



Impulspapier

Biobasierte Materialien

und ihre Bedeutung für die technologische Souveränität

Rat für technologische Souveränität

Hinweis

Die Veröffentlichung des Rats für technologische Souveränität gibt nicht notwendigerweise die Meinung des BMFTR wieder.

Einleitung

In unserem [Positionspapier „Materialforschung“](#) (Februar 2025) haben wir die zentrale Rolle dieses Forschungsbereichs bei der Entwicklung neuer Technologien und Produkte sowie ihre daraus resultierende Bedeutung für die Lösung globaler Herausforderungen beleuchtet. Indem sie neuartige Materialien mit neuen Eigenschaften entwickelt, schafft die Materialforschung die Grundlage für Innovationen und Weiterentwicklungen in diversen Branchen und Forschungsdisziplinen. Im Zuge zunehmender geopolitischer Spannungen erwächst ihre Relevanz außerdem maßgeblich aus ihrem Potenzial, die Abhängigkeiten von Material- und Rohstoffimporten zu reduzieren – durch die Entwicklung geeigneter Substitute, eine Verbesserung der Recyclingfähigkeit von Werkstoffen und der daraus hergestellten Produkte.

Das vorliegende Impulspapier ergänzt das Positionspapier „Materialforschung“ um den besonderen Fokus auf biobasierte Materialien. Aus der Natur stammende oder durch mikrobielle Biosynthese hergestellte Materialien eröffnen neue Möglichkeiten, den Einsatz von fossilen Rohstoffen zu reduzieren und eine unabhängigere, nachhaltigere Produktion in verschiedenen Sektoren zu fördern.¹ Dabei haben biotechnologische Verfahren das Potenzial, klassische chemische Produktionsprozesse zu ergänzen oder vollständig zu ersetzen. In einem zunehmend globalisierten und ressourcenknappen Umfeld bieten biobasierte Materialien Chancen für eine nachhaltigere Wirtschaft, eine unabhängigere und resilientere Industrie und damit eine vielversprechende Möglichkeit, die technologische Souveränität zu stärken. Die Nutzung und Entwicklung biobasierter Materialien erstrecken sich über eine Vielzahl von Industrien und Anwendungen – von der Verpackungs- und Textilindustrie bis hin zur Baustoff- und Kunststoffindustrie. Damit das volle Potenzial biobasierter Materialien ausgeschöpft werden kann, ist es jedoch notwendig, die Möglichkeiten der fortschreitenden Digitalisierung und Automatisierung von Produktionsprozessen zu nutzen. Technologien wie digitale Zwillinge und Methoden der KI² können dabei eine entscheidende Rolle spielen. Um eine nachhaltige bioökonomische Produktion zu etablieren, müssen jedoch nicht nur Forschung und Entwicklung, sondern auch Skalierbarkeit in der Produktion, Marktimplementierung und politische Rahmenbedingungen adressiert werden³. Derzeit werden diesbezüglich international die Weichen gestellt.⁴

BIOLOGISCHE UND BIOBASIERTE MATERIALIEN

Zur Vermeidung von Missverständnissen wird hier zwischen **biologischen Materialien** oder Naturstoffen, wie gewachsenem Holz oder Baumwolle, und **biobasierten Materialien** unterschieden. Analog zur Erläuterung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) zum Thema Biokunststoffe verwenden wir in diesem Text das Adjektiv „biobasiert“, wenn es um Materialien und Produkte geht, die zu einem wesentlichen Anteil oder vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt worden sind (<https://biowerkstoffe.fnr.de/fileadmin/Projekte/2024/Biowerkstoff/BioKS-10-Punkte-2024.pdf>). Siehe hierzu auch die europäische Norm EN 16640 „[Biobased products – Determination of the biobased carbon content of products using the radiocarbon method](#)“.

BIOTECHNOLOGIE

Der Begriff **Biotechnologie** bezieht sich auf Verfahren im Sinne der OECD-Definition: Biotechnologie ist demnach „die Anwendung von Wissenschaft und Technologie auf lebende Organismen sowie auf deren Bestandteile und Produkte mit dem Ziel, diese für die Produktion von Waren, Dienstleistungen und Wissen zu verändern bzw. zu verwenden“ (<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Biotechnology>).

