieren schon heute auf Cellulose, Stärke, Zucker und pflanzlichen Ölen. Diese werden mittels biotechnologischer und chemischer Verfahren verarbeitet. Die vom Volumen her weltweit bedeutendsten biobasierten Produkte sind Bioethanol, das biotechnologisch aus Stärke und Zucker für den Treibstoffsektor erzeugt wird, sowie Zellstoff, den die Papierindustrie aus Holz gewinnt. Weitere etablierte biobasierte Chemieprodukte sind zum Beispiel Waschmittel, Seifen, Lacke, Klebstoffe und neuerdings auch Kunststoffe, wobei biotechnologische und chemische Verfahren bei der Herstellung kombiniert werden. Volumenmäßig klein, aber durch hohe Wertschöpfung gekennzeichnet sind Pharmaprodukte, von denen einige ausschließlich biobasiert und biotechnologisch verfügbar sind.

In der volumenmäßig bedeutenden Grundchemie, in der sie direkt mit fossilen Rohstoffen konkurrieren, sind biobasierte Produkte häufig nicht wettbewerbsfähig. Das liegt an den im Vergleich zu fossilen Rohstoffen noch deutlich höheren Rohstoff- und Verfahrenskosten.

Forschung und Entwicklung konzentrieren sich deshalb darauf, einerseits die Produktionskosten für biobasierte Grundchemikalien zu senken und andererseits solche biobasierten Feinchemikalien zu erzeugen, deren chemische Synthese aufwendig und kostenintensiv ist.

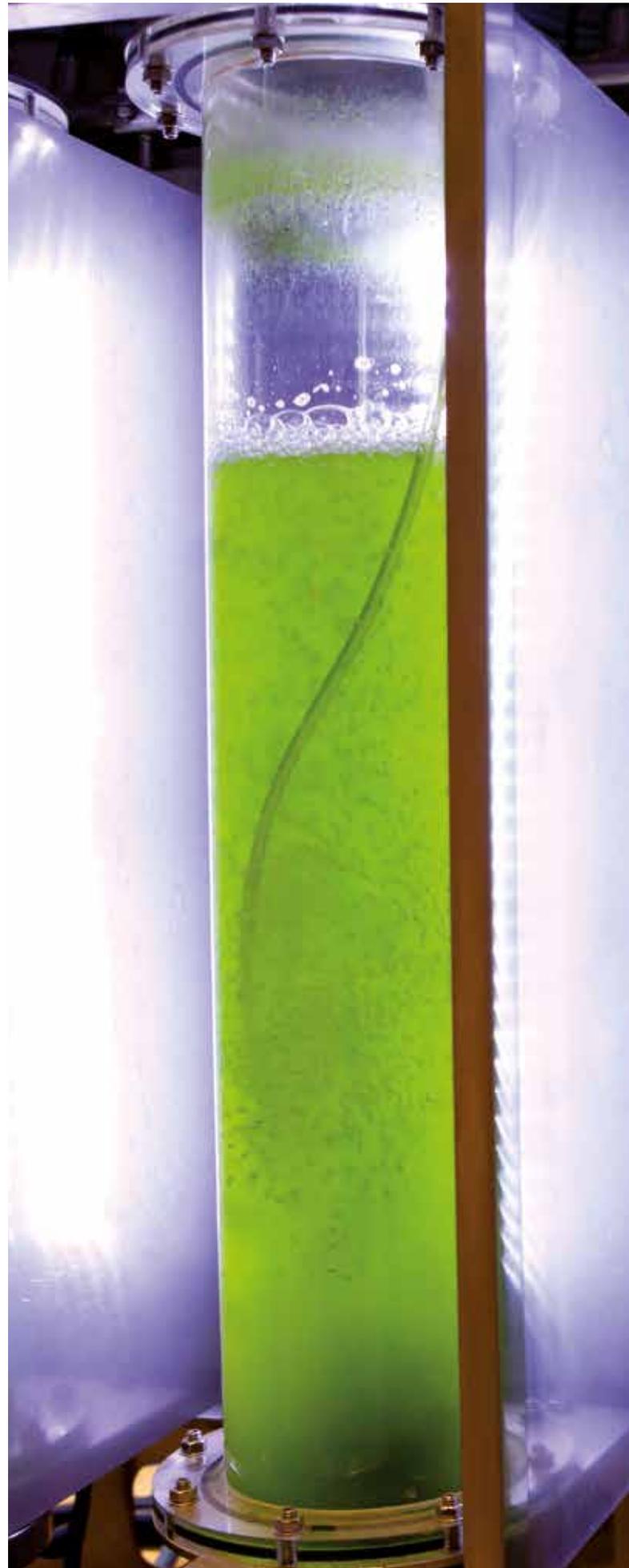
Biotreibstoffe und Bioenergie werden durch die Gesetzgebung besonders gefördert. Die wesentliche Motivation dafür ist der Klimaschutz, denn von der Umstellung des Energie- und Mobilitätssektors auf erneuerbare Kohlenstoffquellen wird eine erhebliche Reduktion der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emission erwartet. Allerdings benötigt dieser Sektor schon heute beträchtliche landwirtschaftliche Anbauflächen und für die Zukunft wird ein weiterer Zuwachs erwartet. Daher besteht die Gefahr, dass einerseits neue Flächen durch das (Brand-)Roden von Regenwald bereitgestellt, andererseits bestehende Anbauflächen für Futter- und Lebensmittel verdrängt werden. Zudem führt intensiver Anbau zu einem hohen Verbrauch an Wasser und Düngemitteln. Vor dem Hintergrund eines zunehmenden biobasierten Rohstoffbedarfs und einer gleichzeitig wachsenden Weltbevölkerung wird deshalb intensiv an der Erschließung nicht essbarer Rohstoffquellen wie Lignocellulose (Stroh, Holz) und Rest- und Abfallstoffen sowie an der Verwertung von Abgasen als Kohlenstoffquelle geforscht.



## Bioökonomie morgen

In einer etablierten Bioökonomie wird sich das Rohstoffspektrum erheblich gewandelt haben: Lignocellulose kann zu Treibstoff und Chemieprodukten verarbeitet werden und erste Produktionsanlagen werden in Betrieb sein. Damit werden land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe industriell zugänglich, die nicht in Konkurrenz mit der Lebensmittelversorgung stehen und heute kaum oder gar nicht genutzt werden. Auch die industrielle Verarbeitung mariner Ressourcen, etwa Algen, zu Energieträgern und hochwertigen Produkten der Feinchemie (Hautpflege, Schmierstoffe u. a.) ist möglich. Durch die Umwandlung von Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Wasserstoff aus Abgasen, auch als Synthesegas bezeichnet, zu Methanol kann Kohlenstoff in industriellen Verfahren aus nachwachsenden Rohstoffen im Sinne der Bioökonomie wiederverwendet werden. Kreislaufwirtschaftliche Verarbeitungs- und Wertschöpfungsketten haben sich zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor entwickelt. Dazu gehören auch kaskadenförmige Konzepte, bei denen die stoffliche Nutzung stets Vorrang vor der energetischen Nutzung hat. Ihre Anwendung optimiert die Rohstoff- und Energieeffizienz insgesamt. Zugleich unternimmt die Forschung große Anstrengungen, das Portfolio biobasierter Produkte dem Bedarf der Wirtschaft entsprechend zu erweitern. So werden neue Wertschöpfungsketten für die biobasierte Spezialchemie generiert, deren Synthesen aus fossilen Quellen aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht darstellbar sind.

Das alles trägt nicht nur zur Verbreiterung des industriellen Rohstoffangebots bei, sondern auch zu einer globalen Entlastung der Landwirtschaft, die nicht nur Rohstoffe für die industrielle Bioökonomie liefern, sondern in allererster Linie die Ernährung der weiterhin schnell wachsenden Weltbevölkerung sicherstellen muss.



## Wissensbasierte Bioökonomie – nachhaltige Wertschöpfung für Hessen

Ein zentrales Element auf dem Weg in die Bioökonomie sind die notwendigen Veränderungsprozesse in den bestehenden Stoff- und Produktströmen beim Ersatz fossiler durch biogene Rohstoffe. Es ist absehbar, dass diese Transformation eine erhebliche Herausforderung für Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft bedeuten wird. Die Unterstützung und Beschleunigung dieser Transformation wird ein entscheidender Erfolgsfaktor im globalen Wettbewerb sein. Gerade die in Hessen stark vertretene chemische und pharmazeutische Industrie ist von diesem Transformationsprozess unmittelbar betroffen. Die stoffliche Verwertung von biogenen Rohstoffen und der Einsatz biotechnologischer Verfahren, der „Werkzeuge der Natur“, in der Produktion stehen folglich im Fokus der Bioökonomie in Hessen. Die hessischen Kernkompetenzen für eine Bioökonomie liegen darüber hinaus in den Technologiefeldern Anlagenbau/Prozesstechnik und Funktionsmaterialien. Das Instrumentarium der weißen Biotechnologie ist dabei ein wichtiges, verbindendes Element. Eine weitere wichtige Rolle spielen die Nutzung kohlenstoffreicher Abfallströme und das Schließen von Stoffkreisläufen.

Es ist wichtig zu wissen, welche Potenziale für innovative bioökonomische Technologien, Produkte und Dienstleistungen in Hessen bestehen und wie die sich daraus entwickelnden technologischen Lösungen in unterschiedliche Anwenderbranchen hineinwirken. Denn Hessen setzt auf das auch im europäischen Rahmen als zentral erachtete Konzept einer wissensbasierten Bioökonomie<sup>6</sup>, also auf Technologie und Innovation zur effizienten Nutzung biogener Ressourcen. Deshalb wurde im Auftrag des Hessischen Wirtschaftsministeriums und der Hessen Trade & Invest GmbH eine Studie zur „Wirtschaftlichen Bedeutung der wissensbasierten Bioökonomie in Hessen“ durchgeführt. Mit den vorliegenden Ergebnissen sind nunmehr erstmals konkrete Zahlen für Hessen verfügbar: Rund 16.000 Mitarbeiter sind hier im Bereich der wissensbasierten Bioökonomie aktiv, der einen Umsatz von knapp acht Milliarden Euro verzeichnet. Bereits heute werden 13 Prozent der Rohstoffe in der chemischen Industrie aus nachwachsenden Quellen geliefert und bis zum Jahr 2030 lässt sich die CO<sub>2</sub>-Emission um bis zu vier Millionen Tonnen pro Jahr reduzieren.

