

Innovation

# Bayerns Position in den wichtigsten Prozesstechnologien der Bioökonomie

vbw

Studie

Stand: November 2024

Eine vbw Studie, erstellt von EconSight

Die bayerische Wirtschaft



Hinweis

Zitate aus dieser Publikation sind unter Angabe der Quelle zulässig.

## Vorwort

### Bioökonomische Prozesskompetenz für eine zukunftsfähige Industrie

Eine hohe Kompetenz in Prozess- und Verfahrenstechnologien ist für die industrielle Basis im Freistaat schon immer von großer Bedeutung gewesen. In den laufenden Transformationsprozessen wird das in besonderem Maße relevant. Wer die Weiterentwicklung, Optimierung und Erneuerung der einzelnen Produktionsschritte beherrscht, hat bei der Verarbeitung neuer Ausgangsstoffe, dem Einsatz alternativer Energieträger und der Entwicklung neuer Funktionalitäten eine gute Ausgangsposition.

Die Bioökonomie ist einerseits noch ein sehr junges Feld der Industrie, andererseits wird sie im Rahmen der wirtschaftlichen Transformation für das Erreichen von Zirkularität und Klimaneutralität eine zentrale Rolle spielen. Bestehende Prozesse müssen angepasst werden, um von nun an biogene Materialien anstelle fossiler Rohstoffe und Energieträger zu verarbeiten. Neben den internationalen Klimazielen wirken auch hohe Energiepreise und unsichere Rohstoffverfügbarkeit als starke Treiber für technologische Innovationen auf diesem Feld.

Die vorliegende Publikation ist Teil der umfassenderen Studie *Bayerische Prozess- und Verfahrenskompetenz*. Sie identifiziert globale Trends in der bioökonomischen Prozesslandschaft und beleuchtet Bayerns Rolle im globalen Wettbewerb. Für eine gezielte Förderung von Forschung und Innovation in relevanten Industriebereichen ist das Aufzeigen der eigenen Stärken, Schwächen und Potenziale eine wichtige Grundlage. Die Studie ermöglicht damit die strategische Weiterentwicklung der bayerischen Prozess- und Verfahrenskompetenz für einen wettbewerbsfähigen und resilienten Wirtschaftsstandort.

Bertram Brossardt  
22. November 2024

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Das Wichtigste auf einen Blick</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Prozess- und Verfahrenstechnologien in der Bioökonomie</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Identifikation der Prozesstechnologien</b>	<b>4</b>
3.1	Globale Trends in den Prozesstechnologien	5
3.2	Bayerische Trends in Prozesstechnologien	6
<b>4</b>	<b>Prozesse in der Bioökonomie</b>	<b>8</b>
4.1	Globale Trends in den bioökonomischen Prozesstechnologien	9
4.2	Bayerische Trends in den bioökonomischen Prozesstechnologien	12
<b>5</b>	<b>Anwendungsbereiche der Bioökonomie</b>	<b>16</b>
5.1	Globale Trends in den bioökonomischen Anwendungsbereichen	18
5.2	Bayerische Trends in den bioökonomischen Anwendungsbereichen	19
	Anhang: Methodik Patentanalyse	22
	Ansprechpartner/Impressum	25

# 1 Das Wichtigste auf einen Blick

Bayern ist ein wichtiger Forschungsstandort für bioökonomische Prozesse mit einem starkem Forschungsschwerpunkt in der Pharmaindustrie.

Der vorliegende Vorabauszug aus der 2025 erscheinenden Studie zu Prozess- und Verfahrenstechnologien analysiert auf Grundlage einer Patentanalyse die weltweiten Forschungsaktivitäten an für die Bioökonomie relevanten Prozessen, Inputrohstoffen und Anwendungsbereichen. Der Fokus liegt dabei auf der Spitzenforschung.

Sowohl weltweit als auch in Bayern haben sich die Weltklassepatente in bioökonomischen Prozessen seit 2010 dynamisch entwickelt. Im Jahr 2023 verfügten die USA (rund 18.600 Weltklassepatente), China (14.700), Japan (7.900) und Deutschland (3.200) insgesamt über die meisten Weltklassepatente. Wäre Bayern ein Land, würde es weltweit auf dem elften Rang liegen mit mehr als 860 Weltklassepatenten. Allerdings hat sich die Wachstumsdynamik seit 2018 verlangsamt, da die Zahl der Weltklassepatente in der wichtigsten Prozesstechnologie, den biologischen Prozessen, zuletzt in vielen Ländern auf hohem Niveau stagniert.

Eng damit verknüpft ist die zuletzt verhaltene Entwicklung hinsichtlich der Forschungsaktivitäten bei den beiden für die Bioökonomie sehr wichtigen Rohstoffen Proteine und Zucker. Diese beiden Rohstoffe sind unter anderem ein zentrales Ausgangsmaterial für Biopharmazeutika, Lebensmittel und Biotreibstoffe. Bei der neuesten Generation von Biotreibstoffen ist in den letzten Jahren jedoch ein Trend weg von Proteinen und Zucker hin zu lignozellulosehaltiger Biomasse (z. B. Holz, Stroh) oder Algen zu beobachten. Diese Kraftstoffe gelten als umweltfreundlicher, da sie keine Nahrungspflanzen als Rohstoff benötigen und so die Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion verringern.

Die Bedeutung von Recycling-Prozessen und von abgeschiedenem CO<sub>2</sub> als Rohstoffquelle in bioökonomischen Prozessen nimmt dagegen immer mehr zu. Dies gilt sowohl weltweit als auch für Bayern.

Auf der Anwendungsseite sind weltweit die Pharmaindustrie, die Lebensmittelherstellung, die Chemieindustrie, die Wasseraufbereitung und die Biotreibstoffe als wichtigste Wirtschaftsbereiche für bioökonomische Prozesse zu nennen.

In Bayern ragt die Pharmaindustrie in der Bioökonomie klar heraus mit einem Weltanteil an den globalen Weltklassepatenten von fast vier Prozent. Zwischen 2010 und 2023 hat sich die Zahl der bioökonomischen Weltklassepatente in der Pharmaindustrie von 135 auf 328 mehr als verdoppelt (elfter Rang weltweit); damit war die Wachstumsdynamik deutlich höher als im globalen Vergleich. Des Weiteren gibt es in Bayern umfangreiche Spitzenforschungsaktivitäten in den Bereichen Chemieproduktion (105 Weltklassepatente im Jahr 2023, Rang 15 weltweit), Lebensmittelherstellung (87, Rang 14 weltweit) und Biotreibstoffe/Biogas (37, Rang 14 weltweit).

## 2 Prozess- und Verfahrenstechnologien in der Bioökonomie

### Kontinuierlicher Innovationsdruck auf die industrielle Prozesslandschaft

Die gesamte Wirtschaft steht unter kontinuierlichem Innovationsdruck. Neben herausfordernden Rahmenbedingungen wie steigenden Anforderungen an den Umweltschutz oder hohen Energiekosten sind hier die schwankende Rohstoffverfügbarkeit, der nachfrageseitige Bedarf an neuen Materialien und Stoffen sowie die digitale Transformation zu nennen. Aufgrund der Bedeutung der Prozess- und Verfahrenstechnologien für die industrielle Basis ist es sinnvoll, die Prozesslandschaft im Detail zu beleuchten, globale Trends aufzuzeigen sowie Bayerns Rolle im globalen Wettbewerb zu analysieren.

Ein im industriellen Kontext noch vergleichsweise junges Feld ist die Bioökonomie. Sie bezeichnet ein Wirtschaftskonzept, das auf der nachhaltigen Nutzung biogener Ressourcen basiert. Ein wichtiges Ziel der Bioökonomie ist die Schaffung einer Kreislaufwirtschaft, die durch die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ökologische und ökonomische Ziele verbindet.

Die Bioökonomie umfasst grundsätzlich die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktion und Verarbeitung biologischer Rohstoffe bis hin zur Nutzung und Verwertung biologisch abbaubarer Produkte. In dieser Studie konzentrieren wir uns auf die weiterverarbeitenden Aspekte der Bioökonomie. Anders als in der Studie *Holzbasierte Bioökonomie* aus dem Jahr 2023 betrachten wir nicht die Technologien rund um die reine Entstehung biogener Stoffe, d. h. wir klammern Dünger, Landwirtschaftstechnik, Samen und Pflanzen, die Agrochemie oder die Waldbewirtschaftung vorliegend aus. Wir analysieren direkt ab dem primär genutzten biogenen Stoff die Verarbeitungsprozesse sowie die daraus entstehenden Produktströme und schauen uns also die Wertschöpfung und Verarbeitungstechnologie ab der Zuckerrübe, dem Weizen, der Cellulose oder den Stoffen, die direkt wieder aus der Verarbeitung der Nahrungsmittel entstehen (z. B. Biertreber), an, um zu verstehen, wie und wozu diese weiterverarbeitet werden.

Die große Herausforderung bei der Umsetzung der Bioökonomie ist der Ersatz fossiler Rohstoffe durch nachwachsende biogene Rohstoffe und damit eine umweltverträglichere und klimaneutrale Wirtschaftsweise. Unterschiedliche Ausgangsstoffe werden in der Wirtschaft in verschiedensten Prozessen zu Wertstoffen verarbeitet, die wiederum in verschiedenen Branchen verwendet werden. Eine zentrale Rolle spielen dabei innovative Prozesstechnologien, welche es ermöglichen, mit biogenen Rohstoffen qualitativ hochwertige und preislich wettbewerbsfähige Produkte zu erstellen. Wer in den Verfahrenstechnologien über eine hohe Kompetenz verfügt, hat also gute Ausgangsbedingungen.

Zur Analyse der Forschungskompetenzen kommen Patentanalysen zum Einsatz, die eine technologische Zuordnung zu Prozessen sowie bioökonomischen Inputs und Produkten

erlauben. Patente sind ein wichtiger Erfolgsausweis von Forschung und Entwicklung und damit einer der wichtigsten Innovationsoutput-Indikatoren. Unser Fokus liegt dabei auf Qualität, nicht Quantität, um verzerrende Effekte durch länderspezifische Unterschiede in den Patentierungssystemen zu reduzieren. Bei unseren Auswertungen werden daher Bestand und Entwicklung der besten zehn Prozent der Patente pro Technologie ausgewiesen – der sogenannten Weltklassepatente.