BIOKATALYSATOREN

Biokatalysatoren sind Moleküle, die in lebenden Organismen biochemische Reaktionen ermöglichen. Die meisten Biokatalysatoren sind Proteine, die so genannten Enzyme, die vermehrt auch in isolierter Form – *in vitro* - in Produkten bzw. Produktionsprozessen branchenübergreifend eingesetzt werden.

BIOMANUFACTURING

Biomanufacturing ist die Verwendung biologischer Systeme, einschließlich Pflanzen und Mikroben wie Bakterien, Hefe und Algen, oder ihrer Enzyme und molekularen Bestandteile zur Herstellung von Produkten in relevantem kommerziellen Maßstab.

Biobasierte Materialien: Eigenschaften und Verarbeitung

Produkte aus biobasierter Herstellung können solche aus fossilen Quellen entweder als „drop in solutions“ ersetzen oder aufgrund ihrer Funktionalität für den Aufbau komplexer Strukturen eingesetzt werden.

Biobasierte Materialien besitzen Eigenschaften wie Chiralität⁵ und Hierarchiesensitivität⁶, die sie von klassischen synthetischen Werkstoffen unterscheiden. Chiralität liegt vor, wenn sich das Spiegelbild eines Objektes nicht durch Drehung mit dem Original zur Deckung bringen lässt. Diese Eigenschaft in der Natur und auch die hierarchische Anordnung der natürlichen Bausteine, die in der Natur durch Wachstum entstehen, verleihen diesen Materialien einzigartige funktionale Eigenschaften wie Selektivität, Modularität, Schadenstoleranz, Anpassfähigkeit und Multifunktionalität. Diese Merkmale sind auch in der Entwicklung neuer Werkstoffe gefordert, insbesondere im Hinblick auf ihre Integration in moderne, adaptive Systeme. Die Forschung zu adaptiven Systemen betrachtet beispielsweise, wie Materialien – durch das Integrieren lebender Zellen – mit gänzlich neuer adaptiver Funktionalität versehen werden könnten.⁷

Ein bekannteres Beispiel für biotechnologische Innovationen ist die Herstellung von biobasierten Kunststoffen, die durch biotechnologische Verfahren wie die Fermentation von Industrie- oder Reststoffen (zum Beispiel Zucker oder CO₂) erzeugt werden können.⁸ Diese Materialien bieten nicht nur eine Lösung zur Reduktion des Verbrauchs fossiler Rohstoffe, sondern ermöglichen auch eine signifikante Verringerung von CO₂-Emissionen in der Produktion. Potenziale gibt es auch zum Beispiel im Bereich des Leichtbaus durch den Einsatz von biotechnologisch hergestellter Spinnenseide. Diese Proteinfasern

vereinen eine einzigartige Kombination von Materialeigenschaften wie extreme Elastizität und Tragfähigkeit mit antibakteriellen Eigenschaften sowie biologischer Abbaubarkeit und Kreislauffähigkeit und stellen damit, sollte ihre Herstellung im industriellen Maßstab gelingen, eine äußerst vielversprechende Materialinnovation dar. In der Verpackungsindustrie kommen biobasierte, biologisch abbaubare Kunststoffe wie zum Beispiel Polymilchsäure bereits zum Einsatz⁹. Diese biobasierten Materialien bieten eine Alternative zu erdölbasierten Massenkunststoffen. Die Recyclingfähigkeit hängt allerdings nicht mit der Kohlenstoffquelle zusammen: Sowohl fossilbasierte als auch biobasierte Kunststoffe können, müssen aber nicht recyclingfähig und/oder abbaubar sein.