Bei den Erhebungen zur Studie sind neben den zahlenmäßigen Fakten auch zahlreiche innovative Anwendungen identifiziert worden, die aus hessischen Unternehmen stammen. Die vorliegende Broschüre soll an Hand von anschaulichen Beispielen zeigen, wie biobasierte Produkte und Verfahren schon jetzt die Wirtschaft prägen und damit für die Mitarbeit am strategischen Ausbau einer hessischen Bioökonomie werben.



© CIPhotos / iStockphoto.com

<sup>6</sup> Zum europäischen Konzept der „knowledge-based bio economy“ (KBBE) siehe zum Beispiel das sogenannte Cologne Paper „En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy“ von 2007 (<https://www.bmbf.de/pub/cp.pdf>, abgerufen am 08.06.2016).

# Die hessische Bioökonomie: hervorragende Ausgangsbedingungen

Als einer der führenden deutschen Biotechnologie-Standorte, dessen Rang 2007 in einem bundesweiten Vergleich eindrucksvoll bestätigt wurde<sup>7</sup>, verfügt Hessen bereits über starke Branchen und wissenschaftliche Einrichtungen der Bioökonomie. Dabei können hessische Unternehmen auf eine lange Tradition als Pioniere der Biotechnologie mit einer ungebrochenen Dynamik und Innovationskraft verweisen. Diese Erfolgsgeschichte weiterzuentwickeln und die hessische Bioökonomie im weltweiten Wettbe-

werb zu profilieren, ist eine zentrale Aufgabe und Chance hessischer Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Die hessische Bioökonomie ist nicht nur durch Pionierleistungen einzelner am Weltmarkt sehr erfolgreicher Firmen gekennzeichnet. Ihre Wettbewerbsposition gründet auf der Verknüpfung sich ergänzender Akteure, zukunftsweisenden Industrieparks, der bestehenden Infrastruktur für Forschung und Lehre und der Position des Landes als Deutschlands Kommunikationsdrehscheibe und Verkehrsknotenpunkt sowie den innovationsfreundlichen Rahmenbedingungen.

7 2007 gewann CIB (Cluster Integrierte Biotechnologie) im Cluster-Wettbewerb BioIndustrie2021 des BMBF.

## Hessen: Pionier der Biotechnologie

Hessen kann zu Recht als ein Pionier in der weißen Biotechnologie bezeichnet werden. Hier wurden und werden Technologien und Produkte entwickelt und für den Weltmarkt produziert, die grundlegende Bausteine der Bioökonomie bilden.



© Merck KGaA, Darmstadt  
Deutschland

Auf das Jahr 1668 geht die Geschichte des ältesten Pharmaunternehmens der Welt, der Merck KGaA, in Darmstadt zurück. Damals wie heute setzt Merck auf Produkte aus biobasierten Rohstoffen.

Ebenfalls von Darmstadt aus brachte die 1907 gegründete Röhm & Haas AG das erste industrielle Enzym auf den Markt, revolutionierte die Lederherstellung und legte die Grundlage für moderne Waschmittel. Das Enzymgeschäft wird heute in Darmstadt von AB Enzymes betrieben, dem bedeutendsten deutschen Enzymhersteller. Die Chemiesparte von Röhm & Haas ging dagegen in der heutigen Evonik AG auf.

Ebenfalls zur Evonik AG gehört seit 2006 das frühere Frankfurter Chemieunternehmen Degussa AG, das 1947 die erste Aminosäure aus chemischer Synthese auf den Markt brachte und seit 1992 Aminosäuren biotechnologisch auf Basis von Zucker produziert.

1994 erhielt die 1863 in Frankfurt gegründete Hoechst AG die Genehmigung für die biotechnologische Herstellung von Insulin, wodurch die seit 1923 praktizierte Extraktion des Hormons aus tierischen Bauchspeicheldrüsen abgelöst werden konnte. Die heute in Frankfurt von Sanofi betriebene Anlage produziert einen Großteil des Insulin-Weltbedarfs.

Das Spezialchemiegeschäft der früheren Hoechst AG wird seit 1997 von der Clariant AG weitergeführt, die heute in Frankfurt das erste auf nachwachsenden Rohstoffen basierende Pigment herstellt.

In Zwingenberg siedelte sich 1993 BRAIN an, eine Ausgründung der TU Darmstadt. Das Unternehmen produziert und vermarktet ein breites bioökonomisches Produktspektrum und ist 2016 erfolgreich an die Börse gegangen.

Ebenfalls eine Ausgründung der Darmstädter Hochschulen (TU, FH) ist die 1999 gegründete N-Zyme Biotec GmbH. N-Zyme hat unter anderem ein umweltschonendes, auf Olivenblatt-Extrakten basierendes Gerbverfahren für hochwertige Leder entwickelt, das 2013 von dem Startup wet-green GmbH aufgenommen wurde.



© Merck KGaA, Darmstadt Deutschland

## Wirtschaft: vier Technologiefelder sind zentral

Der Schwerpunkt der stofflichen Nutzung von Biomasse liegt in der hessischen Bioökonomie-Wirtschaft auf:

- > biobasierten Chemieprodukten
- > biobasierten Pharmaka
- > biobasierten Funktionsmaterialien
- > Anlagenbau und Prozesstechnik für biobasierte Verfahren

Der Schwerpunkt der energetischen Nutzung liegt auf der Produktion von Biogas (Abb.1).

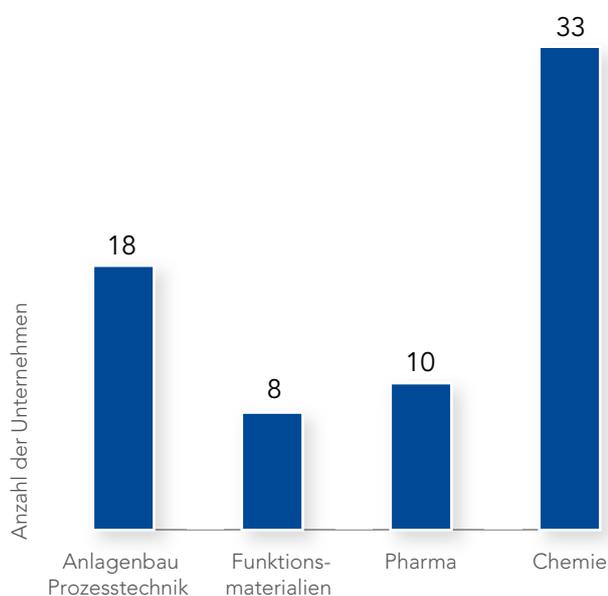


Abb. 1: Aktivitäten der hessischen Bioökonomie-Unternehmen in den genannten Technologiefeldern<sup>8</sup>

Das von hessischen Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes am häufigsten genannte Wirtschaftsfeld ist die biobasierte Chemieproduktion. Hergestellt werden nicht nur alternative Chemikalien für die Landwirtschaft, den Automobilbau, für Farben und Lacke, Schmiermittel, Textilien, Verpackungen, Papier, Kosmetik etc., sondern auch Biokatalysatoren (Enzyme), die die Basis bioökonomischer Herstellungsverfahren bilden. Schon heute stellt die hessische Wirtschaft damit biobasierte Produkte für die Industrie und den Endverbraucher zur Verfügung, die zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks beitragen. 13 Prozent der Rohstoffbasis der hessischen

Chemieindustrie sind biobasiert<sup>9</sup>, was der Vermeidung einer CO<sub>2</sub>-Emission von 1,25 Millionen Tonnen jährlich entspricht.

Dass der Anlagenbau für die Verarbeitung von biobasierten Rohstoffen und die Herstellung biobasierter Produkte im Aktivitätsspektrum direkt auf die Chemie folgt, ist eine Stärke Hessens. Neue Anforderungen biobasierter Verfahren werden von hiesigen Ingenieur-Firmen aufgenommen und gemeinsam in die industrielle Praxis umgesetzt. Die Verknüpfung zweier verschiedener Branchen erweist sich so als intensiver Innovationstreiber.

Gleiches gilt für das Geschäftsfeld der Biopharmazeutika, für deren Produktion die hessische Kompetenz in biotechnologischen Verfahren und im Anlagenbau ebenfalls einen Standortvorteil bietet. Die Anforderungen an die High-Tech-Lösungen für biobasierte und hoch funktionalisierte Chemieprodukte, Katalysatoren und Pharmaka sind in vielen Schritten ähnlich, so dass die hessische Wirtschaft ein erhebliches technisches Synergiepotenzial nutzen kann. An vierter Stelle wird die Herstellung biobasierter Funktionsmaterialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe für verschiedenste Anwendungen genannt. Hier sind beispielsweise Dämmstoffe für Gebäude zu nennen. Sie tragen in zweierlei Hinsicht zum Klimaschutz bei, indem sie durch Gebäudeisolierung den Heizbedarf reduzieren und gleichzeitig den für herkömmliche Isoliermaterialien verwendeten fossilen Rohstoff ersetzen.

Bioenergie ist in Hessen durch zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen vertreten, die Biogasanlagen betreiben. Auch dieser Bereich spielt in der Bioökonomie eine wichtige Rolle, denn die energetische Verwertung von Restströmen am Ende des kaskadenförmigen Modells der Rohstoffnutzung schließt den Kaskadenprozess ab. Wegen ihres großen Produktionsvolumens sind die Herstellung biobasierter Chemieprodukte und Funktionsmaterialien sowie die notwendige technische Ausrüstung des Anlagenbaus die Kernbranchen der Bioökonomie in Hessen. Biobasierte Pharmaka tragen mit ihrem wissenschaftlich-technischen Synergiepotenzial und der Energiesektor mit der integrierten Stoffstromnutzung zur hessischen Bioökonomie bei.