Bei der vorliegenden Veröffentlichung handelt es sich um einen Vorabauszug aus einer umfassenderen Studie zu Prozess- und Verfahrenstechnologien, die im kommenden Jahr fertiggestellt wird. Der Fokus liegt hier auf den für die Bioökonomie relevanten Prozessen.

## 3 Identifikation der Prozesstechnologien

### Hohe Dynamik bei Prozesstechnologien

Grundsätzlich umfasst die Prozesstechnik sämtliche Vorgänge, bei denen Stoffe (Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe) hinsichtlich Zusammensetzung, Art oder Eigenschaften verändert werden. Dabei lassen sich Prozesse in vorbereitende Prozesse, Hauptprozesse und nachgelagerte Prozesse unterteilen, wobei einige Schritte an verschiedenen Stellen des Produktionsprozesses zum Einsatz kommen können.

#### Relevante Prozesstechnologien

---

##### **Vorbereitende und nachgelagerte Prozesse**

- Mischen, Lösen, Emulgieren, Dispergieren
- Abtrennen, Filtern, Destillieren
- Zerkleinern, Schleifen, Mahlen, Polieren
- Extrahieren, Konzentrieren, Auslaugen, Reinigen, Raffinieren
- Schweißen, Löten.

##### **Hauptprozesse**

- Eisenherstellung, Metallwalzen, Bleche, Drahtformen, Schmieden, Gießen
- Biologische Prozesse, Fermentation, Bioreaktor, Zellkultivierung
- Sintern, Strangpressen, Spritzgießen, Schmelzen, Pyrolyse, Rösten
- Chemische Prozess, Katalyse
- Elektrochemische Prozesse, Elektrolyse.

##### **Digitale Prozesse**

- Prozesssteuerung und Automatisierung.
- 

Am Anfang von Produktionsprozessen stehen meist vorbereitende Prozesse wie z. B. zerkleinern, mischen oder extrahieren, d. h. Schritte, die Rohmaterialien und Ausgangsstoffe in eine geeignete Form oder Zusammensetzung bringen, damit sie im Hauptprozess effizient weiterverarbeitet werden können.

Während des Hauptprozesses findet die eigentliche Umwandlung der Inputmaterialien statt. Diese Prozesse bestimmen maßgeblich die Eigenschaften des Endprodukts und erfordern oft spezialisierte Anlagen und präzise Steuerung. Diese Hauptprozesse variieren je nach Industrie und Produkt, umfassen jedoch häufig Umwandlungen z. B. durch Schmelzen, Bioprozesse (z. B. Fermentationen), katalytische Prozesse (meist Gasphasenprozesse) oder durch (elektro-) chemische Reaktionen. In den meisten dieser Prozesse werden die Materialien auf molekularer Ebene neu zusammengestellt, also tatsächlich molekular



Identifikation der Prozesstechnologien

umgeformt. In anderen, oft direkt darauffolgenden oder integrierten Prozessen wird dagegen nur noch die Form verändert (z. B. Stahl aus Eisenoxid-Mineral gegenüber Stahlblech aus Roheisen, bzw. Polymer aus Monomer gegenüber Extrusion der Polymere in Formkörper).

Anschliessend folgen meist noch nachgelagerte Prozessschritte wie etwa die Konzentration, Extraktion, Reinigung aus der Prozessumgebung und Filtration, welche das Endprodukt für den Markt vorbereiten oder für dessen Lagerungs- und Transportfähigkeit sorgen.

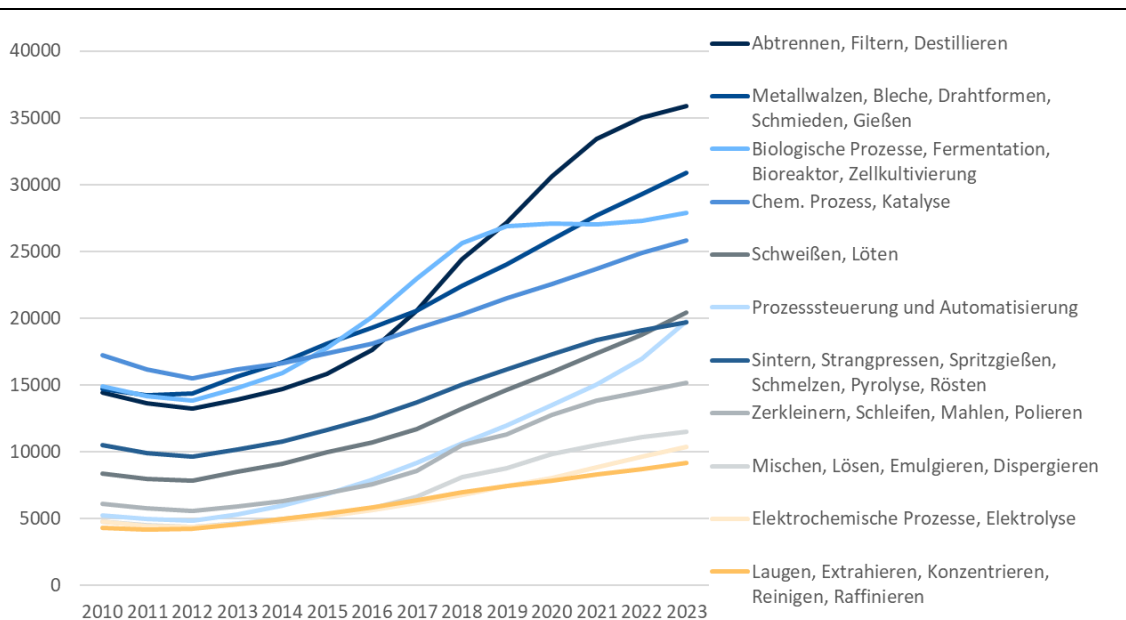
Des Weiteren nehmen im Zuge der zunehmenden Digitalisierung der Fertigungsprozesse auch digitale Automatisierungs- und Steuerungsprozesse während des gesamten Produktionsprozesses eine immer wichtigere Rolle ein.

### 3.1 Globale Trends in den Prozesstechnologien

Die weltweiten Forschungsaktivitäten in diesen Prozesstechnologien haben in den letzten 15 Jahren signifikant zugenommen. Dies spiegelt sich im rasanten Anstieg der globalen Patente wider. Im Zeitraum 2010 bis 2023 ist der Gesamtbestand an aktiven Weltklassepatenten in den verschiedenen Prozesstechnologien von rund 90.000 auf knapp 200.000 Stück gestiegen, was einem Wachstum um sechs Prozent pro Jahr entspricht.

Abbildung 1

Entwicklung globale Weltklassepatente in Prozesstechnologien



Quelle: EconSight

### Identifikation der Prozesstechnologien

Die gemessen an den Patentzahlen größte Einzeltechnologie sind die vorbereitenden Prozesse Abtrennen, Filtern, Destillieren mit knapp 36.000 aktiven Patenten im Jahr 2023. Diese Prozesse kommen insbesondere in den Chemie-, Pharma-, Lebensmittel- und Kosmetikindustrien häufig zum Einsatz.

Die höchste Wachstumsdynamik war jedoch in der Prozesssteuerung und Automatisierung zu verzeichnen. In dieser Technologie sind die Weltklassepatente von rund 5.000 im Jahr 2010 auf fast 20.000 im Jahr 2023 gestiegen, ein Wachstum von fast elf Prozent pro Jahr. Prozesssteuerung und Automatisierung spielt eine immer wichtigere Rolle in vielen Industrien, da sie dazu beiträgt, die Effizienz und Präzision der Produktionsabläufe zu erhöhen. Beispielsweise können durch den Einsatz von Sensoren Daten in Echtzeit erfasst und genutzt werden, um Abweichungen von Zielwerten sofort zu korrigieren. Auch künstliche Intelligenz wird in der Prozessautomatisierung eingesetzt, um große Datenmengen zu analysieren, Muster zu identifizieren und Vorhersagen für Wartungsarbeiten oder Prozessoptimierungen zu treffen.

Im Gegensatz dazu ist auffällig, dass die Forschungsdynamik im Bereich biologische Prozesse in den letzten Jahren nachgelassen hat. Seit etwa 2018 stagniert die Zahl der aktiven Weltklassepatente bei knapp über 25.000 Stück.

Auf Ebene der Unternehmen bzw. der Forschungsinstitutionen verfügt die Chinese Academy of Sciences mit über 2.100 Weltklassepatenten über das größte Patentportfolio in Prozesstechnologien. Auf den Plätzen zwei bis vier liegen der japanische Stahlhersteller Nippon Steel, das amerikanische Unternehmenskonglomerat General Electric und der deutsche Chemiekonzern BASF. Auf Branchenebene verfügen vor allem Unternehmen der Stahl-, Chemie-, Erdöl- und Automobilindustrien über umfangreiche Forschungsaktivitäten in Prozesstechnologien.

## 3.2 Bayerische Trends in Prozesstechnologien

Die bayerischen Spitzenforschungsaktivitäten in Prozesstechnologien haben in den letzten Jahren auch zugelegt, allerdings war die Dynamik etwas geringer als im globalen Schnitt. Zwischen 2010 und 2023 ist der bayerische Weltklassepatentbestand in Prozesstechnologien insgesamt von rund 2.500 auf knapp 4.400 Stück gestiegen, was einem Wachstum um vier Prozent pro Jahr entspricht. Damit liegt der Weltanteil Bayerns an den globalen Weltklassepatenten in Prozesstechnologien aktuell bei knapp über zwei Prozent.

Auf Ebene der einzelnen Prozesstechnologien ragt in Bayern das Technologiefeld Sintern/Strangpressen/Spritzgießen/Schmelzen/Pyrolyse/Rösten heraus, welche unter anderem stark in der Automobilindustrie zur Kunststoff- und Metallverarbeitung zum Einsatz kommt. In dieser Technologie gab es 864 aktive Weltklassepatente im Jahr 2023. Dies entspricht einem überdurchschnittlich hohen Weltanteil von 4,4 Prozent; zudem war auch die Forschungsdynamik in Bayern in der Vergangenheit höher als im globalen Vergleich.