Die Nutzung von biologischen Prozessen in der Produktion erfolgt durch biotechnologische Verfahren, die den direkten Einsatz von Mikroorganismen wie Bakterien oder Hefen zur Herstellung von Chemikalien und Ausgangsstoffen ermöglichen. Hierbei können durch Biokatalyse – also enzymatische Reaktionen – Substanzen mit hoher Präzision und in weniger Produktionsschritten synthetisiert werden, was die Effizienz erhöht und die Umweltbelastung verringert. Beispielsweise sind bei der Herstellung von Vitamin B2 durch Biokatalyse die Produktionskosten, der Ressourcenverbrauch, die CO₂-Emissionen und die Abfallstoffe deutlich geringer als bei der chemischen Synthese.¹⁰ Biokatalytische Prozesse spielen daher schon heute eine zentrale Rolle in der Kreislaufwirtschaft und beim Recycling von fossilen Rohstoffen. Im Materialbereich ist es der Chemieindustrie erstmalig gelungen, biobasiertes Anilin im Tonnenmaßstab herzustellen und diese Grundchemikalie so für eine biobasierte Kreislaufwirtschaft zu erschließen.¹¹

Verwendung von biobasierten Materialien: Märkte und Potenziale

Industrielle und verbrauchernahe Biotechnologie schließt häufig die Nutzung der Gentechnik zur Analyse und Anpassung biologischer Prozesse auf molekularer Ebene ein. Technische Enzyme werden häufig in gentechnisch veränderten Organismen hergestellt. So können u. a. biobasierte Produkte für industrielle und verbrauchernahe Zwecke weiterentwickelt und hergestellt werden. Unternehmen entwickeln beispielsweise zunehmend Spezialchemikalien und Produkte für den

Hausgebrauch, die auf diese nachhaltigere und kostengünstigere Weise hergestellt werden. Auch bei der Herstellung von Lebensmitteln wie z. B. Brot und Backwaren können Hilfsmittel aus gentechnischen Anwendungen zum Einsatz kommen.¹² Alternativ können optimierte Enzyme einzelne oder mehrere Schritte chemischer Synthesen ersetzen. Das Marktpotenzial biobasierter Produkte wird von Beratungsgesellschaften als groß eingeschätzt¹³ (siehe Abbildung 1).

Biobasierte Materialien kommen heute insbesondere im Bereich der Verpackungen, im Leichtbau und in der Textilindustrie zur Anwendung¹⁴. In diesen Bereichen wird ein Großteil der biologischen Materialien verarbeitet, wobei der Anteil von Holz- und Papierprodukten dominierend ist. Zur Verarbeitung oder Veredelung der Produkte werden darüber hinaus biotechnisch entwickelte und produzierte Biokatalysatoren (z. B. Enzyme) eingesetzt.

Bei der Herstellung von Papier und Zellstoffen werden Enzyme wie Amylasen, Cellulasen, Proteasen, Lipasen und Xylanasen verwendet. Diese werden meist maßgeschneidert für bestimmte Zwecke entwickelt, um Prozesse effizienter zu machen. Sie helfen auf diese Weise, zum Beispiel Rohstoffe, Energie oder Zeit einzusparen – wie etwa beim Papierrecycling, wo Druckertinte mit Hilfe von Amylasen entfernt werden kann. Enzyme für umweltfreundliches und chlorfreies Bleichen gelten als einer der am schnellsten wachsenden Märkte industrieller Enzyme.

Der Einsatz von biobasierten Kunststoffen in der Verpackungsindustrie zeigt ein starkes Wachstum, das in den kommenden Jahren weiter zunehmen könnte. Biobasierte Kunststoffe, die aus nachwachsenden Rohstoffen wie Stärke, Cellulose oder Milchsäure hergestellt werden, bieten signifikante Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen auf Erdölbasis. Sie können den Bedarf an fossilen Ressourcen deutlich verringern und

tragen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei. Auch an der Kombination von Naturfasern mit Kunststoffen zur Entwicklung innovativer Materialien wird aktuell geforscht¹⁵.

Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Erzeugung von Biogas und Biokraftstoffen, die zunehmend auch zur Herstellung von Chemikalien und Kunststoffen genutzt werden.

In der Textilindustrie stellt die biotechnische/enzymatische Verarbeitung von Naturstoffen wie Baumwolle oder Wolle und insbesondere auch von biotechnologisch erzeugtem Material wie Proteinfasern einen vielversprechenden Ansatz dar, um den Wasser- und Chemikalienverbrauch drastisch zu senken. Auch hier kommen Biokatalysatoren zum Einsatz, um z. B. die Verarbeitungstemperaturen zu senken und damit die Produktion umweltschonender sowie energieeffizienter zu gestalten.