<sup>8</sup> Zahl der Nennungen von Branchenaktivitäten der 62 identifizierten Unternehmen

<sup>9</sup> VCI; Chemiewirtschaft in Zahlen (2015); Schätzung für Hessen auf Basis des deutschen Durchschnitts

## Clariant: Pigmente aus biobasierter Bernsteinsäure



© Clariant

Die Bernsteinsäure ist nicht nur ein Bestandteil des Zitronensäurezyklus – der natürlichen Drehscheibe des Stoffwechsels –, sondern auch eine Ausgangssubstanz vieler wichtiger Feinchemikalien. Sie kann in vergleichbarer Qualität und Rentabilität sowohl aus Erdöl als auch biotechnologisch aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Das Energieministerium der USA zählt sie deshalb zu den fünf Plattformchemikalien, die die beste Aussicht haben, in Zukunft ohne Rückgriff auf fossile Quellen produziert werden zu können.

Wie effektiv sich diese Aussicht verwirklichen lässt, zeigt das Spezialchemie-Unternehmen Clariant im Industriepark Frankfurt-Höchst. Seit 2014 produziert es dort als weltweit erster Pigmenthersteller biobasierte Hochleistungspigmente, die Kunststoffe, Farben und Lacke einfärben und auch als Druckfarbe verwendet werden. Die Ausgangssubstanz dieser rosafarbenen Chinacridon-Pigmente ist Bernsteinsäure, die der US-Zulieferer Myriant in Fermentationsprozessen aus Getreidesorten wie Weizen, Mais und Sorghum oder aus Zellulose gewinnt. Clariant hat seine Produktionsverfahren darauf eingestellt und kann

bis zu 40 Prozent seiner Chinacridon-Pigmente nach bioökonomischen Prinzipien produzieren. Die Zubereitungen der Chinacridon-Kristalle, von denen jedes kleiner als ein Mikrometer ist, gehören zu den bestverkauften Produkten von Clariant und finden vor allem in der Automobil-, Bau-, Druck- und Kunststoffbranche Anwendung. Qualitätsabstriche müssen diese anspruchsvollen Kunden nicht befürchten – bei wesentlich höherer Umweltfreundlichkeit hält das biobasierte Produkt jedem Vergleich mit dem fossil basierten Farbmittel stand.

[www.clariant.com](http://www.clariant.com)

## AB Enzymes: Erst Enzyme erschließen die Biomasse nachhaltig

Enzyme sind die Spielmacher des Lebens. Sie ermöglichen biochemische Reaktionen, die sonst gar nicht oder nur extrem verzögert zustande kämen. Ohne ihren Einsatz ist die Bioökonomie nicht denkbar. Denn Biomasse kann oft nur mit Hilfe von Enzymen nachhaltig erschlossen werden. Das betrifft sowohl ihre Verarbeitung zu Lebens- und Futtermitteln als auch ihre Verarbeitung zu Chemikalien, Papier, Fasern und Treibstoff. Erste Priorität muss dabei immer die Ernährung haben. Aber nur knapp zehn Prozent der terrestrischen Biomasse können dafür genutzt werden. Mehr als 90 Prozent dieser Biomasse, von der pro Jahr deutlich mehr als hundert Milliarden Tonnen nachwachsen, besteht aus nicht essbarer Lignocellulose, einem kohlenhydratreichen Verbund aus Cellulose, Hemicellulosen und Lignin, der der Zellwand verholzter Pflanzen ihre Stabilität gibt.

Bisher ist es erst ansatzweise gelungen, die Zucker der Lignocellulose umfassend und gezielt freizusetzen und sie damit als Kohlenstoffquelle zu erschließen. Prinzipiell wäre das zum Beispiel durch Enzymcocktails aus Endoglucanasen, Cellulasen und Xylanasen möglich.

Mit Hochdruck arbeiten Enzymspezialisten rund um den Globus daran, solche oder ähnliche Verfahren zu entwickeln, die die Rohstoffbasis der Bioökonomie enorm erweitern würden. Eine führende Rolle spielt dabei das Darmstädter Unternehmen AB Enzymes, einer der ältesten Enzymproduzenten der Welt. Seine Wurzeln gehen auf die Röhm & Haas AG zurück, die 1907 mit einer Protease zur Lederbeize das erste industrielle Enzym auf den Markt brachte.

Zum Portfolio von AB Enzymes gehören auch eine Vielzahl von Enzymen zur Lebensmittel- und Futtermittelverarbeitung. Bedeutsam für die landwirtschaftliche Basis der Bioökonomie ist etwa das Enzym Phytase. Schwein und Geflügel können das im Pflanzenfutter als Phytin gespeicherte Phosphat nur dann verdauen, wenn ihrem Futter Phytase zugesetzt wird. So kann auf das Zufüttern von Phosphat verzichtet und gleichzeitig eine Umweltbelastung durch Phosphate aus unverdaut ausgeschiedenem Phytin vermieden werden.

[www.abenzymes.com](http://www.abenzymes.com)



© AB Enzymes

## Sanofi: Biotechnologie deckt den wachsenden Insulinbedarf

Die Volkskrankheit Diabetes nimmt in Deutschland unverändert zu:

Von den mehr als sechs Millionen Betroffenen sind 95 Prozent an Typ-2-Diabetes erkrankt, der mit Übergewicht und mangelnder Bewegung assoziiert ist. Typ-1-Diabetes ist eine Autoimmunerkrankung, die durch einen absoluten Insulinmangel charakterisiert ist. Die Betroffenen sind auf eine lebenslange Insulintherapie angewiesen. Typ-2-Diabetiker brauchen dann Insulin, wenn ihre Blutzuckerwerte mit regelmäßiger Bewegung und gesunder Ernährung sowie blutzuckersenkenden Tabletten allein nicht normalisiert werden können. Wenn Insulin noch immer, wie bis vor gut 30 Jahren, aus den Bauchspeicheldrüsen von Rindern und Schweinen gewonnen werden müsste, könnten nicht alle Patienten damit versorgt werden.

Die Biotechnologie hat es möglich gemacht, den rasch wachsenden Bedarf an Insulin weiter zu decken. Dank gentechnisch veränderter Bakterien und dem dazugehörigen biotechnologischen Know-how, bei dessen Entwicklung die frühere Hoechst AG in den 1980er Jahren eine Führungsrolle innehatte, werden Insuline fermentativ hergestellt. Die Insulinproduktion bei Sanofi im Industriepark Frankfurt-Höchst findet heute in einer der größten und modernsten Biotechnologie-Anlagen weltweit statt. Besonderen Erfolg hat Sanofi mit einem dort erforschten und hergestellten lang wirksamen Insulinanalogon. Es wird nur einmal täglich gespritzt und erleichtert so das Leben von Menschen mit Diabetes. 2015 erhielt Sanofi die Zulassung für eine dreifach konzentrierte Form dieses Langzeitinsulins mit verbesserten Eigenschaften. Das unterstreicht die weltweite Bedeutung des Standorts Frankfurt-Höchst für die Erforschung und Entwicklung biotechnologisch hergestellter Insuline und Insulin-Pens zu deren Verabreichung. Es unterstreicht auch die Schlüsselrolle, die die Biotechnologie wirtschaftlich wie wissenschaftlich in der Bioökonomie spielt. Denn die

der Insulinherstellung zugrunde liegenden (Bio-)Technologien finden beim Aufschluss von Biomasse und bei der Herstellung biobasierter Chemieprodukte Anwendung. Daraus ergeben sich positive Synergie-Effekte, die die Bioökonomie in Hessen insgesamt stärken.

[www.sanofi.de](http://www.sanofi.de)



© Sanofi

## Biowert: Strom und Kunststoffe aus der Grasfabrik

Gras ist ein wertvoller nachwachsender Rohstoff. Das beweist die Grasveredelungsanlage der Biowert Industrie GmbH in Brensbach im Odenwald. Sie funktioniert nach dem Prinzip einer Grünen Bioraffinerie, die Wiesengras von Dauergrünland aus einem Umkreis von etwa 30 Kilometern zu Kunststoffen, Dämmstoffen, Düngemitteln und Strom verarbeitet.

Das Gras wird zunächst biologisch angesäuert und unter Luftabschluss als Silage haltbar gemacht, so wie man es seit alters her zur Speicherung von Tierfutter tut. Dann schlämmt man die Silage zu einer Suspension auf, um anschließend unter Druck Presskuchen aus Grasfasern vom Presssaft zu trennen.

Aus dem Presskuchen entstehen im nächsten Schritt Materialien, aus dem Presssaft Energie. Nach seiner Trocknung werden die Fasern des Kuchens entweder imprägniert und in Dämmstoffe aus natürlicher Zellulose verwandelt oder mit recycelten Kunststoffen vermischt und zu Kunststoffgranulaten verarbeitet, die für Spritzguss- und Extrusionsverfahren geeignet sind. Daraus

lassen sich zum Beispiel Stapelkästen, Terrassendielen, Kleiderbügel oder Kugelschreiber herstellen.

Der Presssaft, aus dem sich prinzipiell auch Proteine und Milchsäure gewinnen lassen, wird in einer Biogasanlage zusammen mit regionalen Bioabfällen zu Biogas vergoren. Durch die Kopplung mit zwei Blockheizkraftwerken entstehen Wärme und Strom, die die Anlage mit der nötigen Prozessenergie versorgen. Der Stromüberschuss wird ins öffentliche Netz eingespeist. Das Abwasser aus der Biogasanlage wird aufbereitet und wiederverwendet, die Rückstände als Düngemittel an die Landwirte in der Region abgegeben. Somit schließt sich der Nährstoffkreislauf.