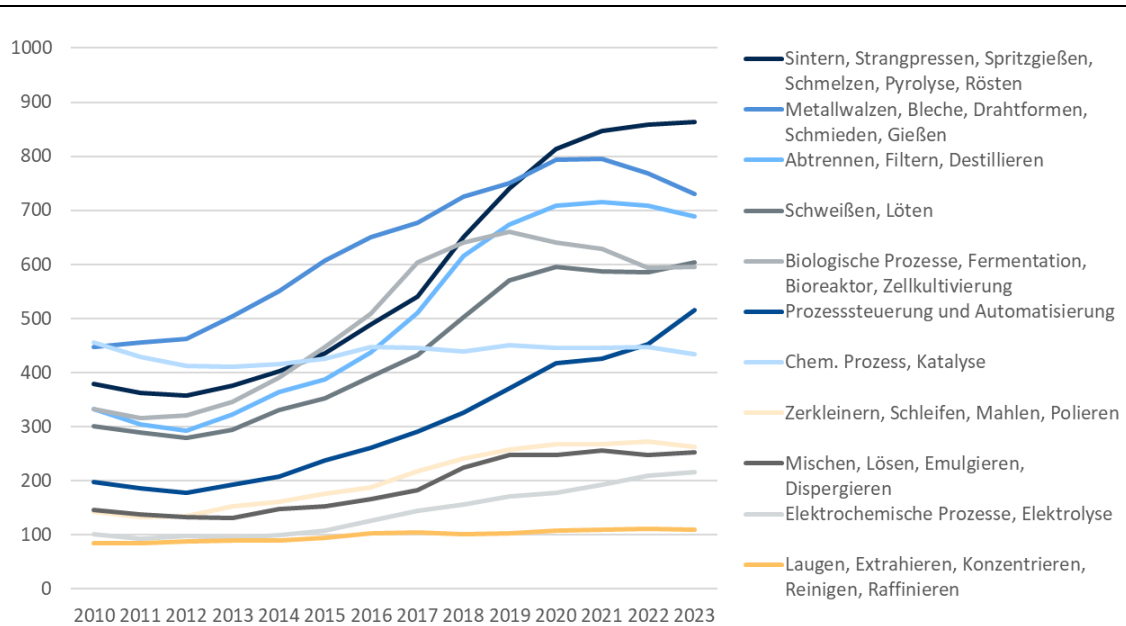
Identifikation der Prozesstechnologien

Zwei weitere wichtige Prozesstechnologien in Bayern sind die Technologien Metallwalzen/Bleche/Drahtformen/Schmieden/Gießen sowie Abtrennen/Filtern/Destillieren mit jeweils rund 700 aktiven Weltklassepatenten im Jahr 2023 (Weltanteil von jeweils rund zwei Prozent). Allerdings war die Zahl der Weltklassepatenten auf diesen beiden Feldern zuletzt leicht rückläufig. Ebenso war bei den biologischen Prozessen in den letzten Jahren ein Rückgang der Weltklassepatente zu verzeichnen.

Die chemischen Prozesse sind in Bayern gegenüber dem Weltvergleich leicht unterrepräsentiert (Weltanteil 2023: 1,7 Prozent) und die Zahl der Weltklassepatente hat seit 2010 lediglich stagniert.

In Bezug auf die Wachstumsdynamik ragt in Bayern wie auch auf globaler Ebene die digitale Technologie Prozesssteuerung und Automatisierung heraus. Die Zahl der Weltklassepatente ist in diesem Bereich zwischen 2010 und 2023 von knapp 200 auf über 500 gestiegen; das entspricht einem Wachstum von fast acht Prozent pro Jahr. Der bayerische Weltanteil in dieser digitalen Prozesstechnologie lag 2023 bei 2,6 Prozent.

Abbildung 2  
 Entwicklung Weltklassepatente in Prozesstechnologien aus Bayern



Quelle: EconSight

Auf Unternehmensebene ist Siemens gemessen an der Zahl der Weltklassepatente der mit weitem Abstand führende Forschungsakteur in Prozesstechnologien. Siemens verfügte 2023 über mehr als 474 aktive Weltklassepatente. Weitere führende Forschungsunternehmen bzw. Forschungsinstitutionen in Bayern in Prozesstechnologien sind Roche, Fraunhofer, Bosch, Siemens Energy, BMW, Volkswagen (Audi), Evonik, Linde und Midea (KUKA).

## 4 Prozesse in der Bioökonomie

Recycling-Rohstoffe und CO<sub>2</sub> werden immer wichtiger als Inputs für bioökonomische Prozesse.

Prozesstechnologien sind für die Bioökonomie von entscheidender Bedeutung, da sie die effiziente und nachhaltige Nutzung nachwachsender, biogener Ressourcen ermöglichen. Beispielsweise helfen sie, biogene Rohstoffe wie Pflanzen oder Abfälle aufzubereiten und zu verwerten, zum Beispiel durch Fermentation, und bieten effiziente Umwandlungsmethoden, um Biokraftstoffe, -chemikalien oder -materialien herzustellen.

Um für die Bioökonomie relevante Prozesse analysieren zu können, wurden die Prozesstechnologien mit den wichtigsten Inputmaterialien/-rohstoffen verknüpft. Neben biogenen Materialien und Rohstoffen wurden auf der Inputseite auch Recyclingprozesse berücksichtigt, da durch Recycling ebenfalls Inputmaterialien generiert werden können. Diese sind zwar nicht zwangsläufig immer natürlichen Ursprungs, aber spielen eine immer größere Rolle im Kohlenstoffkreislauf (z. B. Polymervergasung als Rohstoffquelle für Treibstoffe oder neue Polymere). Zu den Rohstoffquellen der Natur zählen wir auch CO<sub>2</sub>, welches vermutlich das größte Nutzungspotenzial aufweist, allerdings erst seit wenigen Jahren auch erschlossen werden kann (z. B. entweder durch CO<sub>2</sub>-Abscheidung bei der Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken oder bei industriellen Prozessen oder durch Direct Air Capture, d. h. Gewinnung von CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft). Insgesamt wurden somit folgende Inputfaktoren berücksichtigt:

### Inputmaterialien/-rohstoffe für die Bioökonomie

---

#### **Bioökonomie-Rohstoffe**

- Zucker, Saccharide, Alginate, Lactide, Stärken (z. B. Zuckerrohr, Zuckerrüben, Mais, Getreide usw.)
- Glyceride, Öle, Fett, Fettsäuren, Lipide, Wachse
- Proteine, Peptide, Aminosäuren, Molke, Casein, Gelatine
- Biomasse, Bio-Feedstock, Natur- und Lebensmittelabfälle
- Zellulose, Lignin

#### **Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)** verschiedenen Ursprungs

#### **Recycling-Rohstoffe** verschiedenen Ursprungs

---

Für die Verknüpfung von Inputmaterialien und Prozesstechnologien im Bereich der Bioökonomie wurde die Eigenschaft genutzt, dass Patente häufig mehr als eine Technologieinformation tragen. Es wurden daher sämtliche Patente an der Schnittstelle zwischen

Inputmaterialien und Prozesstechnologien identifiziert, d. h. Patente, welche aufgrund ihres Inhalts sowohl mindestens einem biogenen Inputmaterial bzw. einer Recyclingtechnologie als auch mindestens einer Prozesstechnologie zugeordnet sind.

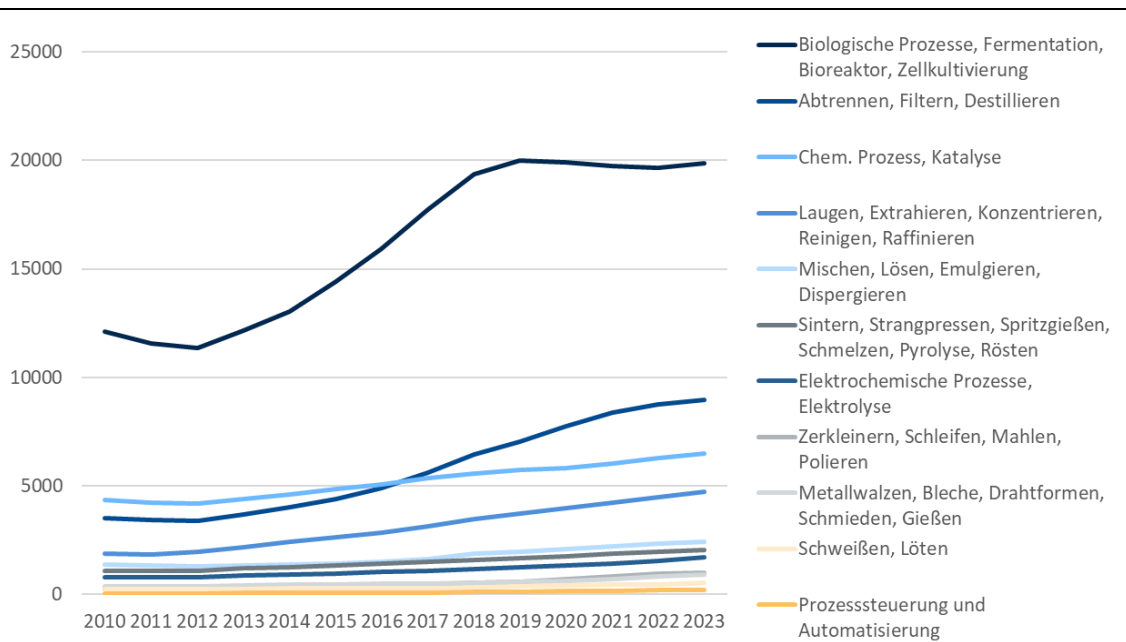
#### 4.1 Globale Trends in den bioökonomischen Prozesstechnologien

Betrachtet man die in der Bioökonomie wichtigsten Prozesstechnologien, liegen die biologischen Prozesse (Fermentation, Bioreaktor, Zellkultivierung) unangefochten an der Spitze. Dies ist nachvollziehbar, da die biologische Prozessierung gerade in der Nahrungsmittelindustrie seit jeher ein wichtiger Anwendungszweig der Bioökonomie ist. Zudem werden biologische Prozesse auch und vermehrt in der Pharmaindustrie zur Entwicklung und Herstellung von neuartigen Medikamenten eingesetzt. Seit 2010 hat sich die Zahl der Weltklassepatente in dieser Technologie im Rahmen der Bioökonomie von rund 12.100 auf über 19.500 erhöht. Allerdings stagniert die Zahl seit 2018, da sich vor allem in China die Wachstumsdynamik zuletzt deutlich abgeschwächt hat.