Biobasiertes Material nach dem Vorbild der Natur kann ein wesentlicher Baustein einer zukünftigen Kreislaufwirtschaft werden (siehe Abbildung 2). Die Etablierung einer solchen Kreislaufwirtschaft erfordert eine nachhaltige Verknüpfung von Biosphäre und Technosphäre, bei der wiederum die Biotechnologie eine entscheidende Rolle spielt. Diese Verknüpfung unterstreicht die prognostizierte Bedeutung der Biotechnologie, einschließlich der synthetischen Biologie, für die technologische Souveränität.

	Marktanteil bis 2040	Potenzielle Einnahmen 2040 (Mrd. \$)	Beispiele für Unternehmen
Alternative Proteine <i>Kultiviertes Fleisch; mikrobielle Proteine (z. B. Mykoproteine)¹</i>	 10-50 %	24-390	Upside Foods, Vow
Agrarbiotechnologie <i>Gentechnisch veränderte Tiere und Pflanzen zur Verbesserung von Krankheitsresistenz, Ertrag usw.; selektive Züchtung durch genetische Marker</i>	 30-42 %	170-230	Bayer Crop Science, Syngenta
Konsumgüter und Dienstleistungen <i>Personalisierte genetische Erkenntnisse; personalisierte Schönheits-, Gesundheits- und Wellnessprodukte (z. B. DNA-basierte Diäten, personalisierte Hautpflege); probiotikabasierte Produkte</i>	 10-29 %	71-170	Novonosis, IFF, Givaudan, PROVEN Skincare
Biomaterialien und Biochemikalien <i>Biokunststoffe (z. B. PHAs); fermentationsbasierte Chemikalien (z. B. Ethanol, 1,4-Butandiol, Milchsäure); biobasierte Zusätze für Lebensmittel und Futtermittel; mikrobieller Pflanzenschutz</i>	 10-19 %	70-100	Danimer, Genomatica, Corbion, Dupont, Lanzatech, Avantium

¹ Kultiviertes Fleisch wird durch die direkte Kultivierung tierischer Zellen produziert. Mykoproteine sind pflanzenbasierte Proteine, die aus einem natürlichen Mikrofungus (*Fusarium venenatum*) gewonnen werden.

Abbildung 1: Segmente der nichtmedizinischen Biotechnologiebranche mit von McKinsey prognostizierten Marktanteilen und potenziellen Einnahmen.¹⁶

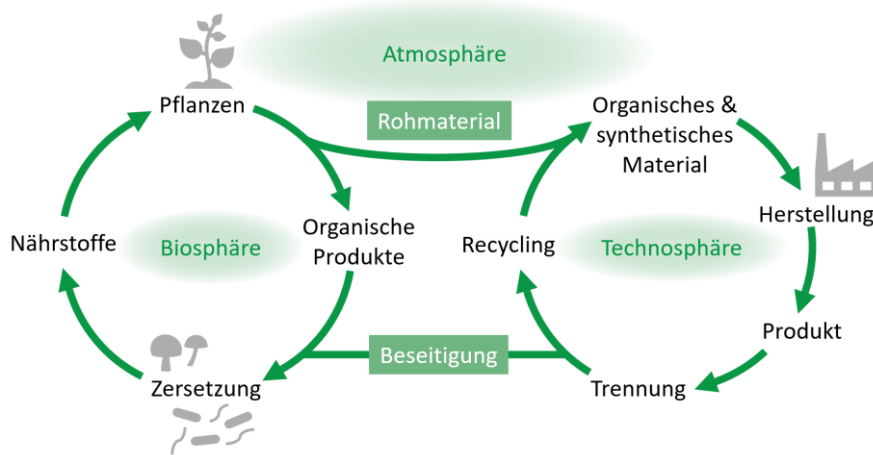


Abbildung 2: Biobasierte Kreislaufwirtschaft. Über die Darstellung hinausgehend besteht grundsätzlich an jedem Punkt des Kreislaufs Potenzial zur weiteren Kreislaufrückführung, beispielsweise durch die Wiederverwertung von Nebenprodukten. Quelle: eigene Darstellung.