Die „Grasfabrik“ in Brensbach verwirklicht das für die Bioökonomie wesentliche Ziel der Kreislaufwirtschaft: Alle Ausgangsstoffe stammen entweder aus der Wiederverwertung oder sind nachwachsende Rohstoffe aus der Umgebung. Durch ihre vollständige Verwertung im Kreislaufverfahren bleiben keinerlei Abfälle oder Abwässer übrig.

[www.biowert.de](http://www.biowert.de)



© Biowert Industrie GmbH

## Nowaste: Becher aus dem Baumgerüst



© NOWASTE

Trinkbecher müssen nicht aus Kunststoff sein und eines Tages als Plastikmüll enden. Besser, man stellt sie aus natürlichen und kompostierbaren Substanzen her, ohne dass sie in ihrer Stabilität und ihrem Erscheinungsbild beeinträchtigt werden – aus Ligninen zum Beispiel. Diese Polymere machen ein Fünftel der terrestrischen Biomasse aus. Sie sind in einem dreidimensionalen Netzwerk fest miteinander verknüpft, so dass sie Holz und Pflanzenwänden als Gerüstsubstanz dienen. Dementsprechend sind sie das bedeutendste Nebenprodukt der Papier- und Zellstoffindustrie, werden bisher aber meist nur zur Energiegewinnung eingesetzt. Nicht so bei der Nowaste® GmbH in Hanau. Die Unternehmensgründer haben in Zusammenarbeit mit Experten der Fraunhofer-Gesell-

schaft auf Lignin-Basis Werkstoffe entwickelt, die sich auf herkömmlichen Kunststoffverarbeitungsmaschinen unter Temperaturerhöhung wie ein synthetisch hergestellter Thermoplast verarbeiten lassen. 2012 brachte Nowaste® seine ersten biobasierten Becher auf den Markt – spülmaschinenfest, stapelbar und nach Kundenwunsch bedruckbar. Dass in Deutschland immer mehr Städte dazu übergehen, Pfandsysteme für Kaffeebecher einzuführen, hat auch damit zu tun, dass Nowaste® die passenden biologisch abbaubaren Mehrwegbecher dafür anbietet.

[www.nowaste.eu](http://www.nowaste.eu)



© NOWASTE



© Air Liquide

Stroh eignet sich zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, die nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen. Solche Herstellungsverfahren lassen sich in Synthesegas-Bioraffinerien realisieren. Zwei Teil-Pilotanlagen dieses Bioraffinerietyps wurden durch die Frankfurter Air Liquide Global E&C Solutions gebaut und werden vom Karlsruhe Institute of Technology (KIT) für Forschungszwecke betrieben, gefördert durch den Bund und das Land Baden-Württemberg.

Das bioliq<sup>®</sup>-Verfahren ist mehrstufig angelegt, um die dezentrale Bereitstellung von Stroh zu berücksichtigen. Das Stroh wird nach der Ernte vor Ort zerkleinert und unter Luftabschluss durch eine Schnellpyrolyse zu einem leicht transportierbaren, energieverdichteten Zwischenstoff (Biosyncrude) verarbeitet. Von seinen vielen regionalen Herstellungsorten wird dieses sogenannte Biosyncrude dann in die zentrale Raffinerie gefahren und dort bei Temperaturen zwischen 800 und 1200 Grad Celsius komplett in Synthesegas umgewandelt. Synthesegas besteht hauptsächlich aus Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>). Nach der Reinigung des Gases dienen CO und H<sub>2</sub> als Ausgangsstoffe zur Herstellung von Kraftstoff. Über die Methanol-Route können sie alternativ auch zum Aufbau von Plattformchemikalien wie Propylen und Dimethylether eingesetzt werden.

Air Liquide besitzt umfangreiche Erfahrungen in der Umwandlung von regenerativen Rohstoffen in Bulk-Chemikalien. Sein technologisches Angebot umfasst auch innovative Konzepte zur Umwandlung von natürlichen Ölen in hochwertige oleochemische Zwischenprodukte wie Fettsäuren, Fettalkohole, pharmazeutisches Glycerin und Propandiol.

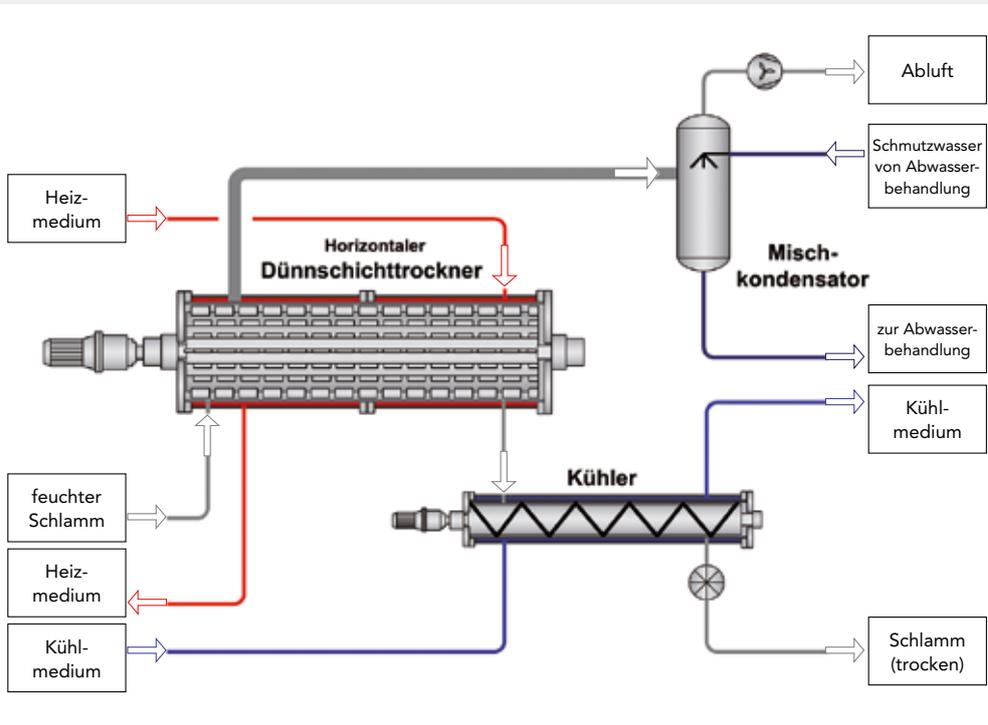
[www.engineering-solutions.airliquide.com/de/welcome.html](http://www.engineering-solutions.airliquide.com/de/welcome.html)

## Buss-SMS-Canzler: Führend in der Trennung von Stoffgemischen

Biomasse bildet die Basis der Bioökonomie. Sie liegt meistens als komplexes Gemisch unterschiedlicher Stoffe und Substanzen vor. Um solche Gemische in aufeinanderfolgenden Kaskaden möglichst vollständig zunächst stofflich und dann energetisch zu verwerten, müssen sie auf jeder Stufe des Verwertungsprozesses effizient und zuverlässig voneinander getrennt werden können. Klärschlamm zum Beispiel steht am Ende der

Kaskadennutzung. Er enthält wertvolle Nährstoffe. Seine direkte Ausbringung als Dünger ist aber trotzdem nur eingeschränkt möglich. So weist Klärschlamm teilweise erhöhte Schadstoffgehalte auf, steht in Konkurrenz zum Beispiel zur Gülle, die ebenfalls auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wird, und wird von den Endverbrauchern als Dünger für die Lebensmittelproduktion immer weniger akzeptiert. Deshalb ist es sinnvoll, Klärschlamm

erst zu trocknen und dann z. B. als Brennstoff in Zementöfen oder zur Energiegewinnung zu nutzen. Sein Heizwert entspricht etwa dem von Braunkohle. Zu diesem Zweck sind Dünnschichttrockner der Buss-SMS-Canzler GmbH aus Butzbach in vielen Teilen der Welt im Einsatz, die bis zu 800 Tonnen nassen Klärschlamm pro Tag trocknen können. Das ist nur eine von vielen Spezialmaschinen zur thermischen Trennung von Stoffgemischen aus dem Portfolio des Butzbacher Unternehmens. Es bietet Trocknungs-, Verdampfungs-, Hochviskostechnik und Membrantechnik und ist in der Dünnschichtverdampfertechnik weltweit führend.



[www.sms-vt.com](http://www.sms-vt.com)



## Beschäftigung und Umsatz: Chemie und Pharma haben die größte Bedeutung

Bereits heute beschäftigt die Bioökonomie in Hessen rund 16.000 Mitarbeiter (Abb. 2). Fast 7.000 davon sind in der Herstellung von biobasierter Chemie und von Enzymen tätig. Der Sektor biobasierter Pharmaka beschäftigt 5.735 Menschen. Mehr als 90 Prozent dieser Arbeitsplätze befinden sich in Großunternehmen. Ganz anders sieht es in den übrigen Wirtschaftszweigen der Bioökonomie aus. 70 Prozent der 579 Arbeitsplätze im Bereich Anlagenbau für Bioökonomie-Verfahren werden von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gestellt, im Bereich der Funktionsmaterialien sind dort sogar 90 Prozent von insgesamt 1.386 Mitarbeitern beschäftigt. Biogas wird ausschließlich von KMU erzeugt (945 Mitarbeiter). Die Bioökonomie ist somit von Bedeutung für den hessischen Arbeitsmarkt in Unternehmen aller Größenklassen und in ganz Hessen. Während sich Großunternehmen vorwiegend in Südhessen finden, sind KMU über das gesamte Bundesland verteilt.