Weitere wichtige bioökonomische Prozesstechnologien sind Abtrennen/Filtern/Destillieren mit knapp 9.000 Weltklassepatenten weltweit im Jahr 2023, chemische Prozesse (z. B. Katalyse) mit knapp 6.500 Weltklassepatenten sowie Auslaugen/Extrahieren/Konzentrieren/Reinigen/Raffinieren mit über 4.700 Weltklassepatenten

Abbildung 3

Entwicklung globale Weltklassepatente in bioökonomischen Prozessen



Quelle: EconSight

Bei der Forschungsdynamik sticht die Prozesssteuerung und Automatisierung mit einem Wachstum von 13 Prozent pro Jahr seit 2010 hervor. Einschränkend ist aber festzuhalten, dass die Zahl der Weltklassepatente im Bereich der Prozesssteuerung und Automatisierung in der Bioökonomie immer noch sehr klein ausfällt. Im Jahr 2023 gab es lediglich 222 aktive Weltklassepatente in dieser Technologie. Die Digitalisierung scheint somit bei bioökonomischen Prozessen (noch) nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

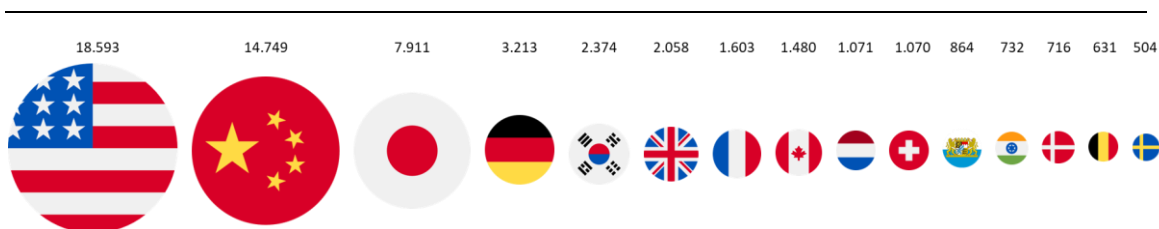
In Bezug auf Prozesse wie Sintern, Strangpressen usw. sowie Metallwalzen, Bleche usw. ist festzuhalten, dass diese im Rahmen der Bioökonomie vor allem auf Inputmaterialien aus Recyclingaktivitäten zurückgreifen. Damit unterscheiden sie sich von den anderen Prozessen, welche als Inputrohstoffe auch stark auf Zucker, Proteine, Fette oder CO<sub>2</sub> setzen.

Insgesamt ist die Zahl der aktiven Weltklassepatente in bioökonomischen Prozesstechnologien zwischen 2010 und 2023 von 22.000 auf über 40.000 gestiegen, ein Wachstum um durchschnittlich 4,7 Prozent pro Jahr. Damit lag das Wachstum etwas unter dem Wachstum der gesamten Prozesstechnologien weltweit von sechs Prozent pro Jahr (vgl. Kapitel 2).

Auf Länderebene verfügten 2023 die USA über die meisten Weltklassepatente in bioökonomischen Prozesstechnologien. China, Japan, Deutschland und Südkorea folgen auf den weiteren Plätzen.

Abbildung 4

### Weltklassepatente in bioökonomischen Prozessen nach Ländern, 2023

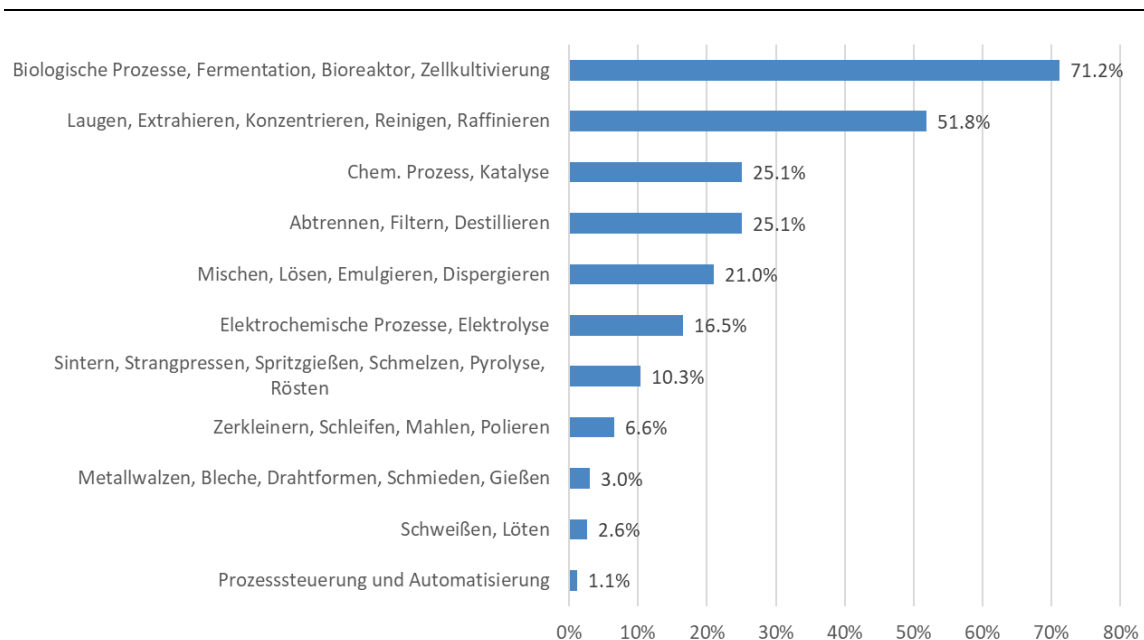


Quelle: EconSight

Gemessen an den Weltklassepatenten verfügen auf Ebene der Unternehmen bzw. Forschungsinstitutionen Roche, die Chinese Academy of Sciences, Bayer, International Flavors and Fragrances, BASF und Novozymes weltweit über die umfangreichsten Spitzenforschungsaktivitäten.

Die folgende Abbildung zeigt, in welchen Prozessen bioökonomische Prozesse eine entscheidende Rolle spielen. Dabei ragen biologische Prozesse/Fermentation/Bioreaktor/Zellkultivierung sowie Auslaugen/Extrahieren/Konzentrieren/Reinigen/Raffinieren heraus. Bei den biologischen Prozessen besteht bei mehr als 70 Prozent der Weltklassepatente eine inhaltliche Verknüpfung mit bioökonomischen Inputmaterialien/-rohstoffen, bei den Prozessen Auslaugen/Extrahieren/Konzentrieren/Reinigen/Raffinieren liegt der Anteil bei über 50 Prozent.

**Abbildung 5**  
 Anteil bioökonomische Prozesse, Weltklassepatente 2023



Quelle: EconSight

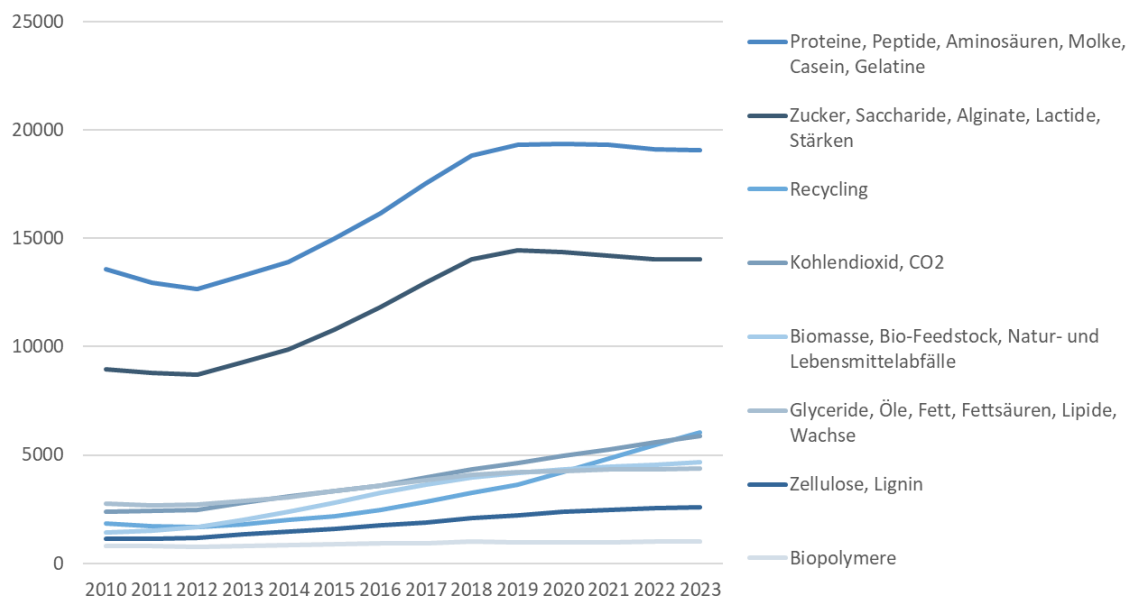
Hinsichtlich der Patententwicklung auf der Seite der bioökonomischen Inputmaterialien, welche in Prozesstechnologien verarbeitet werden, zeigen sich folgende Trends:

Erstens nimmt die Bedeutung von Recyclingprozessen als Rohstoffquelle signifikant zu. Zwischen 2010 und 2023 hat sich die weltweite Zahl der Recycling-Weltklassepatente im Bereich der Prozesstechnologien von knapp 2.000 auf über 6.000 Stück mehr als verdreifacht. Beispielsweise dienen Recyclingaktivitäten als Quelle für zahlreiche chemische Prozesse oder werden auch für die Metallverarbeitung genutzt.

Zweitens gibt es eine überdurchschnittliche Forschungsdynamik bei der Nutzung von CO<sub>2</sub> als Input für Produktionsprozesse. Chemische Prozesse sind hier als wichtiger Abnehmer zu nennen. Die Zahl der auf CO<sub>2</sub> als Input basierenden Weltklassepatente in der Bioökonomie stieg von 2.400 auf fast 6.000 seit 2010.

Drittens stagniert seit 2018 weltweit die Zahl der Weltklassepatente in den beiden großen Bereichen Proteine und Zucker. Hierbei dürfte der Interessenskonflikt zwischen der Nutzung landwirtschaftlicher Ressourcen für Nahrung oder für die Produktion von z. B. Biokraftstoffen und Industrieprodukten eine Rolle spielen (*Teller-vs.-Tank-Debatte*). Der verstärkte Fokus auf soziale Aspekte in der Bioökonomie kann dazu beigetragen haben, dass das Interesse an der Nutzung von Zucker in der Bioökonomie etwas nachgelassen hat.