BEDEUTUNG DER SYNTHETISCHEN BIOLOGIE FÜR DIE TECHNOLOGISCHE SOUVERÄNITÄT

Die synthetische Biologie ist die gezielte Konstruktion und Optimierung biologischer Systeme durch die Anwendung von Ingenieurprinzipien auf genetische und biologische Prozesse, um neue oder verbesserte Funktionen zu erzeugen.

Diese moderne Biotechnologie birgt in sich die Fähigkeit zur Entwicklung und Kontrolle biologischer Systeme. Durch die gezielte Veränderung genetischer Informationen und biologischer Prozesse können beispielsweise neue, nachhaltige Materialien und Produktionsmethoden entstehen, die unabhängiger von externen Ressourcen sind. Dies stärkt die wirtschaftliche und technologische Autonomie, da essenzielle Wertschöpfungsketten lokal etabliert werden können.

Die synthetische Biologie eröffnet zudem neue Wege in der Medizin, Landwirtschaft und Energieproduktion, indem sie maßgeschneiderte Lösungen für spezifische Herausforderungen bereitstellt. Die kontinuierliche Forschung und Entwicklung in diesem Bereich können somit entscheidend zur Sicherung der technologischen Souveränität und zur Förderung nachhaltiger Innovationen beitragen.

Herausforderungen und Chancen für die technologische Souveränität im Bereich biobasierter Materialien

Damit biobasiertes Material in Zukunft solches aus fossilen Quellen ersetzen kann, ist Forschung an allen Schalt- und Übergangspunkten auf dem Weg zur zirkulären Bioökonomie notwendig.

Da der Umgang mit lebenden Systemen im Materialkontext innovative Produktionsverfahren erfordert, sind die Produktpreise derzeit noch doppelt bis dreifach so hoch wie bei konventionellen Herstellungsverfahren. Daher muss der Produktionsprozess im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit schrittweise optimiert werden, um

Kostensenkungspotenziale in der Produktion zu realisieren. Beispielsweise können bei der Produktion von biobasierten Materialien Rückstände und/oder Nebenkomponenten im Prozess auftreten, die erst im größeren Produktionsmaßstab evident werden. Vom „Tal des Todes“ (*Valley of Death*) sprechen Fachleute¹⁷, wenn bei der Skalierung der Produktion hohe technische Risiken auf die hohen Anlagenbaukosten treffen. Dies gilt auch für die Produktion biobasierter Produkte. Die Verringerung bestehender Hürden kann hier die Entwicklung und Etablierung neuer Produktionsmethoden beschleunigen.¹⁸

Der Zugriff auf neuartige Materialien und Produktionsmethoden ist ein wichtiger Aspekt der technologischen Souveränität Deutschlands. Als Voraussetzung zur Etablierung von Produktionsprozessen für biologische Materialien im industriellen Maßstab sind Metriken anzuwenden oder neu zu entwickeln, die beispielsweise Energieeffizienz über die gesamte Prozesskette bestimmen und in einem weiteren Schritt die prozesstechnische Optimierung vorantreiben. So lässt sich mittel- und langfristig die Nachhaltigkeit der Produktion steigern. Biologische Materialien entstehen zwar bei milden Reaktionsbedingungen (beispielsweise in wässriger Lösung bei Raum- oder Körpertemperatur), jedoch erfordert die industrielle Produktion oft die Nutzung von größeren Volumina und aufwändigen Downstream-Prozessen. Der Umgang mit großen Volumina bei der Aufreinigung kann energieintensiv sein. Hier können innovative Energiespartechnologien und prozesstechnische Optimierungen dabei unterstützen, die Nachhaltigkeit der Produktion zu steigern.

Fortschritte sind auch durch den Einzug der Digitalisierung in die industrielle Produktion zu erwarten. Durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz und *In-silico*-Simulationen können die komplexen biologischen Prozesse besser verstanden und optimiert werden. Die Verwendung von digitalen Zwillingen zur Modellierung von Bioprozessen ermöglicht eine genauere Vorhersage und Steuerung der Produktionsprozesse sowie eine Erhöhung ihrer Effizienz und Skalierbarkeit.