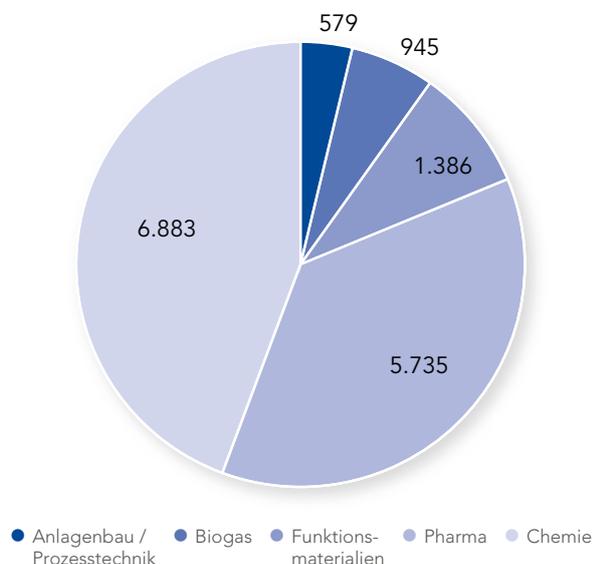


Abb. 2: Aufteilung der in der Bioökonomie Beschäftigten nach Technologiefeldern (Zahl der Mitarbeiter)

Die Unternehmen der hessischen Bioökonomie generieren einen Jahresumsatz von rund acht Milliarden Euro (Abb. 3). Großunternehmen dominieren bei biobasierten Pharmaka (99 Prozent von rund 3,7 Milliarden Euro), bei biobasierten Chemieprodukten (97 Prozent von rund 3,2 Milliarden Euro) sowie bei Funktionsmaterialien (99 Prozent von 314 Millionen Euro). Zum Anlagenbau trägt dagegen

der Mittelstand 62 Prozent des Umsatzes in Höhe von 181 Millionen Euro bei. Der Umsatz der Bioenergieunternehmen in Höhe von 165 Millionen Euro (Biogas) wird ausschließlich von KMU generiert.

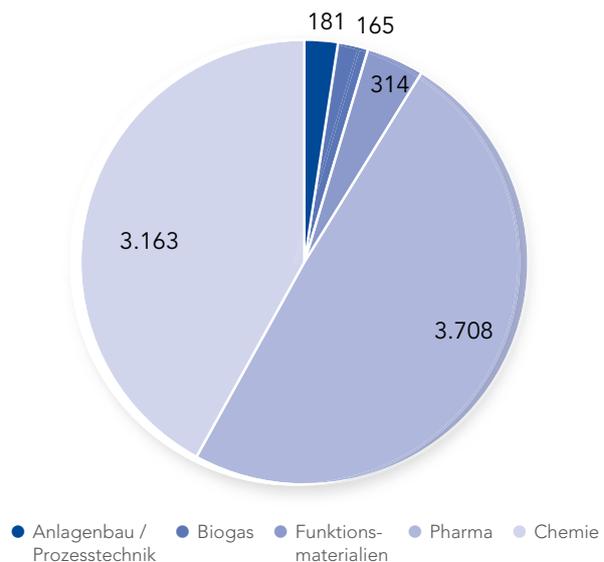


Abb. 3: Aufteilung des Umsatzes nach Technologiefeldern (in Mio. EUR)

Die Wertschöpfung je Mitarbeiter ist branchenabhängig. Eine vergleichsweise hohe Wertschöpfung wird in den Technologiefeldern Pharma, Chemie und Anlagenbau erreicht, während die technisch weniger anspruchsvollen Bereiche Funktionsmaterialien und Bioenergie eine geringere Wertschöpfung erzielen (Abb. 4).

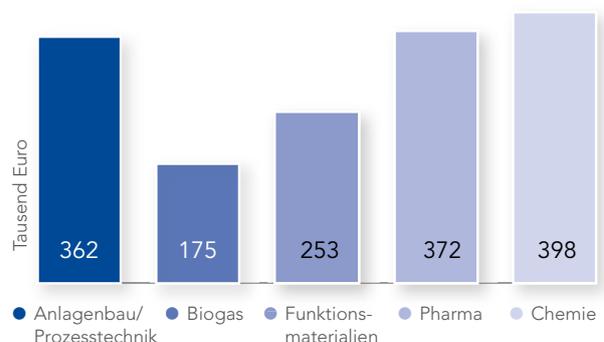


Abb. 4: Wertschöpfung nach Bioökonomie-Technologiefeldern (Umsatz/Mitarbeiter in Tsd. EUR)

## Verarbeitungstiefe: Hessen bietet die gesamte Wertschöpfungskette

Hessische Unternehmen sind in allen Schlüsselbereichen der bioökonomischen Wertschöpfungskette von der Forschung und Entwicklung über die Herstellung von Plattformchemikalien, Zwischenprodukten und Komponenten bis zum Endprodukt tätig, wobei die Fertigung von Komponenten ein Schwerpunkt ist.

Der Mittelstand ist insbesondere in der Auftragsforschung sowie der Vermarktung von Verfahren und von Biokatalysatoren (Enzymen) tätig. So ergänzt er die Forschung und Entwicklung der Großunternehmen als Entwicklungstreiber und Innovationsmotor.

Im Technologiefeld der biobasierten Chemie tragen in Großunternehmen Plattformchemikalien und Zwischenprodukte den größten Teil zum Umsatz bei, während in mittelständischen Unternehmen Zwischenprodukte und Komponenten den Hauptumsatz generieren (Abb. 5).

Im Technologiefeld Funktionsmaterialien mit seinem Schwerpunkt in der Herstellung von Komponenten überwiegen kleinere und mittlere Unternehmen. Diese Branche hat sich in Hessen als Zulieferindustrie etabliert.

Das Technologiefeld Anlagenbau und Prozesstechnik ist insbesondere bei Komponenten und Ausrüstung durch mittelständische Anbieter geprägt. Ihre Produkte werden von Großunternehmen des Anlagenbaus weiterverarbeitet und zusammengeführt.

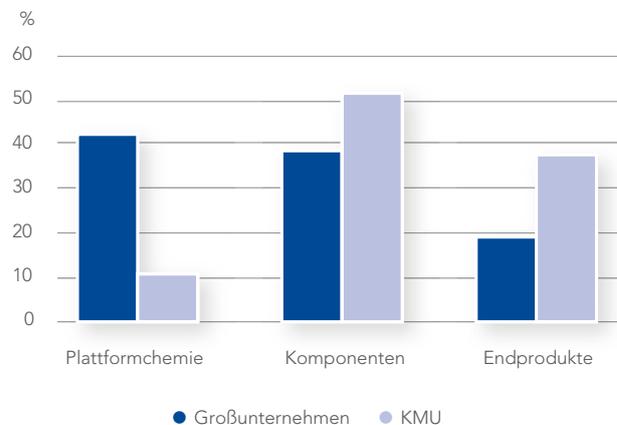


Abb. 5: Bedeutung verschiedener Wertschöpfungsstufen in der biobasierten Chemie (KMU und Großunternehmen)

Biogas wird in Hessen dezentral von 215 Unternehmen mit einer installierten Leistung von 100.000 kW (Stand 12/2015) erzeugt und trägt zunehmend zum Mix erneuerbarer Energien bei. Als Rohstoffe werden Anbaubiomasse und Abfallströme eingesetzt.

## Infrastruktur – Drehscheibe für Wissen und Waren

Hessen verfügt über eine breite und gut ausgebaute Infrastruktur. Nicht nur die umfangreiche und international angebundene Verkehrsinfrastruktur, auch das gewachsene Netzwerk zwischen Wirtschaft und Wissenschaft stärkt den Standort.

Ein besonderer Standortfaktor sind Industrieparks, die eine leistungsfähige Infrastruktur bieten und auch selbst bioökonomische Ansätze zum Vorteil ihrer Unternehmen

einsetzen. Ein zukunftsweisendes Beispiel zeigt der Industriepark Höchst (Abb. 6), indem er industrielle und öffentliche Abfallströme verknüpft und damit die größte europäische Biogasanlage (18 MW) speist. Die Anlage liefert sowohl Strom für den Standort als auch Biogas für das öffentliche Erdgas-Netz und versorgt damit rund 4.000 Haushalte. Hier wird vernetzte Stoffstromnutzung wirtschaftlich erfolgreich und zugleich treibhausgasmindernd betrieben.

## Kaskadennutzung im Industriepark Höchst

Der Industriepark Frankfurt-Höchst ist einer der größten Standorte der chemisch-pharmazeutischen Industrie in Deutschland. Sanofi betreibt dort eine der weltweit größten Anlagen zur biotechnologischen Herstellung von Insulin. Die 3.000 Kubikmeter fassende Fermentationsanlage von Corden BioChem (früher Sandoz) trägt einen großen Anteil an Deutschlands führender Rolle bei der Herstellung von Biopharmazeutika. Cargill betreibt im Industriepark eine Anlage zur Herstellung von Biodiesel aus Rapsöl mit einer Jahreskapazität von 250.000 Tonnen.

Die Stoffströme dieser Unternehmen werden im Industriepark auf vorbildliche Weise untereinander und mit der Region verknüpft (Abb. 6): Das Nebenprodukt Glycerin aus Cargills Biodiesel-Herstellung wird in der Synthese von Pharmaprodukten weiterverarbeitet. Nebenströme und Abwasser von Corden BioChem und Sanofi fließen in die standorteigene Klär- bzw. Biogasanlage.

Diese Biogasanlage hat eine hydraulische Leistung von rund 400.000 Tonnen jährlich, darunter sind rund 100.000 Tonnen biologisch abbaubare Reststoffe des Standorts und 170.000 Tonnen organische Abfälle aus der umliegenden Region. Das Biogas wird sowohl verstromt als auch zu Bioerdgas aufbereitet und in das öffentliche Gasnetz eingespeist.

Auch CO<sub>2</sub> wird im Industriepark genutzt, indem ein Teil davon für Lebensmittelanwendungen aufgereinigt wird. Zusammen mit dem Wasserstoff, der im Industriepark in verschiedenen Prozessen anfällt, lässt er sich dort eines Tages möglicherweise auch in Plattformchemikalien wie Methan umwandeln.

Das bioökonomisch ausgerichtete Verbundsystem des Industrieparks Höchst ist ein Zukunftsmodell mit erheblichem Potenzial.