Abbildung 6  
 Entwicklung Weltklassepatente in bioökonomischen Inputmaterialien



Quelle: EconSight

## 4.2 Bayerische Trends in den bioökonomischen Prozesstechnologien

In Bayern ist die Zahl der Weltklassepatente in bioökonomischen Prozesstechnologien zwischen 2010 und 2023 von 520 auf über 860 gestiegen (Wachstum von vier Prozent pro Jahr). Damit lag das Wachstumstempo etwas unter dem globalen Wachstumsdurchschnitt von 4,7 Prozent pro Jahr. Wäre Bayern ein Land, würde es in Bezug auf die Zahl der Weltklassepatente weltweit auf dem elften Rang liegen (vgl. Abbildung 4).

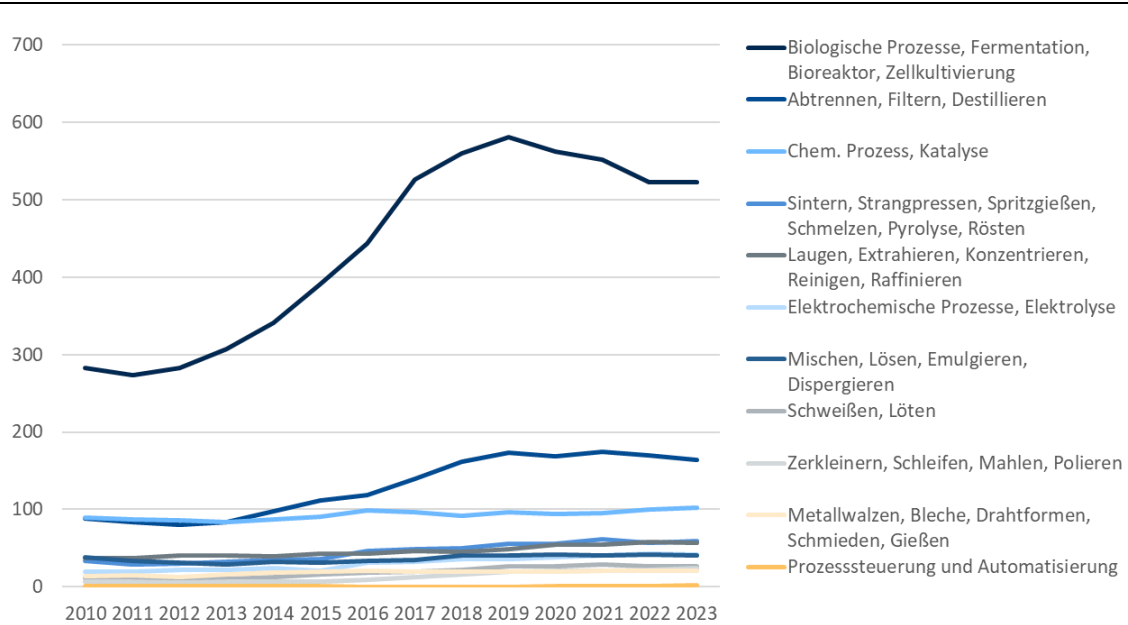
Die wichtigste einzelne Prozesstechnologie sind biologische Prozesse (wie z.B. Fermentationen, Bioreaktoren, Zellkultivierung usw.). Hier sind die Weltklassepatente seit 2010 von rund 280 auf über 520 gewachsen. Allerdings erreichte der Patentbestand bereits 2019 den vorläufigen Höhepunkt mit 581 Weltklassepatenten; seitdem sind die Patentzahlen rückläufig.

Die zweitgrößte Prozesstechnologie ist Abtrennen/Filtern/Destillieren, in der sich der Weltklassepatentbestand zwischen 2010 und 2023 verdoppelt hat (von 88 auf 164).

Das höchste Patentwachstum war jedoch beim bioökonomischen Prozess Zerkleinern/Schleifen/Mahlen/Polieren zu verzeichnen mit einem Anstieg der Weltklassepatente von 7 auf 24 im gleichen Zeitraum (+ 9,9 Prozent pro Jahr).



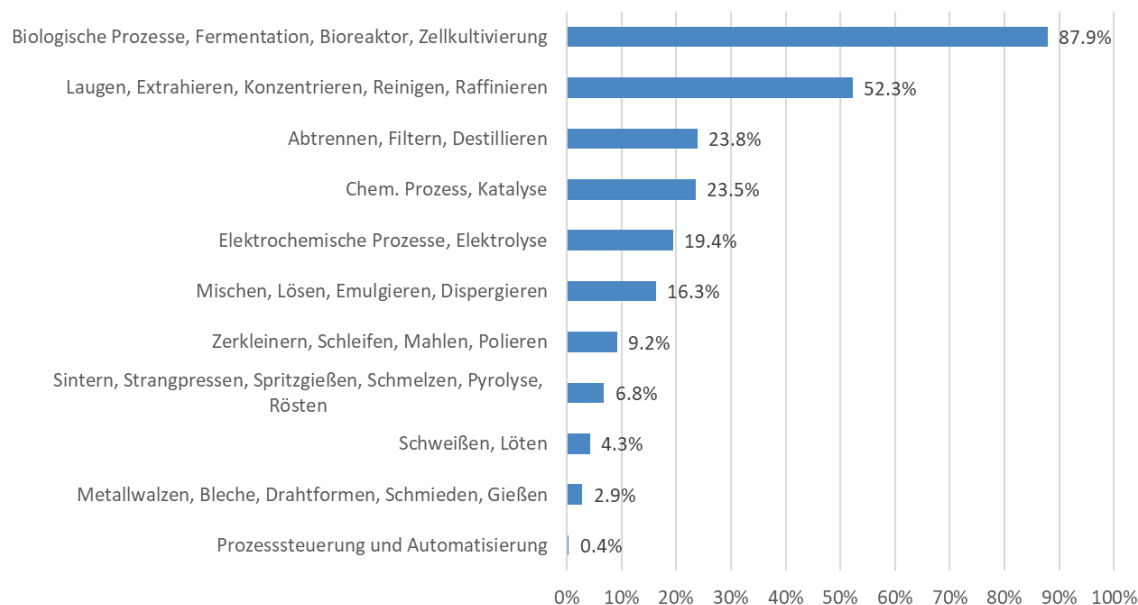
Abbildung 7  
 Entwicklung Weltklassepatente aus Bayern in bioökonomischen Prozess-  
 technologien, 2010-2023



Quelle: EconSight

Hinsichtlich der Bedeutung der Bioökonomie in den verschiedenen Prozesstechnologien zeigt sich in Bayern ein ähnliches Bild wie im globalen Vergleich. Auch in Bayern spielt die Bioökonomie vor allem in den beiden Prozesstechnologien Biologische Prozesse sowie Auslaugen/Extrahieren/Konzentrieren/Reinigen/Raffinieren eine sehr wichtige Rolle. Es gibt dagegen fast keine Weltklassepatente in der Prozesssteuerung/-automatisierung, welche inhaltlich mit bioökonomischen Inputmaterialien verknüpft sind.

Abbildung 8  
 Anteil bioökonomische Prozesse an allen Prozessen in Bayern, 2023



Quelle: EconSight

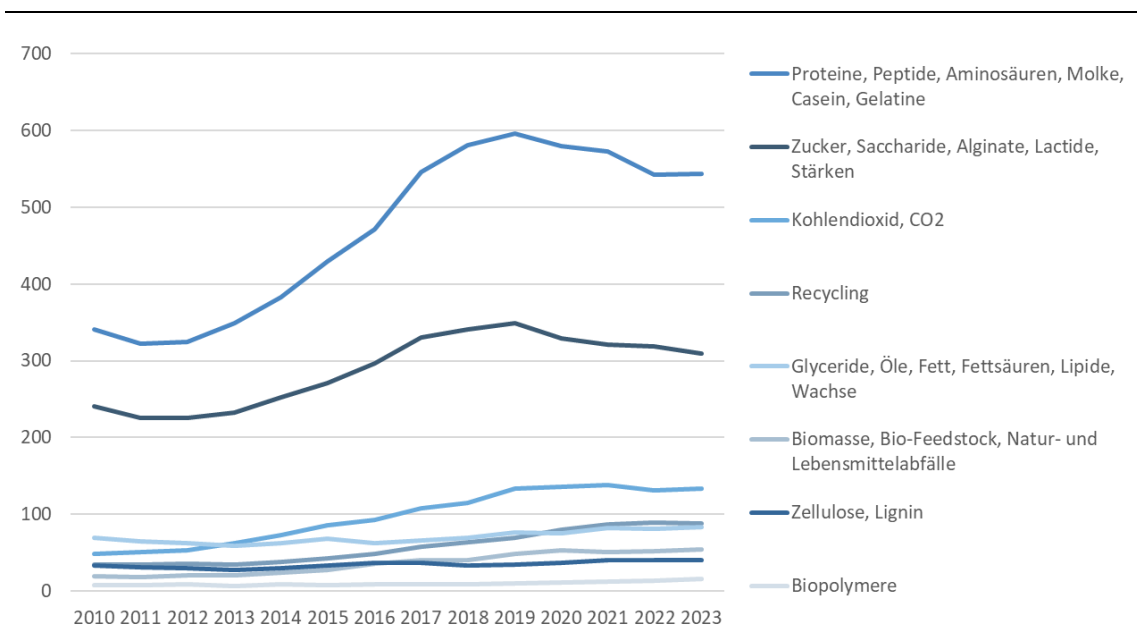
Proteine (z. B. Raps, Brauereiabfälle wie Biertreber, tierische und pflanzliche Zellkulturen, Mikroorganismen wie Bakterien oder Hefen usw.) sind in Bayern der wichtigste Rohstoff für bioökonomische Prozesse. Zwischen 2010 und 2023 ist die Zahl der Weltklassepatente von rund 340 auf über 540 gestiegen. Zucker (z. B. Zuckerrüben, Mais/Getreide usw.) liegen an zweiter Stelle mit 310 Weltklassepatenten im Jahr 2023. Allerdings ist der Patentbestand sowohl bei Proteinen als auch bei Zucker-Rohstoffen in Bayern seit 2019 rückläufig. Neben dem Einsatz für Biotreibstoffe sowie Lebensmittel sind sowohl Proteine als auch Zucker wichtige Ausgangsstoffe für die Pharmaindustrie für die Entwicklung neuer Biopharmazeutika. Beispielsweise wird Zucker bei der Herstellung von rekombinanten Proteinen als Nährstoff für Zellen wie z.B. Bakterien, Hefen oder Säugetierzellen verwendet.