Für einen erfolgreichen Übergang von Nischenanwendungen zu Massentauglichkeit müssen biotechnologische Herstellverfahren für den industriellen Maßstab entwickelt werden. Dies erfordert eine Optimierung der Produktionsorganismen, z. B. die Umstellung von Batch-Prozessen, bei denen nach einem Produktionsdurchgang der Prozess gestoppt, das Produkt „geerntet“ und von vorn begonnen wird, auf kontinuierliche Fermentation. Entsprechende Forschungsfragen werden derzeit in verschiedenen Projekten bearbeitet. Auch die Entwicklung und der Einsatz von – in anderen Bereichen bereits etablierten – standardisierten Modulsystemen für *Biomanufacturing* könnten helfen, die Produktionskosten zu senken.¹⁹

In einzelnen Industrien stellen auch die ordnungspolitischen Rahmenbedingungen eine Herausforderung dar. Beispielsweise erschwert die EU-Verpackungsrichtlinie, die Verpackungen ohne etablierte Recyclingwege verbietet, die Verwendung innovativer Materialien, die möglicherweise nicht mit bestehenden kommerziellen Recyclingsystemen vereinbar sind.²⁰

Für die Etablierung der biobasierten Produktion im industriellen Maßstab ist nicht zuletzt der Dialog mit der Gesellschaft entscheidend, um die Akzeptanz und Nachfrage nach biobasierten Produkten zu fördern. Reallabore und Begleitforschungsprojekte bieten eine Plattform für den Austausch zwischen Forschung, Industrie und Gesellschaft, wodurch innovative Lösungen schneller den Markt erreichen könnten.

Fazit: Nachhaltigkeit und technologische Souveränität durch Erforschung und Produktion von biobasierten Werkstoffen und Materialien

Biobasierte Materialien bieten eine vielversprechende Grundlage für eine nachhaltigere und ressourcenschonendere Produktion sowie für die Verringerung von Abhängigkeiten bei Rohstoff- und Materialimporten (siehe auch Kapitel 2.1 im [Positionspapier „Materialforschung“](#)). Ihre Anwendung in Bereichen wie Verpackungen, Leichtbau, Textilien und Chemikalienproduktion stellt einen bedeutenden Schritt in Richtung einer Kreislaufwirtschaft dar. Gleichzeitig können biotechnologische Verfahren eine effizientere Nutzung von Rohstoffen und Energie ermöglichen und zur Verringerung von Treibhausgasemissionen beitragen.

Für eine langfristige technologische Souveränität ist es entscheidend, die Digitalisierung, Skalierbarkeit und Standardisierung von biobasierten Produktionsprozessen voranzutreiben und dabei gleichzeitig den Wettbewerb und die Transparenz im Markt zu fördern. In Verbindung mit einem gesellschaftlichen Verständnis für Herstellung und Nutzung von biobasiertem Material können so die Potenziale ausgeschöpft und die Weichen für eine nachhaltige Zukunft gestellt werden.

¹ https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/I/Industrielle-Bioökonomie/positions-papier-der-dialogplattform-industrielle-bioökonomie-leitmarkt-bioökonomie.pdf?__blob=publicationFile&v=7

² Ein Beispiel für ein solches KI-basiertes Tool ist AlphaFold: <https://alphafold.ebi.ac.uk/>

³ <https://projektttraeger.dlr.de/sites/default/files/2025-09/documents/positions-papier-materialforschung-rat4ts.pdf>

⁴ https://commission.europa.eu/document/download/10017eb1-4722-4333-add2-e0ed18105a34_en und für die USA: <http://web.archive.org/web/20250117171652/https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/03/22/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-bold-goals-and-priorities-to-advance-american-biotechnology-and-biomanufacturing/> und https://commission.europa.eu/document/download/e6cd4328-673c-4e7a-8683-f63ffb2cf648_en?filename=Political%20Guidelines%202024-2029_EN.pdf und https://english.www.gov.cn/policies/policywatch/202205/11/content_WS627b169ec6d02e533532a879.html

⁵ Chiralität: Enantiomere sind Stereoisomere chemischer Verbindungen, die chemisch übereinstimmen; sie besitzen also die gleiche Summenformel und die Atome sind in gleicher Weise miteinander verknüpft. Die räumlichen Strukturen eines Enantiomerenpaares verhalten sich zueinander exakt wie Bild und Spiegelbild. Die beiden Enantiomere („rechts drehend – links drehend“) reagieren in chemischen Reaktionen unterschiedlich, bei denen ein chirales Bezugssystem vorliegt und rufen bei Reaktionen in der organischen Chemie unterschiedliche Wirkungen hervor.