[www.infraserv.com](http://www.infraserv.com)



## Region Frankfurt Rhein-Main

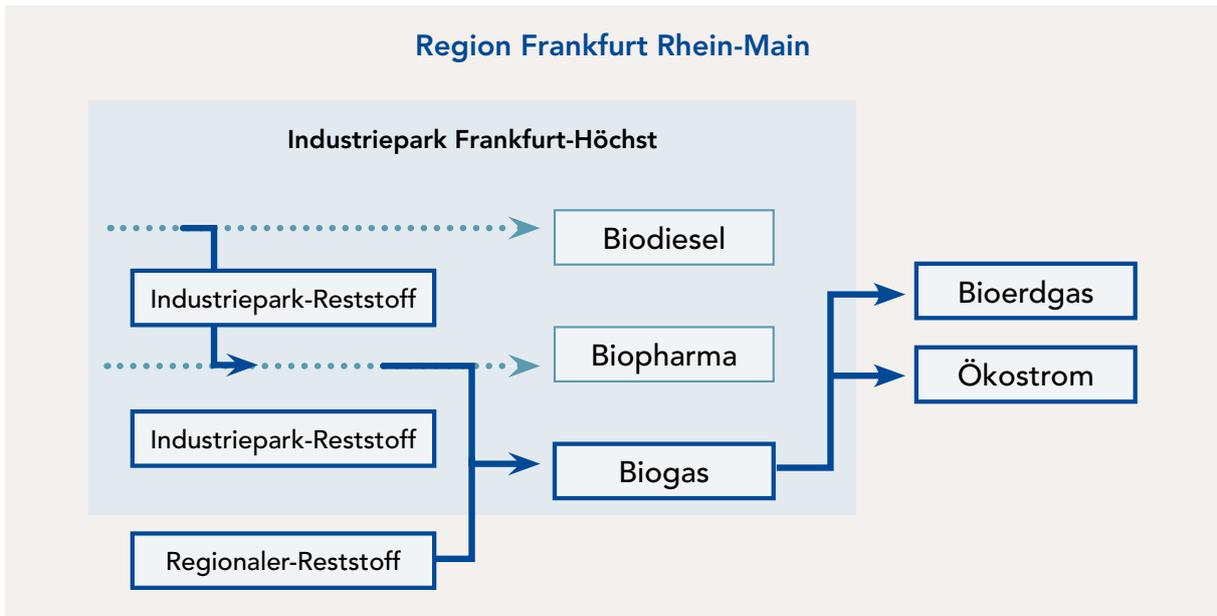


Abb. 6: Kaskadenförmige Stoffstromvernetzung von Industriepark und Region

Die zentrale Lage Hessens in Deutschland und Europa bringt eine hervorragende Verkehrsinfrastruktur auf Straße und Schiene, zu Wasser und in der Luft mit sich. Über die Rhein-Main-Schiene ist Hessen direkt mit Europas wichtigsten Seehäfen Antwerpen und Rotterdam, den Wirtschaftsregionen Süddeutschlands und der Schweiz und über den Rhein-Donau-Kanal auch mit Südost-Europa verbunden. Für die Rolle Hessens als Verkehrs- und Informationsdrehscheibe ist der Flughafen Frankfurt hervorzuheben; er bringt Entscheider und Wissensträger

aus aller Welt nach Hessen. Dass die Verknüpfung verschiedener Verkehrsträger eine effiziente Logistik ermöglicht, ist ein wichtiger Faktor der Wirtschaftskraft Hessens.

Nicht zuletzt wegen dieses Standortvorteils ist Hessen eine bedeutende Wissens- und Kommunikationsdrehscheibe. Neben Berlin ist Hessen in Deutschland der wichtigste Standort für Unternehmenszentralen, Wirtschaftsverbände, akademische Gesellschaften und Vereine, die bioökonomische Themen behandeln.



## Für die Bioökonomie relevante **Kommunikationsplattformen in Hessen**

- DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.
- DIB Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie
- ERRMA European Renewable Resources and Materials Association
- GBM Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e. V.
- HERO Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe e. V.
- IKW Industrieverband Körperpflege und Waschmittel e. V.
- IVGT Industrieverband Veredlung – Garne – Gewebe – Technische Textilien e. V.
- Plastics Europe Deutschland
- Rhein-Main-Cluster Chemie & Pharma
- Science4Life Venture Cup
- VAAM Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie e. V.
- VBU Vereinigung Deutscher Biotechnologie-Unternehmen
- VCI Verband der Chemischen Industrie
- VHI Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e. V.

## Beispiel: **DECHEMA** fördert den technisch-wissenschaftlichen Austausch

Die DECHEMA vertritt als gemeinnützige Fachgesellschaft die Gebiete der chemischen Technik und Biotechnologie in Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. In der Fachgemeinschaft Biotechnologie treffen sich 1.800 Mitglieder, um Ergebnisse aus der akademischen Forschung möglichst schnell in Produkte und Prozesse umzusetzen. Eines ihrer jüngsten Ergebnisse ist beispielsweise eine App zur Naturstoff-Datenbank, die seit März 2016 angeboten wird. Die Nähe von Grundlagenforschung und angewandter Forschung wird auch durch die Vereinigung deutscher Biotechnologie-Unternehmen (VBU) gewährleistet. Sie spielt eine wichtige Rolle beim Technologietransfer.

Die DECHEMA Ausstellungs-GmbH organisiert mit der ACHEMA die weltweite Leitmesse für chemische und biotechnologische Technik und Prozessindustrie.

[www.dechema.de](http://www.dechema.de)



© Creative-Touch / ThinkstockPhotos.de

## Forschung und Lehre

Der Erfolg der Bioökonomie und ihre Weiterentwicklung hängen entscheidend vom Wissen über die Bereitstellung von biobasierten Rohstoffen, deren Handhabung und Transformation, der Anwendung der entstehenden Produkte sowie der Integration der Bioökonomie in das ökonomische, ökologische und soziale Gesamtsystem ab. National und international wettbewerbsfähige Institutionen zur Wissensgenerierung auf Schlüsselgebieten sind deshalb ein wichtiger Standortfaktor. Zudem stellt die Ausbildung an Universitäten und Hochschulen der Wirtschaft Fachkräfte zur Verfügung, die den aktuellen Stand der Forschung kennen.

Hessen kann sich in dieser Hinsicht auf Spitzenforschung und hervorragende Ausbildung stützen. 35 Institute an vier Universitäten, sechs Fachhochschulen und weitere Forschungseinrichtungen entwickeln Grundlagen und technisch-wissenschaftliche Lösungen für bioökonomische Fragestellungen.

Die Philipps-Universität Marburg hat in der Mikrobiologie europäischen Rang; sie kooperiert in der Pilzforschung eng mit der Goethe-Universität Frankfurt. Mit der Insekten-Biotechnologie wurde an der Justus-Liebig-Universität

Gießen eine einzigartige Forschungsrichtung angestoßen. Die Universität Kassel forscht umweltbezogen in den Agrar-, Ingenieur- und Materialwissenschaften. Im Anlagenbau ist die TU Darmstadt führend. Besonders hervorzuheben ist das Forschungsförderungsprogramm LOEWE, das Hessen als Wissenschaftsstandort in großen Schritten voranbringt.

Weitere Universitäten und Fachhochschulen komplementieren die Wissenschaftsbasis durch fundierte Ausbildung und Forschung. In Hessen studieren mehr als 100.000 Nachwuchswissenschaftler an Fachbereichen, die für die Bioökonomie relevant sind. Das reicht von den Naturwissenschaften über Verfahrenstechnik und Ingenieurwissenschaften bis hin zu IT- und Logistik-Lehrstühlen. Mit 13.000 Stellen beschäftigen diese Fachbereiche 41 Prozent des hessischen Hochschulpersonals. Das bestätigt nachdrücklich die Bedeutung der Bioökonomie an hessischen Hochschulen.

Für bioökonomisch relevante Forschungsprojekte wurden seit 2010 mehr als 120 Millionen Euro Fördermittel vom Bund und vom Land Hessen eingeworben

## Bioökonomische Forschung an **hessischen Universitäten**

### Philipps-Universität Marburg

Die Philipps-Universität, 1527 gegründet, gehört zu den traditionsreichen Hochschulen Deutschlands. Die mikrobiologische Forschung genießt dort seit Jahrzehnten international eine hervorragende Reputation. Sie hat das Potenzial, praktische Fragen der Bioökonomie zu beantworten, beispielsweise was die mikrobielle Umsetzung von Biomasse sowie die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Bodenmikroorganismen und Nutzpflanzen betrifft.

Zusammen mit dem Marburger Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie erforschen seit 2010 mehr als 100 Wissenschaftler der Philipps-Universität als LOEWE-Zentrum die Grundlagen der Synthetischen Mikrobiologie. Für die zukünftige Bioökonomie spielt dieses Arbeitsgebiet eine Schlüsselrolle, weil es das Spektrum biotechnologischer Verfahren und biobasierter Produkte enorm erweitern kann.

### Technische Universität Darmstadt

Mit den Fachbereichen Chemie, Biologie, Material- und Geo-Wissenschaften, Bau- und Umweltingenieurwesen sowie Maschinenbau nimmt die 1877 gegründete TU Darmstadt einen Spitzenplatz unter den deutschen Technischen Universitäten ein. 2015 hat die Universität zwei Profillbereiche geschaffen, die für die Bioökonomie unmittelbar relevant sind: „Energiesysteme der Zukunft“ und „Von neuen Materialien und Werkstoffverbänden hin zur Produktinnovation“. Als konkrete bioökonomische Forschungsfelder werden zum Beispiel die nachhaltige Papierherstellung und -recycling sowie die Herstellung von Chemieprodukten und Energie aus den Reststoffen biotechnologischer Verfahren untersucht.

## Universität Kassel

Die 1971 gegründete Universität Kassel verfügt über ein unverkennbares Profil im Bereich der umweltbezogenen Bildung und Forschung, das sich sowohl in ihrem Leitbild als auch in den über 60 Fachgebieten mit Umweltschwerpunkt widerspiegelt.