CO<sub>2</sub> ist in Bayern bereits der drittwichtigste Rohstoff für bioökonomische Prozesse. Die Zahl der Weltklassepatente in diesem Bereich hat sich 2010 mehr als verdoppelt (von 50 auf über 100). Das Treibhausgas CO<sub>2</sub> wird als Kohlenstoffquelle für die Herstellung einer Vielzahl von Produkten (Bioplastik, Treibstoffe, Chemikalien usw.) genutzt.

Auch Recycling nimmt in Bayern als Rohstoffquelle an Bedeutung zu.

Insgesamt entsprechen die technologischen Trends in der bayerischen Bioökonomie somit in etwa der globalen Entwicklung.

Abbildung 9  
 Entwicklung Weltklassepatente aus Bayern in bioökonomischen Inputmaterialien, 2010-2023



Quelle: EconSight

Auf Branchenebene findet in Bayern im Bereich der bioökonomischen Prozesse viel Spitzenforschung in der Chemie- und Pharmaindustrie statt. Das führende Forschungsunternehmen in Bayern in bioökonomischen Prozessen ist Roche. Roche forscht in Penzberg an biotechnologischen Verfahren zur Entwicklung und Herstellung von Proteinen, die in Arzneimitteln und diagnostischen Tests verwendet werden. Weitere wichtige Forschungsakteure in der Bioökonomie in Bayern sind Evonik, Amgen, Siemens und Linde.

## 5 Anwendungsbereiche der Bioökonomie

Chemie/Pharma, Lebensmittel, Wasseraufbereitung und Biotreibstoffe sind wichtige Anwendungsbereiche von bioökonomischen Prozessen.

Die mit biogenen Materialien und den Prozesstechnologien hergestellten Produkte eignen sich für verschiedene Anwendungsgebiete.

### Wichtige bioökonomische Anwendungsfelder

---

- Wasseraufbereitung
  - Lebensmittelherstellung
  - Papierproduktion
  - Pharmaproduktion
  - Chemieproduktion
  - Biotreibstoffe, Biogas
  - Biopolymere
  - Stahlherstellung
  - Carbon Capture
- 

Klassische Anwendungsbereiche, in denen bioökonomische Prozesse schon seit langem genutzt werden, sind die **Lebensmittelproduktion**, die **Wasseraufbereitung** und die **Papierproduktion**.

Historisch werden Proteine, Zuckerderivate, Fettvarianten und Öle sowie bioökonomische Prozesse (z. B. Fermentation) natürlich in der Lebensmittelproduktion eingesetzt. Seit einiger Zeit werden bei der Produktion von Lebensmitteln bioökonomische Prozesse zunehmend auch zur Produktion von Fleischalternativen (z. B. pflanzenbasierte Proteine und kultiviertes Fleisch aus Zellkulturen) und gesundheitsfördernden Nahrungsmitteln (z. B. Probiotika) genutzt.

In Bezug auf die Wasseraufbereitung ermöglicht der Einsatz biotechnologischer Verfahren eine umweltfreundlichere und effizientere Aufbereitung. Beispielsweise können Mikroorganismen (wie z. B. Bakterien, Pilze oder Algen) zur Schadstoffentfernung eingesetzt werden, da sie in der Lage sind, organische und anorganische Schadstoffe abzubauen. Moderne Kläranlagen und Abwasserreinigungsprozesse setzen dabei sehr intensiv auf biologische Prozesse, die meistens schonender, ökologischer und weniger energieintensiv als chemische Prozesse sind. Es werden auch diverse Filter- und Absorptionstechniken erfolgreich in der Wasserbehandlung verwendet.

Traditionell wird Papier aus Holz gewonnen und die Bioökonomie fördert eine effiziente Verarbeitung dieses Rohstoffs sowie alternative Materialien und umweltfreundlichere

## Anwendungsbereiche der Bioökonomie

Prozesse. Zum Beispiel helfen fortschrittliche biotechnologische Verfahren (wie die Nutzung spezieller Enzyme), den Chemikalieneinsatz und den Energieverbrauch bei der Stoffaufbereitung zu verringern. Gleichzeitig wird mit alternativen Rohstoffen für die Papierherstellung experimentiert, wie zum Beispiel Agrarreststoffen (Stroh, Hanf, Flachs) oder Pflanzenfasern aus schnell nachwachsenden Pflanzen (z. B. Bambus, Miscanthus). Der Umbau der Wälder auf klimaresistente Baumarten lässt die Papierindustrie zudem intensiv daran forschen, andere Holzsorten einzusetzen, die jedoch oft aufwändigere chemische und biologische Verarbeitungsverfahren verlangen.

Auch in der **Pharmabranche** nimmt die Bedeutung der Bioökonomie stetig zu, da es immer mehr Biopharmazeutika gibt, die auf lebenden Organismen basieren und mithilfe von biologischen Prozessen hergestellt werden. Ein Beispiel sind monoklonale Antikörper, welche durch gentechnisch veränderte Zellkulturen hergestellt und zur Behandlung von Krebs, Autoimmunerkrankungen und Infektionskrankheiten eingesetzt werden.

Ein zentraler Ansatz der Bioökonomie in der **Chemieindustrie** ist die Nutzung von Biomasse – wie Pflanzen, Algen oder organischen Abfällen – als Rohstoffbasis für chemische Produkte, um den Einsatz von Erdöl und Erdgas zu verringern. Dies ermöglicht die Produktion sogenannter Biochemikalien, die in einer Vielzahl von Anwendungen genutzt werden können, darunter Lösungsmittel, Schmiermittel, Farben und Klebstoffe (z. B. Tinte auf Sojabasis oder Lösungsmittel aus Bioethanol). Auch Grundstoffe der Chemie- und Pharmaindustrie werden zunehmend gezielt biotechnologisch hergestellt (sogenannte „Weiße Biotechnologie“ oder industrielle Biochemie).

Die Produktion von **Biokraftstoffen und Biogas** ist ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet der Bioökonomie. Bioethanol und Biodiesel sind bekannte Biokraftstoffe, die aus Biomasse wie Zuckerpflanzen oder Ölsaaten gewonnen werden, um fossile Kraftstoffe in der Mobilität zu ersetzen. Fortschrittliche neuere Biokraftstoffe werden aus lignozellulosehaltiger Biomasse (z. B. Holz, Stroh) oder Algen hergestellt werden. Diese Kraftstoffe gelten als umweltfreundlicher, da sie keine Nahrungspflanzen als Rohstoff benötigen und so die Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion verringern. Biogas wird durch die Vergärung organischer Abfälle wie Lebensmittelreste, Gülle oder Energiepflanzen in Biogasanlagen erzeugt. Nach der Aufbereitung kann das erzeugte Biomethan ins Erdgasnetz eingespeist oder als Kraftstoff für Erdgasfahrzeuge genutzt werden. Das bei der Gärung und den biologischen Prozessen meist auch anfallende CO<sub>2</sub> wird inzwischen ebenfalls weiter zusammen mit grünem Wasserstoff zu Alkoholen verarbeitet.

Ein anderer Anwendungsbereich für die Bioökonomie ist die Herstellung von **Biopolymeren**, welche als Bioplastik eingesetzt werden können. Biopolymere sind Polymere, die entweder aus natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden oder durch biologische Prozesse entstehen. Sie können pflanzlichen Ursprungs sein, z. B. aus Stärke, Cellulose oder Lignin, oder von Mikroorganismen produziert werden, wie Polylactide (PLA) oder Polyhydroxyalkanoate (PHA). PLA wird häufig als Bioplastik für nachhaltige Verpackungen, Einweggeschirr und medizinische Anwendungen verwendet. PHA entsteht direkt in den Bakterien, wenn sie Zucker oder CO<sub>2</sub> als Nahrung erhalten und wird ebenfalls in der Medizintechnik, aber auch für Textilien und Kosmetik verwendet.

In der **Stahlproduktion** gewinnt die Bioökonomie ebenfalls an Bedeutung. Bioökonomische Prozesse bieten der Stahlproduktion Wege zur Reduktion fossiler Rohstoffe und zur Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Biomasse und Biogas können dabei Kohle und Erdgas als Energiequellen vollständig und Reduktionsmittel teilweise ersetzen. Auch Recycling spielt eine zentrale Rolle für eine nachhaltigere Stahlproduktion.

Die Bioökonomie spielt zudem eine entscheidende Rolle bei **Carbon Capture and Utilization (CCU)**, also der Einbindung von CO<sub>2</sub> in wirtschaftlich nutzbare Kreisläufe. Durch biotechnologische Verfahren kann das von industriellen Prozessen oder aus der Atmosphäre abgeschiedene Treibhausgas CO<sub>2</sub> als Kohlenstoffquelle in eine Vielzahl von Produkten umgewandelt werden (Bioplastik, Treibstoffe, Chemikalien usw.), aber auch in Fällungs- und Abscheidungsreaktionen zu Mineralien wie Calcium Carbonat. Ganz entscheidend ist das Carbon Capture aber auch in der Konzentration von CO<sub>2</sub> aus Abgasen, vielen Industrieprozessen, Pyrolyse von z. B. Plastikabfällen und schließlich auch direkt aus der Luft (Direct Air Carbon Capture). Auf diesem Weg wird CO<sub>2</sub> wieder zum wichtigen neuen Rohstoff neben den biogenen Quellen (siehe oben).

## 5.1 Globale Trends in den bioökonomischen Anwendungsbereichen

Um die bioökonomischen Anwendungsbereiche zu analysieren, wurden analog zu Kapitel 3 die Anwendungsbereiche mit den Prozesstechnologien und den wichtigsten Inputmaterialien/-rohstoffen für die Bioökonomie verknüpft. Hierbei wurde erneut darauf zurückgegriffen, dass Patente häufig mehrere Technologieinformationen tragen. Es wurden daher sämtliche Patente an der Schnittstelle zwischen Anwendungsbereichen, Inputmaterialien und Prozesstechnologien der Bioökonomie identifiziert.

Die folgende Abbildung zeigt, dass es unter den Anwendungsbereichen weltweit am meisten prozessbezogene bioökonomische Weltklassepatente in der Pharmaindustrie gibt. Die Patentzahlen von bioökonomischen Anwendungen im Pharmasektor sind zwischen 2010 und 2023 von 6.150 auf über 8.560 gestiegen, allerdings war das Wachstum im Vergleich zu den anderen Bereichen nur unterdurchschnittlich (+2,6 Prozent). Auf Platz zwei liegt die Lebensmittelherstellung. Im Jahr 2023 gab es insgesamt fast 7.250 Weltklassepatente in diesem Bereich und zwischen 2010 und 2023 haben sich die Patentzahlen verdoppelt (+5,3 Prozent p. a.). Das drittgrößte Anwendungsgebiet ist die Chemieproduktion mit weltweit über 5.800 Weltklassepatenten im Jahr 2023 (+3,7 Prozent p. a. seit 2010).