⁶ Hierarchiesensitivität bezieht sich auf die Abhängigkeit der Materialeigenschaften von der strukturellen Organisation des biobasierten Materials auf verschiedenen Längenskalen, von der molekularen bis zur makroskopischen Ebene. Diese Sensitivität spiegelt die komplexe Wechselwirkung zwischen den hierarchischen Strukturen wider, die die mechanischen, thermischen und funktionellen Eigenschaften der Materialien maßgeblich beeinflussen. Hinzu kommt, dass zum Beispiel beim Pflanzenwachstum alle Entwicklungsschritte dadurch möglich werden, dass von den Genen, die in allen Zellen des Organismus vorhanden sind, einem genauen zeitlich-räumlichen Muster folgend immer nur ganz bestimmte Gene aktiviert werden. Solche Muster der Entwicklung werden durch eine Hierarchie von Kontrollgenen möglich.

⁷ <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/541299811?language=en>; <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/521156679>

⁸ <https://www.covestro.com/press/de/weltweit-erste-pilotanlage-fuer-biobasiertes-anilin/>

⁹ <https://ceresana.com/produkt/marktstudie-polymilchsaeure>

¹⁰ Siehe auch https://vaam.de/media/bs_birgit_hoff.pdf sowie <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7693651/>

¹¹ <https://www.fnr.de/presse/pressemitteilungen/archiv/archiv-nachricht/fortschritte-auf-dem-weg-zum-kommerziellen-biobasierten-anilin>

¹² <https://www.transgen.de/datenbank/lebensmittel/2094.brot-broetchen-backwaren.html>

¹³ McKinsey Global Institute, Oktober 2024

¹⁴ Daten zur Bioökonomie in Deutschland, nova-Institut GmbH, Juli 2019

¹⁵ <https://www.lbf.fraunhofer.de/en/competencies-researchdivisions/plastics/lightweight-sustainable-plastics.html>

¹⁶ Grafik (aktualisiert) basierend auf: McKinsey Global Institute – “The next big arenas of competition” (Oktober 2024)

¹⁷ Navigating the Valley of Death: Perceptions of Industry and Academia on Production Platforms and Opportunities in Biotechnology <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2022.100033>

¹⁸ Siehe auch <https://www.bcg.com/publications/2024/breaking-the-cost-barrier-on-biomanufacturing>

¹⁹ Jean-François Bobier, Tristan Cerisy, Anne-Douce Coulin, Crystal Bleacher, Victoria Sassoon, and Brentan Alexander (February 2024) <https://www.bcg.com/publications/2024/breaking-the-cost-barrier-on-biomanufacturing>

²⁰ Eine „Innovationsklausel“ für innovative Verpackungen existiert, jedoch bietet diese bei grundlegenden Materialinnovationen im Kunststoffbereich nur bedingt Unterstützung. Auch plant die Europäische Kommission eine erneute Bewertung biobasierter Kunststoffe.

Impressum

Herausgeber

Rat für technologische Souveränität, beauftragt vom BMFTR

Mitglieder des Rats für technologische Souveränität

Dr. Viola Bronsema

Prof. Dr. Oliver Falck

Prof. Dr. Svenja Falk

Dr. Tim Gutheit

Dr.-Ing. Christina Hack

Dr.-Ing. Stefan Joeres

Prof. Dr. Elsa Andrea Kirchner

Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein

Prof. Dr.-Ing. Hans Schotten

Prof. Dr. Andreas Tünnermann

Federführende Autorin dieses Papiers

Viola Bronsema

Zitierhinweis

Rat für technologische Souveränität (2025): Biobasierte Materialien und ihre Bedeutung für die technologische Souveränität

Redaktion

DLR Projektträger

Gestaltung

DLR Projektträger

Mai 2025

Kontakt

DLR Projektträger

Gesellschaft, Innovation, Technologie

Strategien für Schlüsseltechnologien

pt-ts@dlr.de