Die Lehre und Forschung des Fachbereichs Ökologische Agrarwissenschaften am Universitäts-Standort Witzenhausen befasst sich mit der Erzeugung von gesundheitlich und biologisch hochwertigen Lebensmitteln in möglichst geschlossenen Kreisläufen unter Verzicht auf kurzfristige ökonomische Vorteile. Nachwachsende Rohstoffe werden im Fachgebiet Grünlandwissenschaft erforscht. Im Kompetenzzentrum für Klimaschutz und Klimaanpassung (CliMA) werden sämtliche Aktivitäten in diesen Bereich gebündelt. Seit 2012 ist Professor Dr. Ulrich Hamm, der Leiter des Fachgebiets Agrar- und Lebensmittelmarketing, Mitglied des Bioökonomierats der Bundesregierung.

## Bioökonomische Schwerpunkte des LOEWE-Programms

LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz ist der Name des Forschungsförderungsprogramms, mit dem das Land Hessen seit 2008 wissenschaftspolitische Impulse setzt und die hessische Forschungslandschaft langfristig stärkt.

<https://wissenschaft.hessen.de/loewe>

Mit dem Schwerpunkt Integrative Pilzforschung an der Goethe-Universität Frankfurt, dem LOEWE-Zentrum für Insektenbiotechnologie und Bioressourcen an der Justus-Liebig-Universität Gießen sowie Synmikro – LOEWE-Zentrum für Synthetische Mikrobiologie an der Philipps-Universität Marburg adressiert das LOEWE-Programm auch wichtige Themen der Bioökonomie.

Die „Integrative Pilzforschung“ soll auf der Basis holzartiger Biomasse zu neuen Verfahren der Gewinnung von Substanzen führen, die sonst nur über aufwendige chemische Synthesen herzustellen wären. Von hauptsächlichem Interesse sind dabei die sogenannten Grund- oder Plattformchemikalien. Die Beteiligung von Großunternehmen wie Evonik und Sanofi und von KMU wie der BRAIN AG unterstreicht das Interesse der Wirtschaft an diesem Vorhaben, dessen Ergebnisse dazu beitragen werden, nicht essbare Biomasse als industriellen Rohstoff zu verwenden.

[www.integrative-pilzforschung.de](http://www.integrative-pilzforschung.de)

Das LOEWE-Zentrum für Insektenbiotechnologie und Bioressourcen untersucht das einzigartige Potenzial von Insekten, um neue Wirkstoffe und Enzyme zu entdecken und zu entwickeln. So konnten bereits neue Enzyme für den Aufschluss holzartiger Rohstoffe, Wirkstoffe gegen Kartoffelschädlinge und antimikrobielle Substanzen isoliert werden. Die hohe wirtschaftliche Relevanz dieser Forschung wird durch die Kooperation mit Sanofi im Forschungszentrum „Natural Product Center of Excellence“ in Frankfurt-Höchst belegt.

[www.insekten-biotechnologie.de](http://www.insekten-biotechnologie.de)

Das LOEWE-Zentrum SynMikro, in dem die Philipps-Universität Marburg und das Max-Planck-Institut für Terrestrische Mikrobiologie zusammenarbeiten, betreibt Grundlagen- und angewandte Forschung zum Stoffwechsel von Mikroorganismen. Das Anwendungsspektrum reicht von Plattformchemikalien über spezielle Wirkstoffe bis hin zum Aufschluss holzartiger Rohstoffe und der Herstellung von Biogas.

[www.synmikro.com](http://www.synmikro.com)

# Neue Produktionsprozesse, Wertschöpfungsketten und Wirtschaftsmodelle

Hessische Unternehmen und Industriestandorte verstehen die Herausforderung der Bioökonomie als Chance. Sie investieren in biobasierte Verfahren und entwickeln neue Wertschöpfungsketten. Junge Unternehmen agieren dabei oftmals als Impulsgeber. Ausgehend von einer wissenschaftlich-technischen Kompetenz auf einem Spezialgebiet entwickeln sie ganze Branchen weiter. Derartige Unternehmen beginnen oft als Dienstleister, die bestimmte Verfahrensschritte entwickeln oder optimieren und Hilfsstoffe wie zum Beispiel Enzyme liefern. Wesentlich attraktiver ist es, sich in der Wertschöpfungskette als Produzent zu positionieren. Die Bioökonomie bietet dafür vielfältige Optionen. Zunehmend gelingt es hessischen Unternehmen, marktgängige Anwendungen für neue biobasierte Materialien zu entwickeln und erfolgreich zu vermarkten – eine ökonomische Herausforderung, weil biobasierte Produkte in Konkurrenz mit fossil basierten stehen.

Junge Unternehmen können ihren Anteil an der bioökonomischen Wertschöpfung auch durch Kooperationen (bis hin zum Joint Venture) mit entsprechend positionierten Partnern erhöhen. Ein Beispiel dafür bietet die BRAIN AG, deren Gründungskompetenz es war, Mikroorganismen für industrielle Anwendungen einzusetzen. Inzwischen stellt das Unternehmen selbst biobasierte Produkte her, hat mit Partnern Zugang zu Endkunden erreicht und ist 2016 erfolgreich an die Börse gegangen.

Hessens Bioökonomie ist heute in der gesamten Bandbreite biobasierter Produkte und Anwendungen etabliert und wettbewerbsfähig. Insbesondere ihre Kompetenzen in biobasierten Verfahren und der Herstellung von Biokatalysatoren sind in Verbindung mit dem Anlagenbau eine hervorragende Basis, die Rolle Hessens als Anbieter und Wegbereiter bioökonomischer Verfahrens- und Wertschöpfungsketten weiter auszubauen. Diese Chance gilt es zu nutzen. Die Landesregierung fördert deshalb Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet intensiv und setzt sich für innovationsfreundliche Rahmenbedingungen ein.

Die gemeinsamen Anstrengungen von Wirtschaft und Politik müssen sich daran messen lassen, ob es gelingt, wirtschaftlichen Erfolg und Nachhaltigkeit langfristig zu vereinen. Tatsächlich haben die in Hessen profildgebenden Technologiefelder biobasierte Funktionsmaterialien, Chemieprodukte und Anlagenbau bezüglich Umsatz und Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission mittel- (bis 2020) und langfristig (bis 2030) eine vielversprechende Perspektive (Abb. 7).

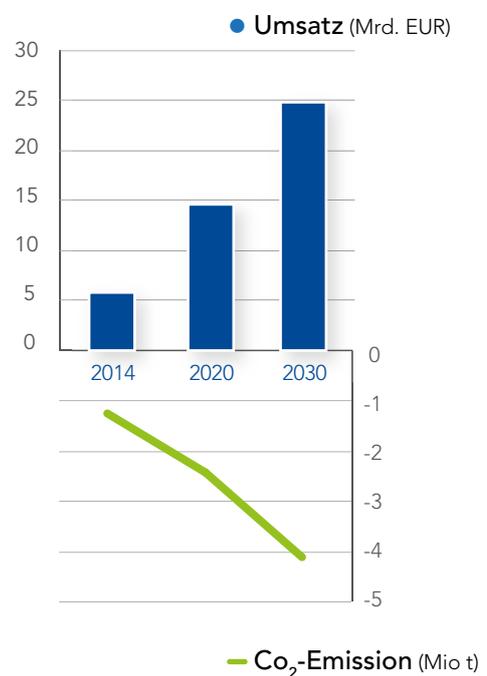


Abb. 7: Potenziale der Bioökonomie für Umsatzwachstum und Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission bis 2030

## BRAIN AG – Mit dem „Werkzeugkasten der Natur“ an die Börse

Wenn von unternehmerischen Pionierleistungen auf dem Gebiet der Bioökonomie in Deutschland die Rede ist, dann fällt weltweit oft zuerst der Name der BRAIN AG mit Sitz im hessischen Zwingenberg. Den „Werkzeugkasten der Natur“ zu nutzen, um innovative Verfahren und Produkte für eine Biologisierung der Industrie zu entwickeln, hat sich das 1993 gegründete Unternehmen von Beginn an zur Aufgabe gemacht. So identifiziert die BRAIN AG in dem unternehmenseigenen BioArchiv bislang unerschlossene, leistungsfähige Enzyme, mikrobielle Produzenten-Organismen oder Naturstoffe aus komplexen biologischen Systemen, um diese industriell nutzbar zu machen. Die BRAIN AG gehört in Europa zu den technologisch führenden Unternehmen auf dem Gebiet der industriellen Biotechnologie, einer Kerndisziplin der Bioökonomie. Viele Produkte des Unternehmens werden bereits erfolgreich in der Chemie sowie in der Kosmetik- und Nahrungsmittelindustrie eingesetzt. Das Spektrum seiner Forschung und Entwicklung umfasst beispielsweise Mikroorganismen, die Kohlendioxid stofflich verwerten, ebenso wie solche, die im „grünen Bergbau“ umweltschonend Seltene Erden oder Edelmetalle wie Gold oder Silber extrahieren, die in der High-Tech-Industrie dringend benötigt werden.



© Archiv BRAIN AG



© Martin Langer, Archiv BRAIN AG

Das Geschäftsmodell der BRAIN AG steht heute auf zwei Säulen: „BioScience“ und „BioIndustrial“. Als Technologiepartner betreibt das Unternehmen ein intensives Kooperationsgeschäft mit Industriepartnern („BioScience“), das zunehmend durch die Entwicklung und Vermarktung von eigenen Produkten und aktiven Produktkomponenten („BioIndustrial“) ergänzt wird. Die eigenen Produkte werden dabei entweder von Tochterunternehmen vermarktet, die durch M&A-Aktivitäten akquiriert wurden, oder durch Lizenzierungen an Industriepartner. Wie überzeugend diese Wachstumsstrategie ist, belegt der erfolgreiche Börsengang im Februar 2016. Seitdem notiert die BRAIN AG als erstes deutsches Unternehmen der Bioökonomie an der Frankfurter Börse.