Ein weiteres wichtiges Feld ist die Wasseraufbereitung mit über 3.400 Weltklassepatenten im Jahr 2023. Auf der Inputseite sind die Forschungsaktivitäten vor allem beim Einsatz von Zellulose/Ligninen zur Wasserreinigung stark gestiegen, bei den Prozessen spielt vor allem die Prozesstechnologie Mischen, Lösen, Emulgieren, Dispergieren eine wichtige Rolle bei der Wasseraufbereitung, wie auch die Technologien rund um Abtrennen und Filtern, das auch die Absorption und Membrantrennung umfasst.

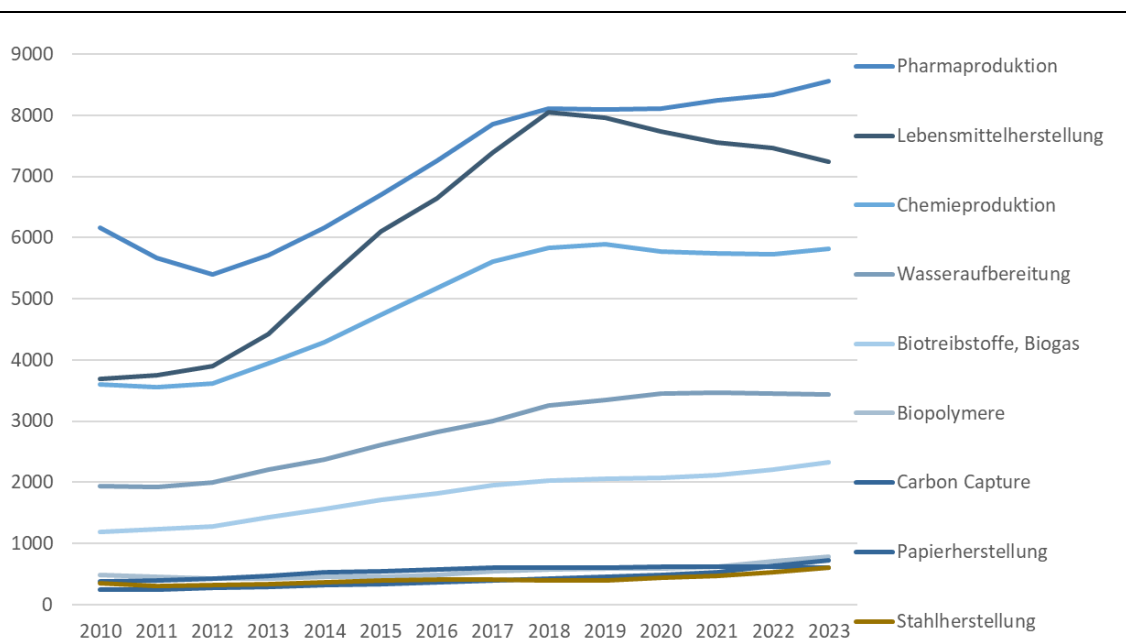
Ebenfalls bedeutend sind Biotreibstoffe / Biogas mit einem Bestand an Weltklassepatenten von über 2.300 im Jahr 2023 und einer hohen Forschungsdynamik seit 2010 (+5,3 Prozent p. a.). Auf der Inputseite basieren die meisten Weltklassepatente auf der Verwendung

von Biomasse (wie Holz, Stroh, Gras oder Algen), mit denen Biotreibstoffe der neuesten Generation hergestellt werden. Auf der Prozessseite dominieren biologische Prozesse die Forschungsaktivitäten.

Das höchste Wachstum war hingegen im Anwendungsbereich Carbon Capture and Utilization zu verzeichnen, mit einem Anstieg der Weltklassepatente von 240 im Jahr 2010 zu 730 im Jahr 2023 (+8,9 Prozent p. a.). Die Prozesstechnologie Abtrennen, Filtern, Destillieren ist hier der Schlüsselprozess.

Abbildung 10

Entwicklung globale Weltklassepatente in Prozesstechnologien für bioökonomische Anwendungsfelder



Quelle: EconSight

## 5.2 Bayerische Trends in den bioökonomischen Anwendungsbereichen

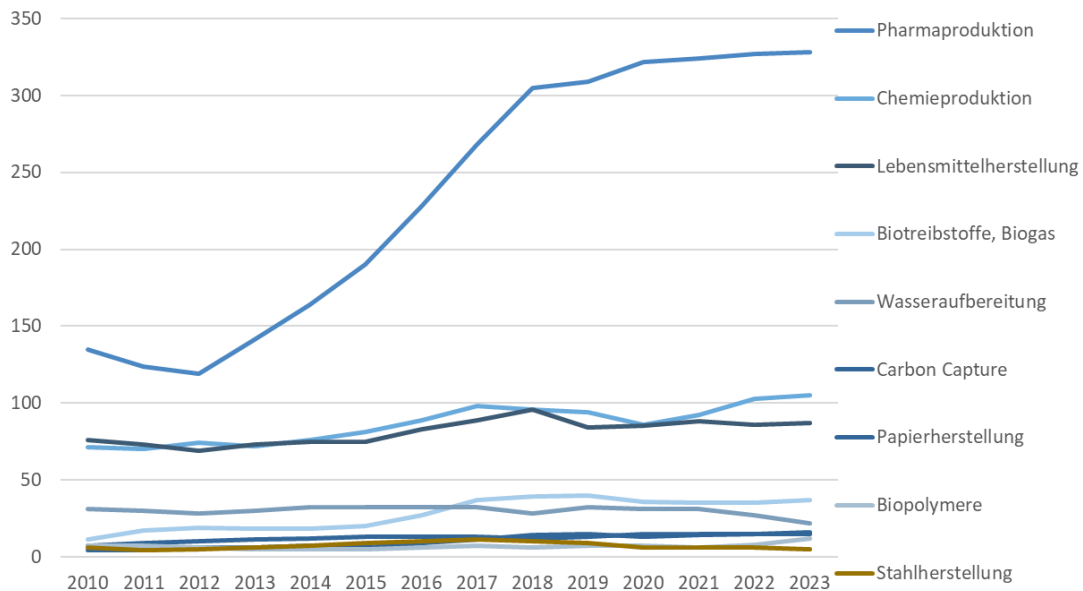
In Bayern ragt bei den Anwendungsbereichen für bioökonomische Prozesse die Pharma-industrie klar heraus. Zwischen 2010 und 2023 hat sich die Zahl der bioökonomischen Weltklassepatente in der Pharmaindustrie von 135 auf 328 mehr als verdoppelt (elfter Rang weltweit); damit war die Wachstumsdynamik deutlich höher als im globalen Vergleich (7,1 Prozent p. a. gegenüber 2,6 Prozent p. a.). In den letzten fünf Jahren hat sich die Zahl der bioökonomischen Weltklassepatente in der Pharmaindustrie jedoch analog zur globalen Entwicklung nur noch leicht erhöht.

Des Weiteren gibt es in Bayern umfangreiche Spitzenforschungsaktivitäten in den Bereichen Chemieproduktion (105 Weltklassepatente im Jahr 2023, Rang 15 weltweit), Lebensmittelherstellung (87, Rang 14 weltweit) und Biotreibstoffe/Biogas (37, Rang 14 weltweit).

Eine hohe Wachstumsdynamik von einem niedrigen Ausgangsniveau aus war zudem im Anwendungsbereich Carbon Capture and Utilization zu verzeichnen, in dem die Zahl der bayrischen Weltklassepatente seit 2010 von 4 auf 16 gestiegen ist (elfter Rang weltweit).

Abbildung 11

Entwicklung Weltklassepatente aus Bayern in bioökonomischen Anwendungsfeldern



Quelle: EconSight

Das Technologieprofil für Bayern gibt nochmal einen Überblick über die technologischen Stärken und Schwächen in den bioökonomischen Anwendungsfeldern. Im Gegensatz zu den bisherigen Auswertungen haben wir als Analysezeitraum für die Technologieprofile jedoch den Zeitraum 2019 bis 2023 gewählt. Der Fokus liegt somit auf der Entwicklung der Forschungsaktivität am aktuellen Rand.

Im wichtigsten Anwendungsgebiet in Bayern, der Pharmaindustrie, blieb der Weltanteil in den letzten Jahren konstant. Insgesamt lag der Weltanteil an den globalen Weltklassepatenten 2023 bei 3,8 Prozent und damit deutlich höher als in allen anderen Anwendungsfeldern.

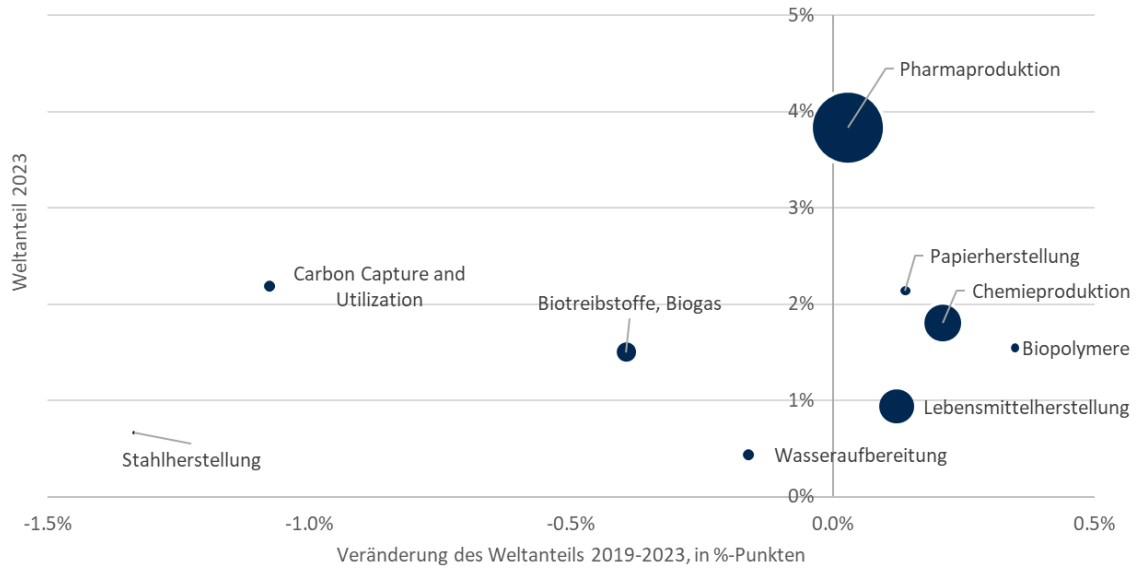


Anwendungsbereiche der Bioökonomie

In den Bereichen Papierherstellung, Chemieproduktion, Biopolymere und Lebensmittelherstellung war die bayerische Forschungsdynamik in den letzten Jahren höher als im globalen Vergleich. Bayern konnte somit den Weltanteil in diesen Feldern ausbauen.