[www.brain-biotech.de](http://www.brain-biotech.de)

## Potenziale für Wachstum und Beschäftigung

Die chemisch-pharmazeutische Industrie ist in Hessen in den vergangenen zehn Jahren durchschnittlich um 1,5 Prozent, der Anlagenbau um 2,7 Prozent und der Bereich der Funktionsmaterialien um 2,3 Prozent gewachsen<sup>10</sup> – Wachstumsraten, die auch für die Zukunft angenommen werden können.

Innerhalb dieser Branchen wird allerdings eine erhebliche Verschiebung zugunsten bioökonomischer Geschäftsanteile erwartet. So prognostizieren deutsche und internationale Studien ein Wachstum des Anteils der Bio-

ökonomie von heute 13 Prozent auf 17 bis 24 Prozent bis 2020 und 35 Prozent bis 2030.<sup>11, 12, 13</sup> Dementsprechend würde allein in den genannten drei Branchen der Bioökonomieumsatz in Hessen bis 2020 von 5,8 Milliarden Euro auf 14,6 Milliarden Euro und bis 2030 auf 24,8 Milliarden Euro steigen und 58.000 Arbeitsplätze schaffen.

Potenziale, die durch die Nutzung von biobasierten Restströmen in der Erzeugung von Bioenergie entstehen, sind dabei nicht berücksichtigt.

<sup>10</sup> VCI, *Chemiewirtschaft in Zahlen 2015*

<sup>11</sup> Rothermel J., (VCI); *Renewable Raw Materials in the EU Chemical Industry*; 18.6.2015; ACHEMA, Frankfurt

<sup>12</sup> Festel G. (2015) *Opportunities and Challenges in the Emerging Industrial Biotechnology Sector*. Festel Capital, ZEW

<sup>13</sup> Julia Allen (LuxResearch); *Bio-based materials and chemicals: Where the industry sat in 2014 and where we are today*; BIO World Congress on Industrial Biotechnology (20.7.2015)



## Potenziale für Nachhaltigkeit und Klimaschutz



Der mit der wachsenden Bedeutung der Bioökonomie beschleunigte Rohstoffwandel wird zu einer deutlichen Reduktion des Verbrauchs fossiler Rohstoffe und damit auch zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führen.

Allein die hessische Chemieindustrie, die heute zu 13 Prozent (400.000 Tonnen) nachwachsende Rohstoffe verbraucht, hat bis 2020 das Potenzial, jährlich 780.000 Tonnen fossile Rohstoffe einzusparen und damit CO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 2,4 Millionen Tonnen pro Jahr zu vermindern. Zum Vergleich: Die jährliche CO<sub>2</sub>-Emission der Industrie in Frankfurt beträgt 2,77 Millionen Tonnen (2012)<sup>14</sup>. Bis 2030 liegt das Einsparpotenzial bei bis zu 4,1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

<sup>14</sup> Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Ausgewählte Emittentengruppen – Kohlendioxid; Aufruf am 12.9.2015

Unter Berücksichtigung weiterer Branchen und von Sekundäreffekten lassen sich noch wesentlich größere Klimaschutzeffekte annehmen. So reduzieren biobasierte Funktionsmaterialien im Baugewerbe die CO<sub>2</sub>-Emission zusätzlich, weil Materialien wie Stahl und Beton, deren Herstellung sehr energie- und emissionsintensiv ist, ersetzt werden können. In Deutschland emittieren die Zementindustrie 19,6 Millionen Tonnen und die Eisen- und Stahlindustrie 35,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> und verursachen damit 4,25 Prozent bzw. 7,9 Prozent der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>15</sup> CO<sub>2</sub>-neutrale Alternativen insbesondere für diese Bereiche würden somit eine signifikante Stärkung des Klimaschutzes bedeuten.

Biobasierte Chemieprodukte wie Waschmittel oder Funktionsmaterialien wie Dämmstoffe aus Naturfasern sind Bestandteil unseres Alltags mit einem erkennbaren Nutzen für Verbraucher und Umwelt. Derartige Produkte tragen dazu bei, die gesellschaftliche Akzeptanz der Bioökonomie zu stärken, die Nachfrage nach biobasierten Produkten und Anwendungen zu fördern und so zum Wachstum der Bioökonomie insgesamt beizutragen. Damit bietet sich erstmals die Chance, das Wirtschaftswachstum von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu entkoppeln und nachhaltig zu gestalten.

<sup>15</sup> Treibhausgasemissionen 2014 - Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland, Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt

## Innovationsfreundliche Rahmenbedingungen

Innovationen zu fördern und damit die Transformation hin zu einer Bioökonomie zu beschleunigen, ist das erklärte Ziel des Hessischen Wirtschaftsministeriums und weiterer Schlüsselakteure der Bioökonomie in Hessen, die dies in einem gemeinsamen Positionspapier<sup>16</sup> formuliert haben.

<sup>16</sup> „Bioökonomie in Hessen – Positionen. Nachhaltiges Wirtschaften mit wissensbasierter Bioökonomie“, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, Wiesbaden, Juni 2016

Um Unternehmen Planungssicherheit zu geben, setzen sie sich für unterstützende rechtliche Regelungen und Standards auf nationaler und europäischer Ebene ein. Dabei geht es auch um Neugründungen mit innovativen Produkten, Verfahren oder Dienstleistungsangeboten. Für Gründer und ihre Investoren strebt die Hessische Landesregierung eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Gründungs- und Wagnisfinanzierung an.



# Eckdaten der hessischen Bioökonomie

## Schwerpunkte

Das hessische Bioökonomieprofil wird durch die Technologiefelder Chemie, Funktionsmaterialien und Anlagenbau geprägt. Biopharmaka und Bioenergie sind mit diesen Kernfeldern synergistisch verbunden.

## Unternehmen

In Hessen sind 62 Unternehmen auf Gebieten der Bioökonomie tätig. Leistungsfähige Standortbetreiber tragen zu ihrem Erfolg bei.

## Umsatz und Beschäftigung

Die hessische Bioökonomie erwirtschaftet einen Umsatz von 8 Milliarden Euro und beschäftigt 16.000 Mitarbeiter.

## Forschung und Lehre

20 Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen tragen zur hessischen Bioökonomie durch Forschung und Lehre bei. Insbesondere in der Biologie und den Ingenieurwissenschaften zeichnet sich Hessen durch eine internationale Spitzenstellung aus.

## Kommunikation

Ein Alleinstellungsmerkmal Hessens ist seine nationale und europäische Position als Informations- und Kommunikationsdrehscheibe. Hessen ist Sitz von zahlreichen Verbänden, Konzernzentralen und Finanzeinrichtungen.

## Logistik

Hessen ist in die deutsche und europäische Rohstoff- und Warenlogistik zu Lande, zu Wasser und in der Luft zentral eingebunden. Für Hessens Rolle als zentraler Verkehrsknotenpunkt ist der internationale Flughafen Frankfurt entscheidend.

## Rahmenbedingungen

Die Bioökonomie findet in der Bevölkerung, in der Wirtschaft und bei weiteren gesellschaftlichen Akteuren hohe Akzeptanz. Hessen bietet sehr gute Rahmenbedingungen für die Entwicklung einer wissensbasierten Bioökonomie: Eine leistungsfähige Infrastruktur, aktive Netzwerke sowie eine kompetente und erfahrene Verwaltung bilden eine effiziente Grundlage.

## Ausblick und Klimaschutz

Die Bioökonomie Hessens lässt ein erhebliches Wachstum des Anteils ihrer Wertschöpfung in den Technologiefeldern Chemie, Pharma, Anlagen- und Prozesstechnik sowie biobasierte Funktionsmaterialien von heute 13 auf bis zu 35 Prozent im Jahr 2030 erwarten. Bereits 2020 kann sie die CO<sub>2</sub>-Emissionen Hessens um ein Volumen reduzieren, das der heutigen Industrie-Emission einer Großstadt wie Frankfurt entspricht.

# Impressum

## Herausgeber:

Hessen Trade & Invest GmbH  
Konradinallee 9  
65189 Wiesbaden  
Tel.: +49 611 95017-85  
Fax: +49 611 95017-8466  
E-Mail: info@htai.de  
www.htai.de

## Redaktion:

Lena Ewert-Haupt,  
Dr. Janin Sameith,  
Dr. Detlef Terzenbach  
Hessen Trade & Invest GmbH

Dr. Ulrike Niedner-Kalthoff  
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Landesentwicklung

Joachim Pietzsch  
wissenswert

Auftraggeber der zugrunde liegenden Studie  
Wirtschaftliche Bedeutung der wissensbasierten  
Bioökonomie in Hessen (Wiesbaden, Dezember 2015):  
Hessen Trade & Invest GmbH  
Konradinallee 9  
65189 Wiesbaden  
www.htai.de

## Autoren der Studie:

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und  
Biotechnologie e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 25  
60486 Frankfurt am Main  
Dr. Andreas Förster  
Tel.: +49-69-7564409  
E-Mail: foerster@dechema.de  
Dr. Jochen Michels  
Tel.: +49-69-7564157  
E-Mail: michels@dechema.de

KADIB Kircher Advice in Bioeconomy  
Kurahessenstr. 63  
60431 Frankfurt  
Dr. Manfred Kircher  
Tel.: +49-69-95104772  
E-Mail: kircher@kadib.de

© Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Landesentwicklung  
Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden  
www.wirtschaft.hessen.de

Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise –  
nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.

Gestaltung: Piva & Piva, Darmstadt  
Druck: A & M Service GmbH

ClimatePartner<sup>o</sup>  
klimaneutral  
Druck | ID 11589-1704-1002

Juli 2017

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessen Trade & Invest GmbH herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung von funktions- bzw. personenbezogenen Bezeichnungen, wie zum Beispiel Teilnehmer / Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.



HESSEN

TRADE & INVEST