Im Gegensatz dazu hat Bayern in den Bereichen Stahlherstellung, Carbon Capture and Utilization, Wasseraufbereitung, und Biotreibstoffe/Biogas im globalen Forschungswettbewerb zuletzt an Boden verloren, d. h. die Zahl der Weltklassepatente ist unterdurchschnittlich gestiegen seit 2019.

Abbildung 12  
 Technologieprofil Bayern für Prozesstechnologien in bioökonomischen Anwendungsfeldern



Quelle: EconSight

## Anhang: Methodik Patentanalyse

---

Die Grundlage der vorliegenden Studie ist die Auswertung von Patentdaten. Patente sind ein wichtiger Erfolgsausweis von Forschung und Entwicklung und damit einer der wichtigsten Innovationsoutput-Indikatoren. Das Patentportfolio einer (regionalen) Volkswirtschaft bzw. ihrer Unternehmen und Forschungseinrichtungen bildet eine wichtige Grundlage für ihre Innovations- und damit auch Zukunftsfähigkeit. Vor allem Neuerungen im hochtechnologischen Bereich sind elementar, um wettbewerbsfähig zu bleiben und drängende gesellschaftliche Herausforderungen zu lösen. Patentanalysen tragen dazu bei, die Stärken und Schwächen einer Region aufzudecken. Der Fokus von Patentanalysen liegt dabei naturgemäß ausschließlich auf den Innovationsaktivitäten von Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Stärken oder Schwächen in Bereichen der Wertschöpfungskette, welche nicht oder weniger von Innovationsaktivitäten der Unternehmen geprägt sind (wie z. B. Vertrieb, Marketing usw.) können durch Patentanalysen nicht erfasst werden. Das gleiche gilt für Stärken oder Schwächen hinsichtlich Standortfaktoren (z. B. Energiekosten, Fachkräfteverfügbarkeit, Steuerbelastung usw.).

In dieser Studie werden die Begriffe *Patente* und *Patentfamilien* synonym verwendet. Technisch gesehen ist der Begriff „einfache Patentfamilie“ oder „simple family“ korrekt. Häufig melden Unternehmen eine Erfindung in mehreren Ländern zum Patent an. Dies resultiert in mehreren Patentanmeldungen (bzw. bei erfolgreicher Erteilung in mehreren Patenten) für die gleiche Erfindung. Derart verbundene Patente und Anmeldungen nennt man zusammen eine „Patentfamilie“.

In der vorliegenden Analyse liegt der Fokus auf Prozesstechnologien und der Bioökonomie. Patente können mehreren Patentklassen zugeordnet werden und tragen häufig mehr als eine Technologieinformation. Für die Analysen in dieser Studie werden sämtliche Patente an der Schnittstelle zwischen Prozesstechnologien und bioökonomischen Inputmaterialien identifiziert, d. h. diese Patente tragen sowohl Merkmale mindestens einer Prozesstechnologie als auch mindestens eines bioökonomischen Rohstoffes.

Sämtliche aktiven Patente, also auch ältere noch gültige Patente, werden zum jeweiligen Stichtag (Jahresende) berücksichtigt. Die Laufzeit eines Patents beträgt im Normalfall 20 Jahre ab dem Zeitpunkt der Anmeldung unter der Voraussetzung, dass die jährlichen Patentgebühren gezahlt werden. Zahlreiche Patente verfallen jedoch frühzeitig aufgrund der Nichtzahlung der Jahresgebühren, falls sich für den Patentbesitzer keine ausreichend lukrative Verwertungsmöglichkeit ergibt. Auch die erfolgreiche Anfechtung eines Patents oder die Nichterteilung eines Patents nach der Patentprüfung führen zum Inaktivwerden eines Patents. Die Analyse auf Grundlage der aktiven Patente unterscheidet sich von anderen Patentanalysen, bei denen häufig nur neue Patentanmeldungen pro Jahr gezählt werden. Der Vorteil des in dieser Studie verwendeten Ansatzes besteht darin, dass sowohl die Dynamik der Entwicklung des Patentbestandes im Zeitverlauf als auch die absolute Größe und Stärke eines Patentportfolios zum jeweils aktuellen Zeitpunkt gemessen werden kann. Bei Auswertungen auf Grundlage von Patentanmeldungen werden dagegen nur die neuesten Entwicklungen erfasst, während bereits bestehendes technologisches Know-how aus älteren Patenten nicht berücksichtigt wird.

Ein weiteres wichtiges Element der Analyse ist der Fokus auf die *Patentqualität*. Grundlage für die Bewertung der Qualität ist eine Kombination aus Zitierungen des Patents sowie der Länderabdeckung des Patentes.

Die Zitierhäufigkeit des Patents ergibt sich daraus, wie oft die Prüfer der verschiedenen Patentämter darauf Bezug nehmen und es zitieren. Die Patentämter prüfen nach recht ähnlichen Methoden, ob eine Patentanmeldung neu und erfinderisch ist, und ziehen dazu andere, publizierte Patente heran. Daraus wird ersichtlich, wie wichtig eine Erfindung im Vergleich zu anderen Patenten in derselben Technologie ist. EconSight legt hier besonderen Wert auf die Relevanz der gemessenen Werte. Während andere Bewertungssysteme Zitierungen einfach zählen oder bestenfalls jüngere Zitierungen höher gewichten als ältere Zitierungen, fokussiert EconSight auf business-relevante Zitierungen. So ist beispielsweise die Zitierung eines Patents durch einen einzelnen Forschenden weniger wert als die Zitierung durch ein großes Unternehmen wie Alphabet.

Die Länderabdeckung berechnet die weltweite gesetzliche Abdeckung des Patentschutzes. Sie zeigt, wie Unternehmen die Bedeutung ihrer eigenen Erfindung bewerten. Je grösser die Zahl der Länder, in denen das Patent angemeldet wird, desto teurer wird der Patentschutz. Eine breitere internationale Länderabdeckung signalisiert also, dass der Patentanmelder sein Patent für vielversprechend hält. Gemessen wird insbesondere, ob ein Patent die "kritische Masse" der wichtigsten Märkte erreicht hat (mehrere große Länder wie die USA, China, Japan, aber auch zentrale mittelgroße Länder wie Großbritannien, Deutschland, Südkorea).

Die individuelle Patentstärke als Kombination aus Länderabdeckung und Zitierhäufigkeit lässt darauf schließen, welche Auswirkung eine Patentfamilie auf den Wettbewerb hat und erlaubt eine Einteilung in wichtige Patente und weniger wichtige Patente. Bei unseren Auswertungen liegt der Fokus auf dem Bestand und der Entwicklung der besten zehn Prozent der Patente pro Technologie – die sogenannten Weltklassepatente.

Der Fokus auf Weltklassepatente ist sinnvoll, um verzerrende Effekte durch länderspezifische Unterschiede in den Patentierungssystemen zu reduzieren. So werden beispielsweise in China Forschende u. a. mit Steuererleichterungen dazu angehalten, so viel wie möglich zu patentieren, um die Relevanz des Forschungsstandorts China zu erhöhen.

Ein Patent ist das Ergebnis von Forschungsarbeiten, die in der Regel von mehreren Forschenden, teilweise von mehr als einer Einrichtung und manchmal von mehr als einem Land, durchgeführt werden. Es stellt sich die Frage, wie diese Patente gezählt werden sollen und welcher Region bzw. welchem Land sie zugeschrieben werden sollen. Grundsätzlich sind mit den Anmelde- und Erfindersinformationen zwei Perspektiven möglich. Während die Anmeldesicht alle Patente dort zuordnet, wo das Unternehmen in der Regel seinen Hauptsitz hat, zeigt die Erfindersicht, wo die auf dem jeweiligen Patent genannten Erfinder wohnen – es handelt sich in der Regel um die Privatadressen der Erfinder. Die *Perspektive der Erfinder* fokussiert auf die regionale Zuordnung der technologischen Leistungsfähigkeit. Allerdings müssen die entsprechenden Patente nicht unbedingt Unternehmen aus der Region gehören. Für die Bestimmung der Bayern zugeordneten Patente

wurden die Erfinder- und die Anmeldersichten kombiniert, um die maximale Leistungsfähigkeit Bayerns zu zeigen. Die Datengrundlage für die bayerischen Patentdaten liefert eine Auswertung der sogenannten RegPat Patentdaten der OECD. Die OECD veröffentlicht halbjährlich regionalisierte Patentdaten, die für jedes Patent die Anmelde- und Erfinderadressen auf Ebene der Regionen ausweisen, für Deutschland auf Ebene der Landkreise und der Regierungsbezirke.

## Ansprechpartner/Impressum

---

### Johanna Yaacov

Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-135

[johanna.yaacov@vbw-bayern.de](mailto:johanna.yaacov@vbw-bayern.de)

### Christine Völzow

Geschäftsführerin, Leiterin der Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-251

[christine.voelzow@vbw-bayern.de](mailto:christine.voelzow@vbw-bayern.de)

## Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich ohne jede Diskriminierungsabsicht grundsätzlich auf alle Geschlechter.

### Herausgeber

**vbw**

Vereinigung der Bayerischen  
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5  
80333 München

[www.vbw-bayern.de](http://www.vbw-bayern.de)

© vbw November 2024

### Weiterer Beteiligter

**EconSight**

Kai Gramke, Klaus Jank,  
Dr. Jochen Spuck

Thiersteinerrain 126  
CH-4059 Basel

T +41 61 811 10 10  
[info@econsight.ch](mailto:info@econsight.ch)  
[www.econsight.ch](http://www.econsight.ch)